ISSN: 2181-2977
https://www.jcgtm.org/index.php/home/index
DOI: 10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026

THE ACADEMY TABOBAT OF UZBEKISTAN

Tovarlar kimyosi va xalq tabobati

JURNALI

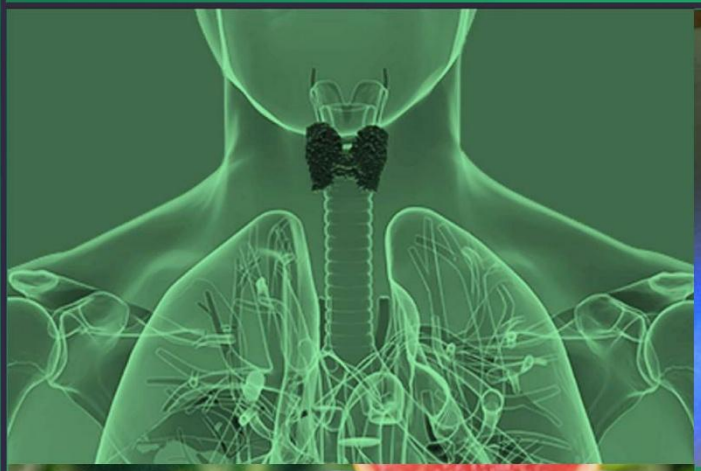
ЖУРНАЛ

химии товаров и народной медицины

JOURNAL

of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

2026
Volume 5 Issue 1
Том Выпуск
Tom Son









Member of Crossref
doi
Google Scholar
ResearchGate

O‘ZBEKISTON RESPUBLIKASI VAZIRLAR MAHKAMASI HUZURIDAGI OLIY ATTESTATSIYA KOMISSIYASI

100047, Toshkent sh., Y. G‘ulomov ko‘chasi, 70
Tel.: (371) 233-28-83, fax: (371) 233-06-47
e-mail: info@oak.uz www.oak.uz

SUPREME ATTESTATION COMMISSION AT THE CABINET OF MINISTERS OF THE REPUBLIC OF UZBEKISTAN

70, Y. Gulomov str., Tashkent, 100047
Tel.: (371) 233-28-83, fax: (371) 233-06-47
e-mail: info@oak.uz www.oak.uz

Javob qaytarganda shu № ko‘rsatilsin
When you answer show this №

№01-06/409 «28» 2 2022 y.

Ўзбекистон тиббий-илмий фаолият билан шуғулланувчилар «Табобат» академияси раиси, к.ф.д., профессор И.Р. Асқаровга

Ҳурматли Иброхим Рахмонович,

Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссияси Сизнинг 2022 йил 9 февралдаги 2-сон хатингизга жавобан «Товарлар кимёси ва халқ табобати» илмий, илмий-оммабоп электрон журналини ОАК Раёсатининг 2022 йил 28 февралдаги 312/5-сон қарорига асосан Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг диссертациялар асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрлар рўйхатига кимё, тиббиёт ва фармацевтика фанлари бўйича киритилганини маълум қилади.

Асос: Ўзбекистон тиббий-илмий фаолият билан шуғулланувчилар «Табобат» академияси мурожаати (9.02.2022 й., №2); ОАК Кимё ва фармацевтика ҳамда Тиббиёт фанлари бўйича эксперт кенгашлари тавсияси (21.02.2022 й.; 23.02.2022 й., №2); ОАК Тартиб-қоида комиссиясининг қарори (25.02.2022 й., №2/17а); ОАК Раёсати қарори (28.02.2022 й., №312/5).

Раис **А.Т. Юсупов**

Ижрочи: А.Хужакулов

TOVARLAR KIMYOSI VA XALQ TABOBATI JURNALI

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasi tomonidan yangi ixtisoslik sifatida ro'yxatga olingan **Tovarlar kimyosi** (02.00.09, 2017 yil, muallif O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi raisi, k.f.d., prof. I.R.Asqarov) va **Xalq tabobati** (14.00.41, 2019 yil, mualliflar O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi raisi, k.f.d., prof. I.R.Asqarov va O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi haqiqiy a’zosi, tib.f.d., prof. N.S.Mamasoliyev) sohalarini qamrab oladigan o‘zbek, rus, ingliz tillarida davriy ochiq elektron jurnal.

ASOSIY MAVZULAR:

Tovarlar kimyosi

- Tovarlarni kimyoviy tarkibi asosida uyg'unlashtirilgan tizim bo'yicha sinflash
- Tovarlarni sertifikatlash va standartlashtirish usullari
- Tashqi iqtisodiy faoliyatning tovar nomenklaturasini takomillashtirish
- Tovarlarning analitik kimyosi

Xalq tabobati

- Fitoterapiya, ozuqaviy qo'shimchalar
- Dietoterapiya
- Invaziv terapiya
- Biologik invaziv terapiya
- Xalq tabobatining tarixi, falsafasi va ijtimoiy-madaniy jihatlari

Jurnal ta’sischilari:

O‘zbekiston tibbiy-ilmiy faoliyat bilan shug‘ullanuvchilar Tabobat Akademiyasi

“Tabobat akademiyasi” NTM

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Adminstratsiyasi huzuridagi Axborot va ommaviy kommunikatsiyalar agentligi tomonidan davlat ro‘yxatidan o’tkazish raqami: **1517**
Tahririyat manzili: 100011 O‘zbekiston Respublikasi, Toshkent sh., Shayxontohur tum., A.Navoiy, 69

© Jurnalda berilgan materiallarning mazmuni va ilmiyligiga mualliflarning o‘zlari javobgardirlar.

ЖУРНАЛ ХИМИИ ТОВАРОВ И НАРОДНОЙ МЕДИЦИНЫ

Периодический журнал с открытым доступом, охватывающий области **Химии товаров** (02.00.09, 2017 г., автор Председатель Академии Табобат Узбекистана, д.х.н., проф. И.Р.Аскаров) и **Народной медицины** (14.00.41, 2019 г., авторы Председатель Академии Табобат Узбекистана, д.х.н., проф. Аскаров И.Р. и действительный член Академии Табобат Узбекистана, д.м.н., проф. Мамасолиев Н.С.), которые были зарегистрированы как новые специалности Высщей аттестационной комиссией при Кабинете министров Республики Узбекистан.

ОСНОВНЫЕ ТЕМЫ:

Химия товаров

- Классификация товаров на основе химического состава по гармонизированной системы
- Методы сертификации и стандартизации товаров
- Усовершенствование товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности
- Аналитическая химия товаров

Народная медицина

- Фитотерапия, диетическая терапия, пищевые добавки
- Инвазивные, биологические инвазивные методы терапии
- История, философия и социально-культурные аспекты народной медицины

Учредители журнала:

Академия Табобат Узбекистана занимающихся научно-медицинской деятельности

НОУ «Академия медицины»

Государственный регистрационный номер Агентства информации и массовых коммуникаций при Администрации Президента Республики Узбекистан: **1517**

Адрес редакции: 100011 Республика Узбекистан, г.Ташкент, Шайхантахурский район, ул.А.Навои, 69

© Ответственность за содержание и научность материалов, представленных в журнале, несут сами авторы.

JOURNAL OF CHEMISTRY OF GOODS AND TRADITIONAL MEDICINE

The Periodical open access journal covering the fields of **Chemistry of Goods** (02.00.09, 2017, author Chairman of the Tabobat Academy of Uzbekistan, DSc in Chemical Sciences, prof. Askarov I.R.) and **Traditional Medicine** (14.00.41, 2019, authors Chairman of the Tabobat Academy of Uzbekistan, DSc in Chemical Sciences, prof. Askarov I.R. and full member of the Tabobat Academy of Uzbekistan, DSc in Medical Sciences, prof. Mamasoliev N.S.), which have been registered as new specialties of the Supreme Attestation Commission at the Cabinet Ministers of the Republic of Uzbekistan.

THE MAIN TOPICS:

Chemistry of goods

- Classification of goods based on chemical composition according to the Harmonized System
- Methods of certification and standardization of goods
- Improvement of the commodity nomenclature of foreign economic activity
- Analytical chemistry of goods

Traditional Medicine

- Phytotherapy, nutritional supplements
- Diet therapy
- Invasive therapies
- Biological invasive therapies
- History, philosophy and socio-cultural aspects of traditional medicine

The founders of the journal:

The Tabobat Academy of Uzbekistan engaged in scientific and medical activities

NEI "Tabobat akademiyasi"

State registration number of the Agency of Information and Mass Communications under the Administration of the President of the Republic of Uzbekistan: **1517**

Editorial address: 100011 Republic of Uzbekistan, Tashkent, Shaykhantakhur, A.Navoi St., 69

© The authors themselves are responsible for the content and science of the materials presented in the journal.

TAHRIRIYAT KENGASHI

Bosh muharrir

Ibrohimjon Rahmonovich Asqarov

O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi raisi, Andijon davlat universiteti professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan ixtirochi, Andijon, O‘zbekiston

Bosh muharrir o‘rinbosari, texnik muharrir

Obidjon Shaxabidinovich Abdulloyev

Andijon davlat universiteti professori v.b., kimyo fanlari doktori (DSc), O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi a’zosi, Andijon, O‘zbekiston

Bosh muharrir o‘rinbosari

Mirrahimov Jamshid Abdullayevich

O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi Xalq tabobati ilmiy-amaliy markazi direktori, tibbiyot fanlari nomzodi, Toshkent, O‘zbekiston

TAHRIRIYAT A’ZOLARI:

Ibragimov Baxtiyor To‘laganovich – kimyo fanlari doktori, professor, O‘zbekiston Fanlar akademiyasi akademigi, Toshkent, O‘zbekiston

Abdurahmonov Qalandar Xodjayevich – G.V.Plexanov nomidagi Rossiya iqtisodiyot universiteti Toshkent filiali direktori, iqtisodiyot fanlari doktori, professor, O‘zbekiston Fanlar akademiyasi akademigi, Toshkent, O‘zbekiston

Mamasoliev Ne’matjon Solievich – Andijon davlat tibbiyot instituti kafedra mudiri, tibbiyot fanlari doktori, professor, O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi haqiqiy a’zosi, Andijon, O‘zbekiston

Akbaraliyev Baxtiyorjon Bakirovich – Andijon davlat universiteti rektori, texnika fanlari doktori, dotsent, Andijon, O‘zbekiston

Maxsumov Abduxamit Gafurovich – Toshkent kimyo-texnologiya instituti professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan ixtirochi, O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi haqiqiy a’zosi, Toshkent, O‘zbekiston

Nuritdinov Rustam – “RIGAND FARM SINTEZ” O‘zbekiston-Latviya qo‘shma korxonasi direktori, kimyo fanlari doktori, professor, O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi a’zosi, Toshkent, O‘zbekiston

Xamrakulov Gafurjan – Toshkent kimyo-texnologiya instituti professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi haqiqiy a’zosi, Toshkent, O‘zbekiston

Abdulloyev Shaxobidin Hasanboevich – Andijon davlat universiteti professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi a’zosi, Andijon, O‘zbekiston

Xudoyberdiyev Qobiljon Tursunovich – Andijon davlat tibbiyot instituti professori, tibbiyot fanlari doktori, Andijon, O‘zbekiston

Tursunov Xatam Xasanboyevich – Andijon davlat tibbiyot instituti fakultet dekani, tibbiyot fanlari doktori, professor, Andijon, O‘zbekiston

Bozorov Xurshid – Samarqand davlat universiteti professori, Shinjon fizika va kimyo texnik instituti professori, kimyo fanlari doktori, Samarqand, O‘zbekiston

Qirg‘izov Shaxobiddin Mirzarayimovich – Andijon davlat universiteti professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi a’zosi, Andijon, O‘zbekiston

Hojimatov Maxsabdek Mo‘ydinovich – Andijon davlat universiteti professori v.b., kimyo fanlari doktori, O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi a’zosi, Andijon, O‘zbekiston

Madixonov Ne’matjon – Andijon qishloq xo’jaligi va agrotexnologiyalar instituti professori, kimyo fanlari doktori, Andijon, O’zbekiston

Abduganiyev Baxtiyor Yormaxamatovich – Kimyo fanlari doktori, professor v.b., Toshkent, O‘zbekiston

Mo’minjonov Mirjalol Muqimjon o‘g‘li – Andijon davlat universiteti dotsenti, kimyo fanlari doktori, O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi raisi o‘rinbosari, Andijon, O‘zbekiston

Akbarov Ikromjon Hamdamovich – O‘zbekiston Milliy Universiteti Fizik kimyo kafedrasi mudiri, kimyo fanlari doktori, professor, Toshkent, O‘zbekiston

Pakirdinov Adxamjon Begishovich – Andijon davlat tibbiyot instituti Dermatovenerologiya kafedrasi mudiri, tibbiyot fanlari doktori, professor, Andijon, O‘zbekiston
Mo‘minov Mo‘ydinjon – Andijon davlat universiteti kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, Andijon, O‘zbekiston
Fattaxov Nustarillo Xamidullayevich – Farg‘ona jamoat salomatligi instituti Fakultet va gospital jarrohlik kafedrasi mudiri, tibbiyot fanlari doktori, dotsent, Farg‘ona, O‘zbekiston
Asqarov Nodirbek Ibragimovich – “Oltin vodiy tabiati” MChJ rahbari, Andijon davlat universiteti professori, iqtisodiyot fanlari doktori, O‘zbekiston Tabobat Akademiyasi birinchi o‘rinbosari, Andijon, O‘zbekiston
Qirg'izboev Muqimjon – O‘zbekiston jurnalistika va ommaviy kommunikatsiyalar universiteti kafedra mudiri, siyosiy fanlar doktori, professor, Toshkent, O‘zbekiston

XORIJIY A’ZOLAR:

Enriko Benassi – Modena va Reggio Emiliya universiteti professori, kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori, Italiya
Elza Marta Pereyra Soaresh – Portugaliya nutq terapevtlari jamiyati nutqiy ravonlik bo‘limi koordinatori, PhD, Leiria, Portugaliya
Xadji Akbar Aysha – Shinjon Tibbiyot universiteti rektori, kimyo fanlari doktori, professor, Shinjon, Xitoy
Liu Gengsheng – Shandong Xitoy an’anaviy tabobati universiteti professori va magistratura rahbari, Shandong, Xitoy
Dinçer Ayaz – Egey universiteti professori, biologiya fanlari doktori, Izmir, Turkiya
Muhammad Zafar – Quaid-i-Azam universiteti dotsenti, biologiya fanlari bo‘yicha falsafa doktori, Islomobod, Pokiston
Tishkov Vladimir Ivanovich – M.V.Lomonosov nomidagi Moskva davlat universiteti professori, kimyo fanlari doktori, Moskva, Rossiya
Rakitin Oleg Alekseyevich – N.D.Zelinskiy nomidagi Organik kimyo instituti laboratoriya mudiri, k.f.d., Moskva, professor, Rossiya
Shirinyan Valeriy Zarmikovich – N.D.Zelinskiy nomidagi organik kimyo instituti yetakchi ilmiy xodimi, k.f.d., Moskva, Rossiya
Zaysev Sergey Yuryevich – L.K.Ernst nomidagi Federal chorvachilik tadqiqot markazi professori, k.f.d., b.f.d., Moskva, Rossiya
Vladimir Ivanovich Tishkov – M.V.Lomonosov nomidagi Moskva davlat universiteti professori, kimyo fanlari doktori, Moskva, Rossiya
Xalikov Djuraboy Xalikovich – Tojikiston milliy fanlar akademiyasi V.I.Nikitin nomidagi Kimyo instituti Yuqorimolekulyar birikmalar kimyosi laboratoriyasi mudiri, k.f.d., professor, TMFA akademigi, Dushanbe, Tojikiston
Raximov Ismatullo Fatxullayevich – Tojikiston milliy fanlar akademiyasi V.I.Nikitin nomidagi Kimyo instituti Farmakologiya laboratoriyasi mudiri, t.f.d., professor, TMFA muxbir a’zosi, Dushanbe, Tojikiston
Isobayev Muzafar Djumayevich – Tojikiston milliy fanlar akademiyasi V.I.Nikitin nomidagi Kimyo instituti Organik sintez laboratoriyasi mudiri, k.f.d., professor, Dushanbe, Tojikiston
Abdullayev Toxir Xasanbayevich – Tojikiston milliy fanlar akademiyasi V.I.Nikitin nomidagi Kimyo instituti Organik sintez laboratoriyasi yetakchi ilmiy xodimi, k.f.d., dotsent, Dushanbe, Tojikiston
Usmonov Sultan – A.B.Bekturov nomidagi Qozog‘iston kimyo fanlari instituti professori, t.f.d., Olmota, Qozog‘iston

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Главный редактор – Ибрагим Рахманович Аскаров
Председатель Академии «Табобат» Узбекистана, профессор Андижанского государственного университета, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, Андижан, Узбекистан

Заместитель главного редактора, технический редактор – Обиджон Шахабидинович Абдуллоев И.о. профессора Андижанского государственного университета, доктор химических наук, член Академии «Табобат» Узбекистана, Андижан, Узбекистан

Заместитель главного редактора

Миррахимов Джамшид Абдуллаевич - Директор Научно-практического центра народной медицины Министерства здравоохранения Республики Узбекистан, кандидат медицинских наук, Ташкент, Узбекистан

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИИ

Ибрагимов Бахтиёр Туляганович – доктор химических наук, профессор, академик Академии наук Узбекистана, Ташкент, Узбекистан

Абдурахманов Каландар Ходжаевич – директор Ташкентского филиала Российского экономического университета имени Г.В.Плеханова, доктор экономических наук, профессор, академик Академии наук Узбекистана, Ташкент, Узбекистан

Мамасолиев Нематжон Солиевич – Заведующий кафедрой Андижанского государственного медицинского института, доктор медицинских наук, профессор, действительный член Академии «Табобат» Узбекистана, Андижан, Узбекистан

Акбаралиев Бахтиёржон Бакирович – ректор Андижанского государственного университета, доктор технических наук, доцент, Андижан, Узбекистан

Махсумов Абдухамит Гафурович – Профессор Ташкентского химико-технологического института, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, действительный член Академии «Табобат» Узбекистана, Ташкент, Узбекистан

Нуритдинов Рустам – Директор узбекско-латвийского совместного предприятия «RIGAND FARM SINTEZ», доктор химических наук, профессор, член Академии «Табобат» Узбекистана, Ташкент, Узбекистан

Хамракулов Гафуржан – Профессор Ташкентского химико-технологического института, доктор химических наук, действительный член Академии «Табобат» Узбекистана, Ташкент, Узбекистан

Абдуллоев Шахобидин Хасанбаевич – Профессор Андижанского государственного университета, доктор химических наук, член Академии «Табобат» Узбекистана, Андижан, Узбекистан

Худойбердиев Кобилжон Турсунович – Профессор Андижанского государственного медицинского института, доктор медицинских наук, Андижан, Узбекистан

Турсунов Хатам Хасанбоевич – Декан факультета Андижанского государственного медицинского института, доктор медицинских наук, профессор, Андижан, Узбекистан

Бозоров Хуршид – Профессор Самаркандского государственного университета, профессор Синьцзянского технического института физики и химии, доктор химических наук, Самарканд, Узбекистан

Киргизов Шахобиддин Мирзараимович – Профессор Андижанского государственного университета, доктор химических наук, член Академии «Табобат» Узбекистана, Андижан, Узбекистан

Ходжиматов Максабдек Мойдинович – И.о. профессора Андижанского государственного университета, доктор химических наук, член Академии «Табобат» Узбекистана, Андижан, Узбекистан

Мадихонов Нематжон –Профессор Андижанского института сельского хозяйства и агротехнологии, доктор химических наук, Андижан, Узбекистан

Абдуганиев Бахтиёр Ёрмахаматович – Доктор химических наук, и.о. профессора, Ташкент, Узбекистан

Муминджанов Мирджалол Мукимжон оглы – Доцент Андижанского государственного университета, доктор химических наук, заместитель Академии «Табобат» Узбекистана, Андижан, Узбекистан

Акбаров Икромжон Хамдамович – Заведующий кафедрой физической химии Национального университета Узбекистана, доктор химических наук, профессор, Ташкент, Узбекистан

Пакирдинов Адхамжон Бегишович – Заведующий кафедрой дерматовенерологии Андижанского государственного медицинского института, доктор медицинских наук, профессор, Андижан, Узбекистан

Моминов Мойдинжон – профессор кафедры химии Андижанского государственного университета, доктор химических наук, Андижан, Узбекистан

Фаттахов Нустарилло Хамидуллаевич – заведующий кафедрой факультетской и госпитальной хирургии Ферганского института общественного здравоохранения, доктор медицинских наук, доцент, Фергана, Узбекистан

Аскаров Нодирбек Ибрагимович – Руководитель ООО «Олтин водий табиати», профессор Андижанского государственного университета, доктор экономических наук, первый заместитель председателя Академии «Табобат» Узбекситана, Андижан, Узбекистан

Киргизбаев Мукимджон –Заведующий кафедрой университета журналистики и коммуникаций Узбекистана, доктор политических наук, профессор, Ташкент, Узбекистан

ЗАРУБЕЖНЫЕ ЧЛЕНЫ

Энрико Бенасси –Профессор Университета Модены и Реджо-Эмилии, доктор философии по химии, Италия

Эльза Марта Перейра Соареш – координатор отдела беглости речи Португальского общества логопедов, доктор философии, Лейрия, Португалия

Хаджи Акбер Айша – Ректор Синьцзянского медицинского университета, доктор химических наук, профессор, Синьцзян, Китай

Лю Гэншэн — Профессор и руководитель магистратуры Шаньдунского университета традиционной китайской медицины, Шаньдун, Китай

Динчер Аяз — профессор Эгейского университета, доктор биологических наук, Измир, Турция.

Мухаммад Зафар – доцент Университета Каид-и-Азам, доктор философии по биологическим наукам, Исламабад, Пакистан

Тишков Владимир Иванович – профессор Московского государственного университета им. М.В. Ломоносова, доктор химических наук, Москва, Россия.

Ракитин Олег Алексеевич – Заведуюший лаборатории института органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, доктор химических наук, профессор, Москва, Россия

Ширинян Валерий Зармикович – Ведущий научный сотрудник института органической химии им. Н.Д. Зелинского РАН, доктор химических наук, Москва, Россия

Зайцев Сергей Юрьевич – Профессор Федерального научного центра животноводства имени Л. К. Эрнста РАН, доктор биологических наук, доктор химических наук, Москва, Россия

Владимир Иванович Тишков – Профессор Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова, Доктор химических наук, Москва, Россия

Халиков Джурабой Халикович – Заведуюший лаборатории высокомолекулярных соединений института химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана, доктор химических наук, профессор, академик НАНТ, Душанбе, Таджикистан

Рахимов Исматулло Фатхуллаевич – Заведуюший лаборатории фармакологии института химии имени В.И. Никитина НАН Таджикистана, доктор медицинских наук, профессор, член-корреспондент НАНТ, Душанбе, Таджикистан

Исобаев Музафар Джумаевич – Заведуюший лаборатории органического синтеза института химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, доктор химических наук, профессор, Душанбе, Таджикистан

Абдуллаев Тохир Хасанбаевич – Ведущий научный сотрудник лаборатории органического синтеза института химии им. В.И. Никитина НАН Таджикистана, доктор химических наук, доцент, Душанбе, Таджикистан

Усмонов Султан – Профессор Института химических наук им. А.Б. Бектурова Казахстана, доктор технических наук, Алматы, Казахстан

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief
Ibragim Rakhmanovich Askarov
Chairman of the Academy “Tabobat” of Uzbekistan, Professor of the Andijan State University, Doctor of Chemistry, Honored Inventor of Uzbekistan, Andijan, Uzbekistan
Deputy Editor-in-Chief, Technical Editor
Obidjon Shakhabidinovich Abdulloev
Acting Professor of the Andijan State University, Doctor of Chemical Sciences, member of the Academy “Tabobat” of Uzbekistan, Andijan, Uzbekistan
Deputy Editor-in-Chief
Mirrakhimov Jamshid Abdullaevich
Director of the Scientific and Practical Center of Traditional Medicine of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan, Ph.D. in Medical Sciences, Tashkent, Uzbekistan

EDITORIAL MEMBERS

Ibragimov Bakhtiyor Tulyaganovich – Vice-President of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
Abdurahmanov Qalandar Khodjaevich - Director of the Tashkent branch of the Russian University of Economics named after G.V. Plekhanov, Doctor of Economic Sciences, Professor, Academician of the Academy of Sciences of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
Mamasoliev Nematjon Solievich – Head of the Department of Andijan State Medical Institute, Doctor of Medical Sciences, Professor, full member of the Academy “Tabobat” of Uzbekistan, Andijan, Uzbekistan
Akbaraliev Bakhtiyorzhon Bakirovich – rector of Andijan State University, Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Andijan, Uzbekistan
Makhsumov Abdukhamit Gafurovich – Professor of the Tashkent Institute of Chemical Technology, Doctor of Chemical Sciences, Honored Inventor of Uzbekistan, full member of the Academy “Tabobat” of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
Nuritdinov Rustam –Director of the Uzbek-Latvian joint venture "RIGAND FARM SINTEZ", Doctor of Chemical Sciences, Professor, member of the Academy “Tabobat” of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
Khamrakulov Gafurjan – Professor of the Tashkent Institute of Chemical Technology, Doctor of Chemical Sciences, full member of the Academy “Tabobat” of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan
Abdulloev Shakhobidin Khasanbaevich – Professor of Andijan State University, Doctor of Chemical Sciences, member of the Academy «Tabobat» of Uzbekistan, Andijan, Uzbekistan
Khudoiberdiev Kobiljon Tursunovich – Professor of the Andijan State Medical Institute, Doctor of Medical Sciences, Andijan, Uzbekistan
Tursunov Khatam Khasanboevich – Dean of the faculty of Andijan State Medical Institute, Doctor of Medical Sciences, Professor, Andijan, Uzbekistan
Bozorov Khurshid –Professor of Samarkand State University, Professor of Xinjiang Technical Institute of Physics and Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Samarkand, Uzbekistan
Kirgizov Shakhobiddin Mirzaraimovich – Professor of Andijan State University, DSc in Chemical Sciences, member of the Academy «Tabobat» of Uzbekistan, Andijan, Uzbekistan
Hojimatov Maksabdek Moidinovich – Professor of the Andijan State University, Doctor of Chemical Sciences, member of the Academy «Tabobat» of Uzbekistan, Andijan, Uzbekistan
Madikhonov Nematjon – Professor of the Andijan Institute of Agriculture and Agrotechnologies, Doctor of Chemical Sciences, Andijan, Uzbekistan
Abduganiyev Bakhtiyor Yormakhamatovich – Doctor of Chemical Sciences, Acting Professor, Tashkent, Uzbekistan
Muminjanov Mirjalol Mukimjon ogly – Associate Professor of Andijan State University, Doctor of Chemical Sciences, Deputy Chairman of the Academy “Tabobat” of Uzbekistan, Andijan, Uzbekistan

Akbarov Ikromjon Khamdamovich – Head of the Department of Physical Chemistry, National University of Uzbekistan, Doctor of Technical Sciences, Professor, Tashkent, Uzbekistan
Pakirdinov Adhamjon Begishovich – Head of the Department of Dermatovenerology, Andijan State Medical Institute, Doctor of Medical Sciences, Professor, Andijan, Uzbekistan
Muminov Muydinjon – Professor of the Department of Chemistry, Andijan State University, Doctor of Chemical Sciences, Andijan, Uzbekistan
Fattakhov Nustarillo Khamidullayevich – Head of the Department of Faculty and Hospital Surgery, Fergana Institute of Public Health, Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Fergana, Uzbekistan
Askarov Nodirbek Ibragimovich – Head of Golden Valley Nature LLC, professor at Andijan State University, First Deputy Chairman of the Academy "Tabobat" of Uzbekistan, Doctor of Economics, Andijan, Uzbekistan
Kirgizbaev Mukimzhon – Head of the Department of University of Journalism and Mass Communications of Uzbekistan, Doctor of Political Sciences, Professor, Tashkent, Uzbekistan

FOREIGN MEMBERS

Enrico Benassi – Professor of University of Modena and Reggio Emilia, Ph.D., Italy
Elsa Marta Pereira Soares - Coordinator of the Speech Fluency Unit of the Portuguese Society of Speech Therapists, PhD, Leiria, Portugal
Haji Akber Aisa – Rector of Xinjiang Medical University, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Xinjiang, China
Liu Gengsheng - Professor and Head of Master's Degree, Shandong University of Traditional Chinese Medicine, Shandong, China
Muhammad Zafar - Associate Professor of Quaid-i-Azam University, Ph.D., Islamabad, Pakistan
Dinçer Ayaz – Professor of the Ege University, Dr., İzmir, Turkey
Tishkov Vladimir Ivanovich – Professor of the Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Doctor of Chemical Sciences, Moscow, Russia.
Rakitin Oleg Alekseevich – Head of the Laboratory of the Institute of Organic Chemistry named after N.D. Zelinsky RAS, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Moscow, Russia
Shirinyan Valery Zarmikovich – Leading researcher at the Institute of Organic Chemistry named after N.D. Zelinsky RAS, Doctor of Chemical Sciences, Moscow, Russia
Zaitsev Sergey Yurievich – Professor of the Federal Scientific Center for Animal Husbandry named after L.K. Ernst RAS, Doctor of Chemical Sciences, Doctor of Biological Sciences, Moscow, Russia
Vladimir Ivanovich Tishkov – Professor of the Moscow State University named after M.V. Lomonosov, Doctor of Chemical Sciences, Moscow, Russia
Khalikov Djuraboy Khalikovich – Head of the Laboratory of Macromolecular Compounds of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin NAST, Doctor of Chemistry, Professor, Academician of NAST, Dushanbe, Tajikistan
Rakhimov Ismatullo Fatkhullaevich – Head of the Laboratory of Pharmacology of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin National Academy of Sciences of Tajikistan, Doctor of Medical Sciences, Professor, Corresponding Member of NAST, Dushanbe, Tajikistan
Isobaev Muzafar Djumaevich – Head of the Laboratory of Organic Synthesis of the Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin National Academy of Sciences of Tajikistan, Doctor of Chemical Sciences, Professor, Dushanbe, Tajikistan
Abdullaev Tokhir Khasanbaevich – Leading Researcher, Laboratory of Organic Synthesis, Institute of Chemistry named after V.I. Nikitin National Academy of Sciences of Tajikistan, Doctor of Chemical Sciences, Associate Professor, Dushanbe, Tajikistan
Usmonov Sultan – Professor of the Institute of Chemical Sciences named after A.B. Bekturov of Kazakhstan, Doctor of Chemistry, Almaty, Kazakhstan

MUNDARIJA

ОГЛАВЛЕНИЕ

TABLE OF CONTENTS

Tovarlar kimyosi ***Химия товаров*** ***Chemistry of Goods***

Asqarov I.R., Abdurahmonov Sh.Q., Abdulloyev O.Sh.
CHIGIT URUG‘LARINI LAZER BILAN ISHLOV BERISH: OPTIK FAOLLASHTIRISH BO‘YICHA ADABIY SHARH 16
ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ОПТИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ 22
LASER TREATMENT OF COTTON SEEDS: A LITERATURE REVIEW ON OPTICAL ACTIVATION 29

Rayxonov E.Sh., Abdug'aniyev B.Yo.
BOJXONA MAQSADLARIDA TOVARLARNI IDENTIFIKATSIYALASHNING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI VA TADQIQOTLAR TAHLILI 35
НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТОВАРОВ В ТАМОЖЕННЫХ ЦЕЛЯХ И АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ 41
SCIENTIFIC AND THEORETICAL FOUNDATIONS OF GOODS IDENTIFICATION FOR CUSTOMS PURPOSES AND ANALYSIS OF RESEARCH 47

Asqarov I.R., Abdurahmonov Sh.Q., Mo‘minjonov M.M.
LAZER NURLARI BILAN PAXTA CHIGITIGA ISHLOV BERISHNING SAMARADORLIGI 53
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ 58
EFFICIENCY OF LASER TREATMENT OF COTTON SEEDS 64

Xalq tabobati ***Народная медицина*** ***Traditional Medicine***

Muqimjonova U.V., Asqarov I.R.
ASTRAGALUS KRAUSEANUS O‘SIMLIGINING ELEMENTAR TARKIBINI ISP-OES USULIDA TAHLIL QILISH 69
АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ ASTRAGALUS KRAUSEANUS МЕТОДОМ ИСП-ОЭС 73
ANALYSIS OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF ASTRAGALUS KRAUSEANUS USING THE ICP-OES METHOD 77

Abdulloyev Sh.X., Begijonova M.S.
OROBLANCO NAVLI GREYFRUT PO‘STLOG‘IDAGI GIDROFIL VITAMINLAR MIQDORINI YUSSX USULI YORDAMIDA ANIQLASH 81
ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГИДРОФИЛЬНЫХ ВИТАМИНОВ В КОЖУРЕ ГРЕЙПФРУТА СОРТА OROBLANCO МЕТОДОМ ВЭЖХ 84
DETERMINATION OF HYDROPHILIC VITAMIN CONTENT IN THE PEEL OF OROBLANCO GRAPEFRUIT BY HPLC 88

Abdulloyev Sh.X., Begijonova M.S., Ikromova N.I.
GREYFRUT NAVLARI MEVA PO’STLOQLARINING ANTIRADIKALLIK FAOLLIGI 91
АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КОЖУРЫ ПЛОДОВ СОРТОВ ГРЕЙПФРУТА 96
ANTIRADICAL ACTIVITY OF GRAPEFRUIT CULTIVAR PEELS 101

Tolipova Sh.I., Mamatqulova S.A.
SUVQALAMPIRI (PERSICARIA MINOR) BARGI VA ODDIY SACHRATQI (CICHORIUM INTYBUS L) POYASINING ANTIRADIKALLIK FAOLLIGINI ANIQLASH 106

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЛИСТЬЕВ И СТЕБЛЕЙ ВОДЯНОГО ПЕРЦА (PERSICARIA MINOR) И ОБЫКНОВЕННОЙ БРЫЗГОВИНЫ (CICHORIUM INTYBUS L). 115
DETERMINATION OF THE ANTIRADICAL ACTIVITY OF THE LEAVES AND STEMS OF WATER PEPPER (PERSICARIA MINOR) AND COMMON CHICORY (CICHORIUM INTYBUS L). 124

Asqarov I.R., Toshpulatov A.M.
QALQONSIMON BEZ O‘SMALARINING ZAMONAVIY TASNIFI VA ULARNI DAVOLASh USULLARI 133
СОВРЕМЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОПУХОЛЕЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И МЕТОДЫ ИХ ЛЕЧЕНИЯ 138
MODERN CLASSIFICATION OF THYROID GLAND TUMORS AND METHODS OF THEIR TREATMENT 143

Umarxonov X.V., Mullajonova M.T., Xo‘jayeva N.T.
O‘T HAYDOVCHI YIG‘MANING FLAVONOID TARKIBINI YUSSX USULI BILAN ANIQLASH..... 148
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДНОГО СОСТАВА ЖЕЛЧЕГОННОГО СБОРА МЕТОДОМ ВЭЖХ..... 152
DETERMINATION OF THE FLAVONOID COMPOSITION OF A CHOLERETIC HERBAL MIXTURE BY HPLC METHOD 156

Asqarov I.R., Xusanov U.Sh.
DALACHOY, GAZANDA VA ERMON O‘SIMLIKLARINING ANTIRADIKALLIK FAOLLIGINI O‘RGANISH 160
ИЗУЧЕНИЕ АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЗВЕРОБОЯ ОБЫКНОВЕННОГО, КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ И ПОЛЫНИ ГОРЬКОЙ 167
STUDY OF ANTIRADICAL ACTIVITY OF HYRERICUM PERFORATUM l, URTICA DIOICA l, ARTEMISIA ABSINTHIUM l AND HERBS 174

Xasanova D.T.
ARPA SOLODI BILAN BOYITILGAN YOGURTLARNING VITAMINLAR TARKIBINI O’RGANISH..... 181
ИЗУЧЕНИЕ ВИТАМИННОГО СОСТАВА ЙОГУРТОВ, ОБОГАЩЁННЫХ ЯЧМЕННЫМИ ОТРУБЯМИ..... 186
STUDY OF THE VITAMIN COMPOSITION OF YOGURTS ENRICHED WITH BARLEY BRAN..... 191

Madrahimov G‘.M., Abdumutalova F.F.
CYNODON DACTYLON L ILDIZIDAGI FENOL BIRIKMALARNI ANIQLASH..... 196
ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КОРНЯХ CYNODON DACTYLON L. 202
DETERMINATION OF PHENOL COMPOUNDS IN CYNODON DACTYLON L ROOTS 208

Meliboyeva Sh.Sh.
"GLYUCOBRASSITSIN" BIOLOGIK FAOL QO'SHILMASINI MIKROBIOLOGIK TOZALIGINI BAHOLASH..... 214
ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ «ГЛЮКОБРАССИЦИН» 217
ASSESSMENT OF MICROBIOLOGICAL PURITY OF THE BIOLOGICALLY ACTIVE SUPPLEMENT "GLUCOBRASSICIN" 221

Boltayev M.M.
BROKKOLI EKSTRAKTINING YALLIG'LANISHGA QARSHI FAOLIYATINI EKSPERIMENTAL BAHOLASH..... 224

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТА БРОККОЛИ..... 228
EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF BROCCOLI EXTRACT 232

Abdulloyev O.Sh., Isroilova N.M.
QORA (BUNIUM PERSICUM) VA SARIQ (CARUM CARVI) ZIRA URUG'LARINING SUVDA ERUVCHAN VITAMINLAR MIQDORI 236
КОЛИЧЕСТВО ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В СЕМЕНАХ ЧЕРНОЙ (BUNIUM PERSICUM) И ЖЕЛТОЙ (CARUM CARVI) ЗИРЫ 245
THE AMOUNT OF WATER-SOLUBLE VITAMINS IN THE SEEDS OF BLACK (BUNIUM PERSICUM) AND YELLOW (CARUM CARVI) CUMIN. 255

Asqarov A.N.
DASTARBOSH (TANACETUM VULGARE L.) VA DALA QIRQBO'G'INI (EQUISETUM ARVENSE L.) SPIRTLI EKSTRAKTLARINING ANTIRADIKAL FAOLLIGI 264
АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТОВ ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (TANACETUM VULGARE L.) И ХВОЩА ПОЛЕВОГО (EQUISETUM ARVENSE L.)..... 272
ANTIRADICAL ACTIVITY OF ETHANOLIC EXTRACTS OF COMMON TANSY (TANACETUM VULGARE L.) AND FIELD HORSETAIL (EQUISETUM ARVENSE L.) 281

Asqarov I.R., Toshpulatov A.M.
QALQONSIMON BEZ JARROHLIGI (TIREOIDEKTOMIYA)DAN KEYINGI ASORATLAR: O'ZBEKISTONDAGI AMALIYOT, YEVROPA VA MDH TAJRIBASI ASOSIDA TAXLIL 288
ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ ХИРУРГИИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (ТИРЕОИДЭКТОМИИ): АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ПРАКТИКИ УЗБЕКИСТАНА, ОПЫТА ЕВРОПЫ И СТРАН СНГ 296
POSTOPERATIVE COMPLICATIONS AFTER THYROIDECTOMY: A COMPARATIVE ANALYSIS BASED ON THE EXPERIENCE OF UZBEKISTAN, EUROPE, AND THE CIS 305

Abdulloyev O.Sh., Qo'chqarova G.D.
ZIRK (BERBERIS VULGARIS L.) TARKIBIDAGI KIMYOVIY ELEMENTLAR MIQDORI. 264
СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В БАРБАРИС (Berberis vulgaris L.). 318
QUANTITATIVE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN BARBERRY (Berberis vulgaris L.)..... 323

Asqarov I.R., Rustamov S.A., Abdulboqiyeva N.X.
YONG'OQ BARGINING KIMYOVIY TARKIBI VA XALQ TABOBATIDAGI O'RNI 328
ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИСТЬЕВ ГРЕЦКОГО ОРЕХА И ИХ РОЛЬ В НАРОДНОЙ МЕДИЦИНЕ..... 331
CHEMICAL COMPOSITION OF WALNUT LEAF AND ITS ROLE IN NATIONAL MEDICINE..... 335

Asqarov I.R., Abdulloyev O.Sh., Xolmatova M.M.
SIROL SURTMASI TARKIBIDAGI MAKRO VA MIKROELEMENTLAR TAHLILI 339
АНАЛИЗ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ МАЗИ «СИРОЛ» 345
ANALYSIS OF MACRO- AND MICROELEMENTS IN SIROL OINTMENT 351

Asqarov A.N.
O'SIMLIKLAR ANTIRADIKAL FAOLLIGINI BAHOLASH UCHUN DPPH-USULINI OPTIMALLASHTIRISH 339

ОПТИМИЗАЦИЯ DPPH-МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ 366
OPTIMIZATION OF THE DPPH METHOD FOR THE EVALUATION OF ANTIRADICAL ACTIVITY OF PLANTS 377

Xoldarov I.I., Mamatqulova S.A.
TRIBULUS TERRESTRIS (TEMIRTIKAN) EKSTRAKTIDAGI FENOL BIRIKMALAR MIQDORINI YUQORI SAMARALI SUYUQLIK XROMATOGRAFIYASI (YUSSX) USULI BILAN ANIQLASH 387
ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЭКСТРАКТЕ TRIBULUS TERRESTRIS (ТЕМИРТИКАН) МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ (ВЭЖХ) 392
DETERMINATION OF THE QUANTITY OF PHENOLIC COMPOUNDS IN TRIBULUS TERRESTRIS (TEMIRTIKAN) EXTRACT USING HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY (HPLC) 397

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Chemistry of Goods

CHIGIT URUG‘LARINI LAZER BILAN ISHLOV BERISH: OPTIK FAOLLASHTIRISH BO‘YICHA ADABIY SHARH

Ibrohimjon Rahmonovich Asqarov
Andijon davlat universiteti, Kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan ixtirochi, O‘zbekiston TABOBAT Akademiyasi raisi
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Shuhrat Qo'shaqboyevich Abdurahmonov
Andijon davlat universiteti, mustaqil tadqiqotchisi
https://orcid.org/0009-0005-6183-4265

Obidjon Shaxabidinovich Abdulloyev
Andijon davlat universiteti, Tabiiy birikmalar va oziq-ovqat kimyosi kafedrasi mudiri, dotsent, kimyo fanlari doktori (DSc), O'zbekiston Tabobat akademiyasi a'zosi
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.608

Kalit so'zlar:
chigit, lazer nurlantirish, optik oldindan faollashtirish, fotobiomodulyatsiya, energiya zichligi

Annotatsiya

Ushbu adabiy sharhda chigit urug‘larini lazer nurlari yordamida oldindan ishlov berish (optik oldindan faollashtirish) bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar izchil tahlil qilinadi. Paxtachilikda dalaga bir tekis va tez ko‘chat chiqishi (maydonning bir xil to‘lishi), erta rivojlanish va yakuniy hosildorlik ko‘p jihatdan urug‘ning fiziologik holati, saqlash sharoiti hamda ekish paytidagi stress omillariga bog‘liq. Lazer nurlantirish esa kimyoviy urug‘ dorilashiga nisbatan kam chiqindi hosil qiladigan, tez avtomatlashtiriladigan fizik usul sifatida ko‘rilmoqda. Sharhda chigitga oid asosiy optik ishlov ishlari (ko‘k spektrli diod lazer, turli yorug‘lik diodlari, ultrabinafsha diapazonidagi ishlovlar) hamda ularga yondosh mexanistik izohlar (fotoretseptorlar faollashuvi, reaktiv kislorod turlari muvozanati, membrana o‘tkazuvchanligi va zaxira moddalarning mobilizatsiyasi) jamlanadi. Spektroskopik dalillarga tayangan holda lazer dozasining “hormezis”ga xos chiziqsiz javobi: past dozalarda rag‘batlantirish, ortiqcha dozalarda esa tormozlanish tendensiyasi muqim muammo sifatida ko‘rsatib beriladi. Shuningdek, mavjud dalillarning kuchli va zaif jihatlari — eksperimental dizayn, takroriylik, urug‘ partiyalari (lot) farqi, dala sharoitida tashqi validlik, parametrlarni standartlashtirish va texnologiyani sanoat miqyosiga ko‘chirishdagi injenerlik cheklovlari — tanqidiy baholanadi. Yakunda mavzu bo‘yicha aniq tadqiqot bo‘shliqlari va kelgusi izlanishlar uchun minimal hisobot standarti, doza–javobni optimallashtirish va ko‘p hududli dala sinovlarini o‘z ichiga olgan amaliy kun tartibi taklif etiladi.

Havola uchun

Asqarov, I. R., Abdurahmonov, S. Q., & Abdulloyev, O. S. CHIGIT URUG‘LARINI LAZER BILAN ISHLOV BERISH: OPTIK FAOLLASHTIRISH BO‘YICHA ADABIY SHARH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.608

1. Kirish

Paxta (Gossypium hirsutum L.) ishlab chiqarish tizimida urug‘ sifati va ko‘chatlarning dastlabki rivojlanishi hosil shakllanishi uchun bazaviy omillardan biridir. Amaliyotda chigitning mexanik shikastlanishi (jinlash va delintlash jarayonlarida), saqlash paytida yog‘larning peroksidlanishi, shuningdek namlik–harorat rejimining buzilishi urug‘ vigorligini pasaytirib, dala sharoitida kechikkan va notekis unishga olib keladi. Natijada maydonning bir xil to‘lishi buziladi, qator ichida o‘simliklar raqobati

kuchayadi, begona o‘tlar bosimi ortadi va hosilning barqarorligi kamayadi. Chigitning sifat muammolari ayniqsa issiq va nam mavsumlar, sho‘rlanish hamda sovuqdan zararlanish xavfi yuqori bo‘lgan erta ekish muddatlarida keskinlashadi (Mylsamy et al., 2025).

Urug‘larni ekishdan oldin ishlov berish amaliyotda keng tarqalgan bo‘lib, kimyoviy dorilash, urug‘ni qoplash, gidrooldindan ishlov (namlab faollashtirish), osmotik oldindan ishlov va biologik oldindan ishlov kabi yondashuvlar mavjud. Biroq kimyoviy vositalar bilan ishlov berishda ekologik iz, operator xavfsizligi, rezistentlik va qoldiq moddalar (rezidyu) muammosi dolzarb bo‘lib qolmoqda. Shu kontekstda “urug‘ni fizik faollashtirish” turkumiga kiruvchi usullar, xususan elektromagnit maydonlar, ultratovush, plazma va yorug‘lik ta’siridan foydalanish istiqbolli yo‘nalish sifatida qaralmoqda (Araújo et al., 2016). Fizik usullar odatda tez, reagent talab qilmaydi va ishlab chiqarish liniyalariga integratsiyalashga mos bo‘lishi mumkin.

Lazer nurlantirish (past quvvatli lazer orqali urug‘ni ishlov berish) optik oldindan faollashtirishning eng muhokamali va amaliyotga yaqin shakllaridan biridir. Lazerning asosiy afzalligi — doza va spektrni aniq boshqarish, ya’ni to‘lqin uzunligi, quvvat zichligi (irradians), energiya zichligi (flyuens) va ekspozitsiya vaqtini takrorlanuvchan tarzda berish imkonidir. Shu bilan birga, lazer bilan ishlov berishning “universal” protokoli yo‘q: chigitning delint holati, urug‘ po‘sti qalinligi, pigmentlar, namlik va saqlash yoshi, hatto urug‘ning mikroflora yuklamasi ham optik javobni o‘zgartiradi. Shuning uchun lazer ishlovi ko‘pincha “hormezis”ga xos chiziqsiz javob beradi: past dozalarda rag‘batlantiruvchi, ortiqcha dozalarda esa tormozlovchi effekt kuzatiladi (Araújo et al., 2016).

Ushbu adabiy sharhning maqsadi chigit urug‘larini lazer bilan (va kengroq ma’noda optik usullar bilan) oldindan ishlov berish bo‘yicha mavjud ilmiy tadqiqotlarni izchil va tanqidiy tahlil qilishdan iborat. Sharhda (i) chigit bo‘yicha asosiy empirik natijalar; (ii) lazer dozasini belgilovchi texnik parametrlar va ularning hisobot standartlari; (iii) ehtimoliy mexanizmlar (fotoretseptorlar, reaktiv kislorod turlari muvozanati, membrana va metabolizm); (iv) metodologik cheklovlar va qayta ishlab chiqarish muammolari; (v) sanoatlashtirish va joriy etish talablari; hamda (vi) kelgusi tadqiqotlar uchun aniq bo‘shliqlar va amaliy kun tartibi bayon qilinadi.

Chigitga oid lazer nurlantirish bo‘yicha ishlar soni cheklangani sababli, ushbu sharh manbalarni ikki qatlamda tanladi. Birinchi qatlam — chigit urug‘lari uchun optik ishlovning laboratoriya va dala natijalarini bergan bevosita tadqiqotlar (masalan, optik faollashtirish bo‘yicha keng qamrovli tajribalar, hamda lazerning spektroskopik tahliliga asoslangan ishlar). Ikkinchi qatlam — fizik oldindan ishlov texnologiyalarini umumiy nuqtai nazardan muhokama qiladigan sharh va metodologik maqolalar hamda lazer stimulyatsiyasining umumiy mexanizmlarini yoritadigan boshqa ekinlardagi dalillar. Bunday yondashuv chigit bo‘yicha “kam ma’lumot” muammosini yumshatadi, biroq xulosalarni chiqarishda ehtiyotkorlikni talab qiladi, chunki turli ekinlarda urug‘ struktura va biokimyosi farqli.

Har bir empirik ish quyidagi bloklar bo‘yicha baholandi: (1) urug‘ materiali tavsifi — nav, delint turi, namlik foizi, saqlash yoshi va boshlang‘ich unish ko‘rsatkichlari; (2) optik qurilma parametrlari — to‘lqin uzunligi, quvvat, nur dog‘i maydoni, irradians (Vt/sm²), flyuens (J/sm²), ekspozitsiya vaqti, impuls/uzluksiz rejim, yoritish geometriyasi; (3) eksperimental dizayn — nazorat guruhlari, randomizatsiya, takrorlar soni, laboratoriya va dala bog‘lanishi; (4) natija ko‘rsatkichlari — unish foizi va tezligi, vigor indeksi, ko‘chat biometrik parametrlari, stress testlari, dala hosildorligi; (5) statistik ishlov va xulosalarning asoslanganligi. Tanqidiy tahlilda ayniqsa parametrlar ta’rifining to‘liqligi va qayta ishlab chiqarish imkoniyati (replikatsiya) markaziy mezon sifatida olindi.

2. Lazer va optik ishlov texnologiyasining ilmiy asoslari

Urug‘ va lazer nuri o‘zaro ta’sirining fizik asosida yutilish, sochilish va energiyaning (asosan kimyoviy bog‘lar yoki pigmentlar tomonidan) qabul qilinishi yotadi. Chigit urug‘ida urug‘ po‘sti qalin, yuzasi notekis va delint qoldiqlari bo‘lishi mumkin; bu esa nur qaytishi va sochilishini kuchaytirib, embrionga yetib boradigan foton oqimini kamaytiradi. Shu bois to‘lqin uzunligi tanlashda urug‘ po‘sti va ichki to‘qimalarning yutilish spektri, shuningdek fotoretseptorlarning sezgir diapazonlari hisobga olinishi

kerak. Ko‘k diapazon (taxminan 400–470 nm) kriptoxrom va fototropinlar tizimini, qizil diapazon (taxminan 630–660 nm) esa fitoxrom tizimini ko‘proq faollashtirishi kutiladi.

Past quvvatli lazer ishlovining maqsadi urug‘ni sezilarli qizdirmasdan fotobiologik signal yaratishdir. Biroq “past quvvat” nisbiy: juda kichik nur dog‘i yoki urug‘ga yaqin masofa sabab irradians yuqori bo‘lib ketishi mumkin. Shuning uchun issiqlik effekti nazorat qilinmasa, mexanizm fotobiomodulyatsiyadan ko‘ra termik stressga yaqinlashadi. Bundan tashqari, optik ishlovning natijasi ko‘pincha chiziqsiz bo‘lib, “optimal doza oynasi” mavjud: optimumdan past doza sezilarli o‘zgarish bermasligi, optimumdan yuqori doza esa oksidlovchi stress va membrana shikastlanishi orqali unishni pasaytirishi mumkin. Bu holat “hormezis” konsepsiyasi bilan izohlanadi va fizik ishlovlar adabiyotida keng muhokama qilingan (Araújo et al., 2016).

Texnologik nuqtai nazardan birinchi muammo — dozaning bir tekisligi (uniformligi). Urug‘lar oqimda harakatlanganda bir-birini soyab qiladi, ayrim urug‘lar nurga to‘g‘ridan-to‘g‘ri, ayrimlari esa diffuz sochilgan nurga duch keladi. Laboratoriya tajribalarida urug‘lar odatda yupqa qatlamda yoyiladi va bir xil masofada ushlanadi; zavod sharoitida esa doza taqsimotini ta’minlash uchun urug‘larni aylantirish, vibratsion oziqlantirgichlar, ko‘p manbali yoritish yoki optik diffuzorlar talab etiladi. Aks holda, bir partiyada “past doza” va “ortiqcha doza” olgan urug‘lar aralashib ketib, natijalar dispersiyasi oshadi va statistik aniqlik pasayadi.

Ikkinchi muammo — urug‘ning boshlang‘ich holati. Chigit namligi (masalan, 7% yoki 12%), saqlash yoshi, delint turi (mexanik, kislotali yoki gazli), urug‘ po‘stining shikastlanganlik darajasi va mikroflora yuklamasi optik ishlovga javobni keskin o‘zgartirishi mumkin (Mylsamy et al., 2025). Masalan, kislotali delint urug‘ yuzasini tozalab, nurning kirishini osonlashtirishi mumkin, ammo noto‘g‘ri bajarilsa, po‘stni zaiflashtirib, optik stressga sezgirlikni oshiradi. Shuning uchun lazer ishlovi “universal retsept” emas, balki urug‘ partiyasiga moslanadigan, aniq parametrlar va sifat nazorati bilan qo‘llanadigan texnologiya sifatida ko‘rilishi lozim.

Uchinchi muhim masala — natijani baholash ko‘rsatkichlari. Lazer ishlovi ko‘pincha unish foizidan ko‘ra unish tezligi, vigor indeksi, ko‘chat ildizining uzunligi yoki stress testlaridagi ustunlik orqali namoyon bo‘ladi. Shuning uchun faqat yakuniy unish foiziga tayanish lazer effektini “ko‘rmaslik”ka olib kelishi mumkin. Ilmiy dizaynda unish kinetikasini (masalan, 24–72 soat oralig‘ida unib chiqish tezligi), ko‘chat biometrik ko‘rsatkichlarini va dala sharoitida “maydonning to‘lishi” kabi ko‘rsatkichlarni birlashtirish muhim.

3. Chigit urug‘larida lazer va optik faollashtirish bo‘yicha empirik dalillar

Chigit bo‘yicha optik faollashtirish tadqiqotlari hozircha sanoqli bo‘lsa-da, ayrim ishlar laboratoriya ko‘rsatkichlari bilan birga dala natijalarini ham beradi. Atta et al. (2023) optik oldindan faollashtirishning bir nechta variantini (ko‘k va qizil spektrli yorug‘lik diodlari, diod lazer, ultrabinafsha-B va ultrabinafsha-C ishlovlari) taqqoslab, laboratoriyada unish va vigor ko‘rsatkichlarini, so‘ngra turli sharoitli dala sinovlarini hisobot qilgan. Mualliflar ayrim protokollar unish ko‘rsatkichlarini sezilarli oshirishi va dala hosildorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi mumkinligini ko‘rsatadi. Ushbu ishning kuchli tomoni — laboratoriya natijalarini dala sharoitida tekshirishga urinishidir, chunki optik ishlovning iqtisodiy va agronomik qiymati aynan dalada namoyon bo‘ladi.

Shu bilan birga, Atta et al. (2023) ishida parametrlar ko‘pligi sabab sabab–natija zanjirini ajratish qiyinlashadi. Bir nechta spektrlar, bir nechta vaqt diapazonlari va turli muhitlar bir dizayn ichida berilganida, qaysi omil asosiy rol o‘ynaganini aniq aytish qiyin. Bundan tashqari, optik ishlov protokollarida flyuens va irradiansni to‘liq standartlash va berish masalasi har doim ham bir xil aniqlikda ko‘rinmaydi. Bu esa boshqa laboratoriyalar uchun protokolni qayta ishlab chiqarish (replikatsiya) imkonini cheklaydi. Qayta ishlab chiqarish muammosi ayniqsa lazer ishlovida muhim, chunki kichik geometrik farqlar (masofa, nur dog‘i, urug‘ qatlam qalinligi) doza taqsimotini tubdan o‘zgartiradi.

Chigitda lazerning molekulyar ta’siriga yaqinroq yondashgan ish sifatida Ahmed va Marouf (2025) ko‘k diod lazer (405 nm) bilan ishlov berib, ultrabinafsha-ko‘rinadigan spektroskopiya va Furye o‘zgartirishli infraqizil spektroskopiya yordamida urug‘ tarkibidagi yutilish va vibratsion chiziqlardagi

o‘zgarishlarni tahlil qiladi. Mualliflar past flyuens diapazonida (taxminan 0.167–0.667 J/sm²) “optimal doza” mavjudligini va doza oshganda unish tormozlanishi mumkinligini ko‘rsatadi. Ushbu ishning ilmiy qiymati shundaki, u biologik natijani (unish) bevosita fizik-kimyoviy signallar (spektral o‘zgarishlar) bilan bog‘lashga urinadi. Biroq metodologik nuqtai nazardan, spektroskopik signallarni biologik mexanizmga “ko‘prik” qilish uchun qo‘shimcha biomarkerlar (masalan, oksidlovchi stress markerlari, ferment faolligi, suv shimilishi) zarur; aks holda, spektrdagi farqning biologik sababini qat’iy isbotlash qiyin.

Chigitga bevosita lazer emas, balki ultrabinafsha nurlari bilan optik faollashtirish bo‘yicha Jawdat et al. (2020) uzoq muddat saqlangan chigitda ultrabinafsha-A, -B va -C kombinatsiyasi bilan ishlov berganda unish foizi oshishi, sho‘rlanish (natriy xlorid) va osmotik stress (polietilenglikol) sharoitida ko‘chat o‘sishi yaxshilanishini bildiradi. Ular stressga javob beruvchi ayrim genlarning ekspressiyasi vaqtinchalik faollashishini ham ko‘rsatadi. Ushbu natija optik ishlovning faqat “energiya berish” emas, balki signal transduksiyasi orqali stressga moslanish mexanizmlarini qo‘zg‘atishi mumkinligiga ishora qiladi. Biroq ultrabinafsha ishlov lazerga nisbatan fotokimyoviy shikastlanish xavfi yuqoriroq bo‘lgani uchun, uni lazer nurlantirish bilan bir xil toifada umumlashtirish ehtiyotkorlik bilan bajarilishi kerak.

Chigit bo‘yicha ishlar soni kamligi sababli, lazer nurlantirishning umumiy biologik naqshini tushunishda boshqa ekinlardagi dalillar muhim kontekst beradi. Masalan, Perveen et al. (2021) safflor urug‘larida geliy–neon lazer (632.8 nm) dozasini bosqichma-bosqich oshirib, unish va metabolitlar o‘zgarishida optimum doza mavjudligini ko‘rsatadi; mualliflar buni zaxira moddalarning parchalanishiga xizmat qiluvchi fermentlar faolligi bilan bog‘laydi. Klimek-Kopyra et al. (2022) soya urug‘larida ekishdan oldingi lazer stimulyatsiyasi hosil va urug‘ tarkibidagi oqsil hamda yog‘ fraksiyasiga ta’sir qilishi mumkinligini dala sharoitida ko‘rsatadi. Bu ishlar chigitga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘chirilmasa-da, lazerning “optimal doza oynasi” va agronomik natijaga chiqish ehtimoli borligini tasdiqlovchi umumiy dalil sifatida foydali.

4. Mexanizmlar: fotobiologik va biokimyoviy izohlar

Lazer nurlantirishning urug‘ unishiga ta’sirini tushuntirishda ikki asosiy, bir-birini to‘ldiruvchi konsepsiya mavjud: (i) fotoretseptorlar orqali signal uzatish; (ii) past darajadagi stress orqali moslanish (hormezis). Birinchi konsepsiyada ko‘k spektr kriptoxrom va fototropinlar, qizil spektr esa fitoxromlar tizimini faollashtirishi mumkin. Fotoretseptorlar orqali signal uzatilganda gormonlar balansi (gibberellin va abssiz kislota nisbatlari), hujayra devori yumshashi, endosperm/embrion o‘zaro aloqasi va gen ekspressiyasi kabi jarayonlar modulyatsiyalanadi. Urug‘ fiziologiyasida bu “oldindan signal berish” sifatida ko‘rilib, unish boshlanishi uchun kerakli metabolik yo‘llarni tezroq ishga tushirishi mumkin.

Ikkinchi konsepsiya — hormezis — lazerning past dozalari reaktiv kislorod turlarini mo‘‘tadil oshirib, antioksidant tizimni “tayyor holat”ga keltirishi mumkinligini ta’kidlaydi. Reaktiv kislorod turlari odatda zararlovchi omil sifatida qaralsa-da, past konsentratsiyalarda ular signal molekulalari vazifasini bajaradi. Optik ishlovdan keyin antioksidant fermentlar faollashsa, urug‘ ko‘chat bosqichida sovuq, sho‘rlanish yoki suv tanqisligi kabi stresslarga bardoshlilikni yaxshiroq namoyon qilishi mumkin. Jawdat et al. (2020) chigitda stressga javob genlarining vaqtinchalik faollashishini ko‘rsatgani ushbu konsepsiyaga mos keladi, biroq lazer bo‘yicha chigitda to‘liq antioksidant profili va oksidlovchi stress markerlari hali yetarli darajada o‘lchanmagan.

Spektroskopik dalillar mexanizmni tushuntirishda yordamchi bo‘lishi mumkin. Ahmed va Marouf (2025) lazer ishlovidan keyin UV-Vis va FTIR spektrlarda ayrim chiziqlarning siljishi va intensivligi o‘zgarishini ko‘rsatadi; mualliflar buni molekulyar qo‘zg‘alishlar va kimyoviy bog‘lar atrofida energiya qayta taqsimlanishi bilan izohlaydi. Biroq spektroskopik o‘zgarishning biologik “xulosaga” aylanishi uchun, masalan, membrana lipidlari oksidlanishi, oqsil konformatsiyasi, suv bilan bog‘lanish holati yoki ferment faolligi kabi ko‘rsatkichlar bilan bog‘lanish zanjiri qurilishi kerak. Aks holda, spektral signallar qiziqarli bo‘lsa-da, “qanday qilib” savoliga javob to‘liq bo‘lmay qoladi.

Adabiyotlar tahlili chigitda lazer nurlantirish bo‘yicha bir qator aniq bo‘shliqlarni ko‘rsatadi. Quyida ushbu bo‘shliqlar va ularni yopishga qaratilgan amaliy takliflar keltiriladi.

1) Parametrlar uchun minimal hisobot standarti yo‘q. Har bir tadqiqot kamida: to‘lqin uzunligi; quvvat; nur dog‘i maydoni; urug‘–manba masofasi; irradians; flyuens; ekspozitsiya vaqti; impuls/uzluksiz rejim; yoritish geometriyasi; urug‘ qatlam qalinligi; urug‘ning delint turi, namligi va saqlash yoshi; hamda boshlang‘ich unish ko‘rsatkichlarini standart formatda berishi zarur. Bu talab bajarilmasa, replikatsiya va meta-tahlil amalda mumkin bo‘lmaydi.

2) Doza–javob xaritalari yetarli emas. Ko‘pchilik ishlar 2–4 doza bilan cheklanadi; bu hormezis optimumini aniqlash uchun yetarli emas. Kelgusida javob sirt metodologiyasi asosida (masalan, irradians × vaqt × to‘lqin uzunligi) dizayn qurib, optimumni statistik modellashtirish va ishonch oralig‘i bilan berish kerak.

3) Urug‘ partiyasi va navlar bo‘yicha generalizatsiya cheklangan. Bir nav va bir partiyada topilgan optimum boshqasiga ko‘chmasligi mumkin. Shuning uchun kamida 3–5 xil partiya (turli saqlash yoshi va vigor darajasi) hamda kamida 2–3 navda tasdiqlovchi tajribalar talab etiladi. Shuningdek, delint usuli va qoplama mavjudligi omil sifatida dizaynga kiritilishi lozim.

4) Dala sinovlari ko‘p hududli va ko‘p yillik emas. Optik ishlovning amaliy qadri dala sharoitida, turli iqlim va agrofonlarda baholanadi. Atta et al. (2023) yo‘nalish bergan bo‘lsa-da, ko‘p yillik, ko‘p hududli sinovlar va standart agrotexnika protokollari bilan tasdiqlash hali kam.

5) Mexanistik biomarkerlar va sababiy zanjir yetishmaydi. Antioksidant fermentlar, lipid peroksidlanishi, suv shimilishi, gaz almashinuvi, gormonlar nisbatlari, zaxira moddalarning parchalanish kinetikasi kabi ko‘rsatkichlar lazer dozalari bilan birga tizimli o‘lchanishi zarur. Bu holda lazerning “signal” ta’siri va “stress” ta’sirini ajratish, optimumni biologik asoslash mumkin bo‘ladi.

6) Uzoq muddatli ta’sir va saqlash barqarorligi deyarli o‘rganilmagan. Lazer ishlovi ekishdan necha hafta yoki oy oldin berilganda ham samarali bo‘ladimi? Sovuq plazma bo‘yicha chigitda bunday uzoq muddatli effekt ko‘rsatilgan (de Groot et al., 2018); lazer uchun esa bu savol ochiq va sanoat joriy etish uchun juda muhim.

Kelgusi kun tartibi sifatida bosqichli yondashuv taklif etiladi: avval laboratoriyada to‘lqin uzunligi × flyuens × urug‘ namligi bo‘yicha optimum diapazon aniqlanadi; so‘ng asosiy biomarkerlar (oksidlovchi stress, antioksidantlar, suv shimilishi, fermentlar) o‘lchanadi; keyin ko‘p hududli dala sinovlari bilan barqarorlik tasdiqlanadi; va yakunda pilot oqim liniyasi uchun kalibrlash hamda iqtisodiy baholash bajariladi.

5. Xulosa

Chigit urug‘larini lazer nurlantirish orqali optik faollashtirish bo‘yicha hozirgi ilmiy dalillar texnologiyaning ijobiy potensialini ko‘rsatadi, biroq ilmiy bazaning parchalanishi va metodologik tafovutlar sabab umumiy “retsept” chiqarish erta. Dala natijalari mavjud bo‘lgan ishlar (masalan, Atta et al., 2023) texnologiyaning agronomik ahamiyatini ko‘rsatishga yaqinlashadi, spektral va molekulyar yondashuvlar (Ahmed & Marouf, 2025) esa doza–javob va mexanizmni tushunishga hissa qo‘shadi. Shunga qaramay, parametrlarni hisobot qilishdagi nomuvofiqlik, urug‘ partiyasi heterogenligi va replikatsiya yetishmasligi dalillarni umumlashtirishni cheklaydi.

Amaliy nuqtai nazardan lazer ishlovi ekologik jihatdan nisbatan toza va tez avtomatlashtiriladigan usul bo‘lishi mumkin, ammo sanoatlashtirishda uniform doza taqsimoti, xavfsizlik, integratsiya va iqtisodiy model masalalari hal qilinishi zarur. Ilmiy nuqtai nazardan esa asosiy vazifa — chigitning fotobiologik sezgirligi va hormezis optimumini aniqlash, ta’sirning sababiy mexanizmlarini biomarkerlar orqali ko‘rsatish hamda natijalarni ko‘p joyli, ko‘p yillik dala sinovlarida barqaror tasdiqlashdir. Shu shartlar bajarilgandagina lazer nurlantirish chigit urug‘larini ishlov berishning amaliy portfelida mustaqil va ishonchli texnologiya sifatida o‘rin egallashi mumkin.

Adabiyotlar

1. Ahmed, A., & Marouf, A. (2025). Photophysical mechanisms of low-level laser irradiation on cotton seeds: Spectroscopic insights into molecular excitations. Advanced Physical Research, 7(3), 189–202. https://doi.org/10.62476/apr.73189

2. Araújo, S. de S., Paparella, S., Dondi, D., Bentivoglio, A., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2016). Physical methods for seed invigoration: Advantages and challenges in seed technology. Frontiers in Plant Science, 7, 646. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646

3. Atta, B. M., Saleem, M., Abro, S., Rizwan, M., Sarwar, G., & Farooq, A. (2023). Enhancement of germination and yield of cotton through optical seed priming: Lab. and diverse environment studies. PLOS ONE, 18(7), e0288255. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288255

4. de Groot, G. J. J. B., Hundt, A., Murphy, A. B., Bange, M. P., & Mai-Prochnow, A. (2018). Cold plasma treatment for cotton seed germination improvement. Scientific Reports, 8(1), 14372. https://doi.org/10.1038/s41598-018-32692-9

5. Jawdat, D., Abu Kassem, I., Saleh, A., Aljapawe, A., Ikhtiar, A., & Al-Safadi, B. (2020). Priming of long-term stored cotton seeds using combined UV-A, B and C radiation and its influence on germination. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 16(4), 82–94.

6. Klimek-Kopyra, A., Neugschwandtner, R. V., Ślizowska, A., Kot, D., Dobrowolski, J. W., Pilch, Z., & Dacewicz, E. (2022). Pre-sowing laser light stimulation increases yield and protein and crude fat contents in soybean. Agriculture, 12(10), 1510. https://doi.org/10.3390/agriculture12101510

7. Mylsamy, P., Tamilmani, E., Venugopal, R., Murugaiyan, S., & Ranganathan, U. (2025). Cotton seed management: Traditional and emerging treatment approaches for enhanced productivity. Journal of Cotton Research, 8, 7. https://doi.org/10.1186/s42397-024-00209-7

8. Perveen, R., Ali, Q., Ashraf, M., Al-Qurainy, F., Jamil, Y., & Raza, A. (2021). Quantitative determination of the effects of He–Ne laser irradiation on seed thermodynamics, germination attributes and metabolites of safflower (Carthamus tinctorius L.) in relation with the activities of potential germinating enzymes. Agronomy, 11(7), 1411. https://doi.org/10.3390/agronomy11071411

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Chemistry of Goods

ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ОПТИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ

Ибрагим Рахманович Аскаров
Андижанский государственный университет, Профессор кафедры химии, доктор химических наук, заслуженный изобретатель Республики Узбекистан, председатель Академии ТАБОБАТ Республики Узбекистан
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Шухрат Кушакбоевич Абдурахмонов
Андижанский государственный университет, независимый исследователь
https://orcid.org/0009-0005-6183-4265

Обиджон Шахабидинович Абдуллоев
Андижанский государственный университет, Заведующий кафедрой "Химия природных соединений и пищевых продуктов", доцент, доктор химических наук (DSc), член Академии Табобат Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.608

Ключевые слова:
семена хлопчатника, лазерное облучение, оптическая предпосевная активация, фотобиомодуляция, плотность энергии

Аннотация

В данном литературном обзоре последовательно анализируются научные исследования, посвящённые предпосевной обработке семян хлопчатника лазерным излучением (оптической предактивации). В хлопководстве равномерные и быстрые всходы (однородное заполнение поля), раннее развитие и конечная урожайность во многом зависят от физиологического состояния семян, условий их хранения, а также стрессовых факторов в период посева. Лазерное облучение рассматривается как физический метод, образующий меньше отходов по сравнению с химической обработкой семян и легко поддающийся автоматизации.В обзоре обобщены основные работы по оптической обработке семян хлопчатника (диодные лазеры синего спектра, различные светодиоды, обработки в ультрафиолетовом диапазоне), а также соответствующие механистические объяснения (активация фоторецепторов, баланс реактивных форм кислорода, проницаемость мембран и мобилизация запасных веществ). На основе спектроскопических данных показан нелинейный характер «hormezis» как тип ответа на дозу лазерного воздействия: стимулирующий эффект при низких дозах и ингибирующее действие при избыточных дозах рассматриваются как ключевая проблема.Кроме того, критически оцениваются сильные и слабые стороны имеющихся данных — экспериментальный дизайн, воспроизводимость, различия партий семян (лотов), внешняя валидность в полевых условиях, стандартизация параметров и инженерные ограничения при масштабировании технологии до промышленного уровня. В заключение предлагаются конкретные направления дальнейших исследований, включая минимальные стандарты отчётности, оптимизацию зависимости «доза–эффект» и проведение многофакторных полевых испытаний в различных агроэкологических зонах.

Как цитировать

Аскаров, И. Р., Абдурахмонов, Ш. К., & Абдуллоев, О. Ш. ЛАЗЕРНАЯ ОБРАБОТКА СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА: ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ОПТИЧЕСКОЙ АКТИВАЦИИ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.608

1. Введение

Хлопчатник (*Gossypium hirsutum* L.) в системе сельскохозяйственного производства характеризуется тем, что качество семян и начальное развитие всходов являются одними из ключевых факторов формирования урожая. На практике механические повреждения семян (в процессе джинирования и делинтирования), перекисное окисление липидов при хранении, а также нарушения режима влажности и температуры приводят к снижению энергии прорастания семян и вызывают запаздывающее и неравномерное прорастание в полевых условиях.В результате нарушается равномерность заполнения поля, усиливается внутривидовая конкуренция растений в рядках, возрастает давление сорных растений и снижается стабильность урожайности. Проблемы качества семян особенно обостряются в условиях жарких и влажных сезонов, засоления почв, а также при ранних сроках посева, сопряжённых с высоким риском повреждения холодом (Mylsamy et al., 2025).

Предпосевная обработка семян широко применяется на практике и включает такие подходы, как химическая обработка, инкрустация семян, гидропредпосевная обработка (увлажнение с активацией), осмотическая предпосевная обработка и биологическая предпосевная обработка. Однако при использовании химических средств остаются актуальными проблемы экологического следа, безопасности операторов, формирования резистентности и наличия остаточных веществ (резидуев). В этом контексте методы, относящиеся к «физической активации семян», в частности применение электромагнитных полей, ультразвука, плазмы и светового воздействия, рассматриваются как перспективное направление (Araújo et al., 2016). Физические методы, как правило, быстры, не требуют реагентов и могут быть интегрированы в производственные линии.

Лазерное облучение (обработка семян с использованием низкоинтенсивного лазера) является одной из наиболее обсуждаемых и приближённых к практике форм оптической предпосевной активации. Основное преимущество лазера заключается в возможности точного контроля дозы и спектра, то есть длины волны, плотности мощности (иррадиации), плотности энергии (флюенса) и времени экспозиции с высокой воспроизводимостью. Вместе с тем универсального протокола лазерной обработки не существует: степень делинтации семян, толщина семенной кожуры, наличие пигментов, влажность и возраст хранения, а также микрофлора семян могут существенно влиять на оптический ответ. Поэтому лазерная обработка часто демонстрирует нелинейный гормезисный тип ответа на дозу воздействия: при низких дозах наблюдается стимулирующий эффект, тогда как при избыточных дозах — ингибирующее действие (Araújo et al., 2016).

Целью данного литературного обзора является последовательный и критический анализ существующих научных исследований по предпосевной обработке семян хлопчатника лазером (а в более широком смысле — оптическими методами). В обзоре рассматриваются: (i) основные эмпирические результаты по семенам хлопчатника; (ii) технические параметры, определяющие дозу лазерного воздействия, и стандарты их представления; (iii) возможные механизмы (фоторецепторы, баланс реактивных форм кислорода, мембранные процессы и метаболизм); (iv) методологические ограничения и проблемы воспроизводимости; (v) требования к индустриализации и внедрению; а также (vi) конкретные исследовательские пробелы и практическая повестка для будущих работ.

Ввиду ограниченного количества исследований по лазерному облучению семян хлопчатника, в данном обзоре источники отбирались на двух уровнях. Первый уровень включает прямые исследования, посвящённые оптической обработке семян хлопчатника с получением лабораторных и полевых результатов (например, работы по оптической активации с широким экспериментальным охватом, а также исследования, основанные на спектроскопическом анализе лазерного воздействия). Второй уровень охватывает обзорные и методологические статьи, рассматривающие технологии физической предпосевной обработки в целом, а также данные по другим культурам, освещающие общие механизмы лазерной стимуляции. Такой подход позволяет частично компенсировать проблему ограниченности данных по хлопчатнику, однако требует

осторожности при формулировании выводов, поскольку структура семян и их биохимические особенности могут существенно различаться у разных культур.

Каждая эмпирическая работа оценивалась по следующим блокам:

(1) характеристика семенного материала — сорт, тип делинтирования, влажность (%), срок хранения и исходные показатели всхожести;

(2) параметры оптического устройства — длина волны, мощность, площадь светового пятна, иррадианс (Вт/см²), флюенс (Дж/см²), время экспозиции, импульсный/непрерывный режим, геометрия облучения;

(3) экспериментальный дизайн — контрольные группы, рандомизация, число повторностей, связь лабораторных и полевых исследований;

(4) показатели результатов — процент и скорость прорастания, индекс энергии биометрические параметры проростков, стресс-тесты, полевая урожайность;

(5) статистическая обработка и обоснованность выводов.

2. Научные основы технологии лазерной и оптической обработки

Физической основой взаимодействия семян и лазерного излучения являются процессы поглощения, рассеяния и передачи энергии (преимущественно химическим связям или пигментам). У семян хлопчатника оболочка толстая, поверхность неровная, возможны остатки делинта, что усиливает отражение и рассеяние света и уменьшает поток фотонов, достигающих зародыша. Поэтому при выборе длины волны необходимо учитывать спектры поглощения семенной оболочки и внутренних тканей, а также диапазоны чувствительности фоторецепторов. Ожидается, что синий диапазон (примерно 400–470 нм) преимущественно активирует системы криптохромов и фототропинов, тогда как красный диапазон (примерно 630–660 нм) — систему фитохромов.

Цель обработки низкомощным лазером — создание фотобиологического сигнала без значительного нагревания семени. Однако понятие «низкая мощность» является относительным: при очень малом размере светового пятна или близком расстоянии до семени иррадианс может существенно возрасти. Поэтому при отсутствии контроля теплового эффекта механизм воздействия может смещаться от фотобиомодуляции к термическому стрессу. Кроме того, эффект оптической обработки часто носит нелинейный характер и характеризуется наличием «окна оптимальной дозы»: доза ниже оптимальной может не вызывать заметных изменений, тогда как превышение оптимума способно снижать всхожесть за счёт окислительного стресса и повреждения мембран. Это явление объясняется концепцией гормезиса и широко обсуждается в литературе по физическим методам обработки (Araújo et al., 2016).

С технологической точки зрения первой проблемой является равномерность дозы (однородность облучения). При движении семян в потоке они частично затеняют друг друга: одни подвергаются прямому воздействию излучения, другие — лишь диффузно рассеянному свету. В лабораторных условиях семена, как правило, размещаются тонким слоем и удерживаются на одинаковом расстоянии от источника излучения; в промышленных же условиях для обеспечения равномерного распределения дозы требуются вращение семян, вибрационные питатели, многоточечные источники света или оптические диффузоры. В противном случае в одной партии смешиваются семена, получившие «недостаточную» и «избыточную» дозу, что увеличивает дисперсию результатов и снижает статистическую достоверность.

Вторая проблема — исходное состояние семян. Влажность хлопковых семян (например, 7% или 12%), срок хранения, тип делинтирования (механическое, кислотное или газовое), степень повреждённости оболочки и уровень микрофлоры могут существенно влиять на отклик на оптическую обработку (Mylsamy et al., 2025). Например, кислотное делинтирование может очищать поверхность семени и облегчать проникновение излучения, однако при неправильном проведении оно способно ослабить оболочку и повысить чувствительность к оптическому стрессу. Следовательно, лазерная обработка не является «универсальным рецептом», а должна

рассматриваться как технология, адаптируемая к конкретной партии семян, с чётко заданными параметрами и строгим контролем качества.

Третьим ключевым вопросом являются критерии оценки эффективности. Воздействие лазерной обработки зачастую проявляется не в увеличении общего процента всхожести, а в ускорении прорастания, повышении жизнеспособности (vigor), увеличении длины корневой системы проростков и лучшей устойчивости в стрессовых условиях. В связи с этим использование только итогового показателя всхожести может привести к недооценке эффекта обработки.При построении научного эксперимента целесообразно применять комплексный подход, включающий анализ динамики прорастания (например, в промежутке 24–72 часов), оценку биометрических параметров проростков, а также полевые показатели, такие как равномерность и полнота всходов.

3. Эмпирические данные по лазерной и оптической активации семян хлопчатника

Исследования по оптической активации семян хлопчатника пока немногочисленны, однако ряд работ включает не только лабораторные показатели, но и полевые результаты. Так, Atta et al. (2023) сравнили несколько вариантов предпосевной оптической обработки (светодиоды синего и красного спектра, диодный лазер, а также обработки ультрафиолетом-B и ультрафиолетом-C), оценив лабораторные показатели всхожести и энергии прорастания, а затем представили результаты полевых испытаний в различных условиях. Авторы показали, что отдельные протоколы способны существенно повышать показатели прорастания и оказывать положительное влияние на урожайность. Сильной стороной данной работы является попытка верификации лабораторных данных в полевых условиях, поскольку именно в поле проявляется практическая агрономическая и экономическая значимость оптической обработки.

В то же время в работе Atta et al. (2023) из-за большого числа модифицируемых параметров затрудняется выделение чёткой причинно-следственной связи. Когда в рамках одного экспериментального дизайна используются различные спектры, диапазоны экспозиции и условия среды, становится сложно определить, какой именно фактор играет решающую роль. Кроме того, в описании протоколов оптической обработки не всегда с одинаковой точностью представлены и стандартизированы такие параметры, как флюенс и иррадианс. Это ограничивает возможности воспроизводимости (репликации) результатов в других лабораториях. Проблема воспроизводимости особенно актуальна для лазерной обработки, поскольку даже небольшие геометрические различия (расстояние до источника, размер светового пятна, толщина слоя семян) могут существенно изменить распределение дозы.

В качестве работы, более близко рассматривающей молекулярное действие лазера на семена хлопчатника, можно отметить исследование Ahmed и Marouf (2025), в котором применялся синий диодный лазер (405 нм). С использованием ультрафиолетово-видимой спектроскопии и инфракрасной спектроскопии с преобразованием Фурье авторы анализировали изменения в спектрах поглощения и вибрационных линиях компонентов семян. Показано, что в диапазоне низких значений флюенса (примерно 0,167–0,667 Дж/см²) существует «окно оптимальной дозы», тогда как при увеличении дозы может наблюдаться торможение прорастания. Научная значимость данной работы заключается в попытке напрямую связать биологический результат (всхожесть) с физико-химическими сигналами (спектральными изменениями). Однако с методологической точки зрения для установления «моста» между спектроскопическими сигналами и биологическими механизмами необходимы дополнительные биомаркеры (например, маркеры окислительного стресса, активность ферментов, водопоглощение); в противном случае трудно однозначно доказать биологическую природу наблюдаемых спектральных различий.

В исследованиях оптической активации семян хлопчатника с использованием не лазерного излучения, а ультрафиолетового света, Jawdat et al. (2020) показали, что обработка комбинацией ультрафиолета A, B и C повышает всхожесть длительно хранившихся семян, а также улучшает рост проростков в условиях солевого (хлорид натрия) и осмотического (полиэтиленгликоль) стресса. Авторы также продемонстрировали временную активацию экспрессии некоторых генов, связанных

со стресс-ответом. Эти результаты указывают на то, что оптическая обработка может действовать не только как источник энергии, но и как фактор, инициирующий механизмы адаптации к стрессу через сигнальные пути. Вместе с тем, учитывая более высокий риск фотохимического повреждения при ультрафиолетовом воздействии по сравнению с лазерным облучением, объединение этих подходов в одну категорию требует осторожности.

Из-за ограниченного числа исследований по хлопчатнику важный контекст для понимания общих биологических закономерностей лазерного облучения дают данные по другим сельскохозяйственным культурам. Так, Perveen et al. (2021), поэтапно увеличивая дозу гелий–неонового лазера (632,8 нм) при обработке семян сафлора, показали наличие оптимальной дозы, при которой наблюдаются наилучшие показатели прорастания и изменения метаболитов; авторы связывают этот эффект с активацией ферментов, участвующих в мобилизации запасных веществ.

Klimek-Kopyra et al. (2022) в полевых условиях продемонстрировали, что предпосевная лазерная стимуляция семян сои может влиять как на урожайность, так и на состав семян, включая белковую и жировую фракции. Хотя эти результаты не могут быть напрямую экстраполированы на хлопчатник, они служат важным подтверждением существования «окна оптимальной дозы» лазерного воздействия и его потенциального выхода на агрономически значимые эффекты.

4. Механизмы: фотобиологические и биохимические объяснения

Для объяснения влияния лазерного облучения на прорастание семян рассматриваются две основные, взаимодополняющие концепции:

(1) передача сигналов через фоторецепторы;

(2) адаптация через низкоинтенсивный стресс (hormezis). В рамках первой концепции предполагается, что излучение синего спектра активирует системы криптохромов и фототропинов, тогда как красный спектр воздействует на фитохромную систему. Активация фоторецепторов приводит к запуску сигнальных каскадов, в результате чего модулируются такие процессы, как гормональный баланс (соотношение гиббереллинов и абсцизовой кислоты), размягчение клеточной стенки, взаимодействие эндосперма и зародыша, а также экспрессия генов. В физиологии семян это можно рассматривать как «предварительную сигнализацию», способствующую более быстрому запуску метаболических путей, необходимых для начала прорастания.

Вторая концепция — *hormezis* — предполагает, что низкие дозы лазерного воздействия могут умеренно повышать уровень активных форм кислорода, переводя антиоксидантную систему в «подготовленное» состояние. Хотя активные формы кислорода традиционно рассматриваются как повреждающий фактор, при низких концентрациях они выполняют функцию сигнальных молекул. При активации антиоксидантных ферментов после оптической обработки проростки могут проявлять повышенную устойчивость к стрессам, таким как холод, засоление или дефицит влаги. Результаты Jawdat et al. (2020), показавшие временную активацию генов стресс-ответа у хлопчатника, согласуются с данной концепцией, однако для лазерной обработки семян хлопчатника полный профиль антиоксидантной системы и маркеры окислительного стресса пока изучены недостаточно. Спектроскопические данные могут служить вспомогательным инструментом для интерпретации механизмов. Ahmed и Marouf (2025) показали, что после лазерной обработки в спектрах UV-Vis и FTIR наблюдаются сдвиги отдельных полос и изменения их интенсивности; авторы объясняют это молекулярными возбуждениями и перераспределением энергии в области химических связей. Однако для того чтобы спектроскопические изменения можно было интерпретировать в биологическом контексте, необходимо выстроить причинно-следственную связь с такими показателями, как окисление мембранных липидов, конформационные изменения белков, состояние гидратации или активность ферментов. В противном случае, несмотря на информативность спектральных сигналов, ответ на вопрос «каким образом» остаётся неполным.

Анализ литературы выявляет ряд существенных пробелов в исследованиях лазерного облучения семян хлопчатника. Ниже представлены эти пробелы и практические предложения, направленные на их устранение.

1) Отсутствует минимальный стандарт отчётности параметров. В каждом исследовании необходимо в унифицированном формате указывать как минимум: длину волны; мощность; площадь светового пятна; расстояние «источник–семя»; иррадианс; флюенс; время экспозиции; импульсный или непрерывный режим; геометрию облучения; толщину слоя семян; тип делинтирования, влажность и срок хранения семян; а также исходные показатели всхожести. При невыполнении этих требований воспроизводимость (репликация) и проведение метаанализа фактически становятся невозможными.

2) Недостаточность данных по зависимости «доза–эффект». Большинство исследований ограничивается 2–4 уровнями дозы, что недостаточно для выявления оптимума в рамках гормезиса. В дальнейшем следует использовать дизайн на основе методологии поверхности отклика (например, иррадианс × время × длина волны), с последующим статистическим моделированием оптимальных условий и представлением результатов с доверительными интервалами.

3) Ограниченная обобщаемость по партиям и сортам семян. Оптимальные параметры, полученные для одного сорта и одной партии, могут не воспроизводиться в других условиях. Поэтому необходимы подтверждающие эксперименты как минимум на 3–5 различных партиях (с разным сроком хранения и уровнем жизнеспособности), а также на 2–3 сортах. Кроме того, в экспериментальный дизайн следует включать такие факторы, как способ делинтирования и наличие защитного покрытия семян.

4) Полевые испытания недостаточно представлены в многоцентровом и многолетнем формате. Практическая ценность оптической обработки оценивается именно в полевых условиях, при различных климатических и агрофоновых характеристиках. Хотя работа Atta et al. (2023) задала определённое направление, подтверждение результатов в виде многолетних и многоцентровых испытаний с использованием стандартизированных агротехнических протоколов остаётся ограниченным.

5) Недостаток механистических биомаркеров и причинно-следственных связей. Необходимо систематически измерять такие показатели, как активность антиоксидантных ферментов, уровень перекисного окисления липидов, водопоглощение, газообмен, соотношение гормонов, кинетика мобилизации запасных веществ — в привязке к различным дозам лазерного воздействия. Это позволит разделить сигнальный и стрессовый эффекты лазера, а также биологически обосновать оптимальные режимы обработки.

6) Долговременные эффекты и стабильность при хранении практически не изучены. Остаётся открытым вопрос: сохраняется ли эффект лазерной обработки, если она проводится за несколько недель или месяцев до посева? Для холодной плазмы подобный длительный эффект у семян хлопчатника уже показан (de Groot et al., 2018), однако для лазерного воздействия этот аспект остаётся недостаточно исследованным и имеет ключевое значение для промышленного внедрения.

В качестве перспективной повестки предлагается поэтапный подход: на первом этапе в лабораторных условиях определяется оптимальный диапазон параметров (длина волны × флюенс × влажность семян); затем оцениваются ключевые биомаркеры (окислительный стресс, антиоксидантная система, водопоглощение, ферментативная активность); далее проводится валидация в многоцентровых полевых испытаниях; и, наконец, осуществляется калибровка пилотной технологической линии с последующей экономической оценкой.

5. Заключение (альтернативный вариант)

Совокупность имеющихся данных по лазерной оптической активации семян хлопчатника указывает на перспективность данного подхода, однако текущий уровень доказательной базы остаётся недостаточно консолидированным для выработки универсальных технологических рекомендаций. Исследования, включающие полевые испытания (например, Atta et al., 2023), демонстрируют потенциальную агрономическую значимость метода, тогда как спектрально-молекулярные работы (Ahmed & Marouf, 2025) углубляют понимание механизмов действия и

закономерностей «доза–эффект». В то же время различия в методологии, отсутствие стандартизации параметров и ограниченная воспроизводимость существенно затрудняют сопоставление и интеграцию результатов.

С прикладной точки зрения лазерная обработка представляет интерес как экологически безопасная и технологически гибкая альтернатива, пригодная для автоматизации. Однако её промышленное внедрение требует решения ряда ключевых задач, включая обеспечение однородности дозирования, разработку безопасных и интегрируемых технологических решений, а также экономическое обоснование эффективности.

С научной стороны приоритетными направлениями остаются уточнение фотобиологической чувствительности семян, выявление оптимальных доз в рамках концепции гормезиса, а также установление чётких причинно-следственных связей на основе биомаркеров. Критически важным этапом является подтверждение полученных эффектов в многофакторных, многоцентровых и многолетних полевых исследованиях. Лишь при комплексном решении указанных задач лазерная технология сможет занять устойчивое и обоснованное место в системе предпосевной обработки семян хлопчатника.

Список литературы

1. Ahmed, A., & Marouf, A. (2025). Photophysical mechanisms of low-level laser irradiation on cotton seeds: Spectroscopic insights into molecular excitations. Advanced Physical Research, 7(3), 189–202. https://doi.org/10.62476/apr.73189

2. Araújo, S. de S., Paparella, S., Dondi, D., Bentivoglio, A., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2016). Physical methods for seed invigoration: Advantages and challenges in seed technology. Frontiers in Plant Science, 7, 646. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646

3. Atta, B. M., Saleem, M., Abro, S., Rizwan, M., Sarwar, G., & Farooq, A. (2023). Enhancement of germination and yield of cotton through optical seed priming: Lab. and diverse environment studies. PLOS ONE, 18(7), e0288255. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288255

4. de Groot, G. J. J. B., Hundt, A., Murphy, A. B., Bange, M. P., & Mai-Prochnow, A. (2018). Cold plasma treatment for cotton seed germination improvement. Scientific Reports, 8(1), 14372. https://doi.org/10.1038/s41598-018-32692-9

5. Jawdat, D., Abu Kassem, I., Saleh, A., Aljapawe, A., Ikhtiar, A., & Al-Safadi, B. (2020). Priming of long-term stored cotton seeds using combined UV-A, B and C radiation and its influence on germination. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 16(4), 82–94.

6. Klimek-Kopyra, A., Neugschwandtner, R. V., Ślizowska, A., Kot, D., Dobrowolski, J. W., Pilch, Z., & Dacewicz, E. (2022). Pre-sowing laser light stimulation increases yield and protein and crude fat contents in soybean. Agriculture, 12(10), 1510. https://doi.org/10.3390/agriculture12101510

7. Mylsamy, P., Tamilmani, E., Venugopal, R., Murugaiyan, S., & Ranganathan, U. (2025). Cotton seed management: Traditional and emerging treatment approaches for enhanced productivity. Journal of Cotton Research, 8, 7. https://doi.org/10.1186/s42397-024-00209-7

8. Perveen, R., Ali, Q., Ashraf, M., Al-Qurainy, F., Jamil, Y., & Raza, A. (2021). Quantitative determination of the effects of He–Ne laser irradiation on seed thermodynamics, germination attributes and metabolites of safflower (Carthamus tinctorius L.) in relation with the activities of potential germinating enzymes. Agronomy, 11(7), 1411. https://doi.org/10.3390/agronomy11071411

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Chemistry of Goods

LASER TREATMENT OF COTTON SEEDS: A LITERATURE REVIEW ON OPTICAL ACTIVATION

Ibragim R. Askarov
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Honored Inventor of the Republic of Uzbekistan, Chairman of the TABOBAT Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Shuhrat K. Abdurahmonov
Andijan State University, Independent researcher
https://orcid.org/0009-0005-6183-4265

Obidjon Sh. Abdulloev
Andijan State University, Head of the Department of Chemistry of Natural Compounds and Food Products, Associate Professor, Doctor of Chemical Sciences (DSc), Member of the Tabobat Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.608

Keywords:
cotton seeds, laser irradiation, optical pre-activation, photobiomodulation, energy density

Abstract

This literature review consistently analyzes scientific studies on pretreatment of cotton seeds with laser light (optical preactivation). In cotton, uniform and rapid emergence of seedlings (uniform field coverage), early development and final yield largely depend on the physiological state of the seed, storage conditions and stress factors at the time of sowing. Laser irradiation is considered a physical method that produces less waste than chemical seed treatment, and is rapidly automated. The review summarizes the main optical treatments for seeds (blue-spectrum diode laser, various light-emitting diodes, ultraviolet treatments) and their associated mechanistic explanations (activation of photoreceptors, balance of reactive oxygen species, membrane permeability and mobilization of reserve substances). Based on spectroscopic evidence, the nonlinear response of laser dose to “hormesis” is highlighted as a persistent problem: a tendency to stimulate at low doses and inhibit at higher doses. The strengths and weaknesses of the available evidence—experimental design, repeatability, seed lot (lot) variation, external validity in field conditions, parameter standardization, and engineering limitations in transferring the technology to industrial scale—are also critically assessed. Finally, specific research gaps on the topic are identified and a practical agenda for future research is proposed, including a minimum reporting standard, dose–response optimization, and multisite field trials.

How to Cite

Askarov, I. R., Abdurahmonov, S. K., & Abdulloev, O. S. LASER TREATMENT OF COTTON SEEDS: A LITERATURE REVIEW ON OPTICAL ACTIVATION. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.608

1. Introduction

In cotton (Gossypium hirsutum L.) production systems, seed quality and early seedling development are fundamental factors for crop formation. In practice, mechanical damage to seeds (during ginning and delinting processes), oil peroxidation during storage, as well as disturbances in the moisture-temperature regime reduce seed vigor, leading to delayed and uneven germination in the field. As a result, uniform field coverage is disrupted, competition between plants within rows increases, weed pressure increases, and crop

stability decreases. Seed quality problems are especially acute during hot and humid seasons, early sowing periods, when the risk of salinity and frost damage is high (Mylsamy et al., 2025).

Pre-sowing seed treatment is widespread in practice, and there are approaches such as chemical treatment, seed coating, hydropretreatment (wet activation), osmotic pretreatment, and biological pretreatment. However, the environmental footprint, operator safety, resistance and residues of chemical treatments remain a pressing issue. In this context, methods that fall under the category of "physical seed activation", such as the use of electromagnetic fields, ultrasound, plasma and light, are considered promising (Araújo et al., 2016). Physical methods are generally rapid, do not require reagents and may be suitable for integration into production lines.

Laser irradiation (low-power laser seed treatment) is one of the most discussed and practical forms of optical pre-treatment. The main advantage of laser is the ability to precisely control the dose and spectrum, i.e. wavelength, power density (irradiance), energy density (fluence) and exposure time in a reproducible manner. However, there is no "universal" protocol for laser treatment: the state of the seed delinquent, the thickness of the seed coat, pigments, humidity and storage age, and even the microflora load of the seed all modify the optical response. Therefore, laser treatment often exhibits a nonlinear response, characteristic of "hormesis": at low doses, a stimulating effect is observed, and at higher doses, an inhibitory effect (Araújo et al., 2016).

The aim of this literature review is to provide a consistent and critical analysis of the available scientific research on laser (and, more broadly, optical) pre-treatment of seed. The review outlines (i) key empirical findings on the seed; (ii) technical parameters determining laser dose and their reporting standards; (iii) possible mechanisms (photoreceptors, reactive oxygen species balance, membrane, and metabolism); (iv) methodological limitations and reproducibility issues; (v) requirements for industrialization and implementation; and (vi) specific gaps and practical agendas for future research.

Due to the limited number of studies on laser irradiation of seeds, this review selected sources in two layers. The first layer is direct studies that provide laboratory and field results of optical pretreatment for seeds of cereals (for example, extensive experiments on optical activation, and works based on spectroscopic analysis of lasers). The second layer is review and methodological articles that discuss physical pretreatment technologies in general terms, and evidence from other crops that shed light on the general mechanisms of laser stimulation. This approach mitigates the problem of "poor knowledge" on seeds, but requires caution in drawing conclusions, since the structure and biochemistry of seeds in different crops differ.

Each empirical study was assessed according to the following blocks: (1) description of the seed material—variety, type of delint, percentage of moisture, storage age, and initial germination rates; (2) optical device parameters — wavelength, power, spot area, irradiance (W/cm²), fluence (J/cm²), exposure time, pulse/continuous mode, illumination geometry; (3) experimental design — control groups, randomization, number of replicates, laboratory and field linkage; (4) outcome measures — germination percentage and rate, vigor index, seedling biometric parameters, stress tests, field yield; (5) statistical processing and validity of conclusions. In the critical analysis, the completeness of the parameter definition and the possibility of reproducibility (replication) were taken as central criteria.

2. Scientific basis of laser and optical processing technology

The physical basis of the interaction between seeds and laser light is the absorption, scattering and reception of energy (mainly by chemical bonds or pigments). In the case of seeds, the seed coat may be thick, the surface may be uneven and there may be remnants of delinquent matter; this increases the reflection and scattering of light, reducing the photon flux reaching the embryo. Therefore, when choosing a wavelength, the absorption spectrum of the seed coat and internal tissues, as well as the sensitive ranges of photoreceptors, should be taken into account. The blue range (approximately 400–470 nm) is expected to activate the cryptochrome and phototropin systems more, and the red range (approximately 630–660 nm) is expected to activate the phytochrome system more.

The goal of low-power laser processing is to generate a photobiological signal without significantly heating the seed. However, “low power” is relative: the irradiance can be high due to a very small light spot or close distance to the seed. Therefore, if the thermal effect is not controlled, the mechanism is closer to thermal stress than to photobiomodulation. Furthermore, the outcome of optical treatments is often nonlinear and there is an “optimal dose window”: doses below the optimum do not produce significant changes, while doses above the optimum do may reduce germination through oxidative stress and membrane damage. This is explained by the concept of “hormesis” and has been widely discussed in the literature on physical treatments (Araújo et al., 2016).

From a technological perspective, the first problem is dose uniformity. Seeds shade each other as they move through the flow, with some seeds exposed to direct light and others to diffusely scattered light. In laboratory experiments, seeds are usually spread in a thin layer and held at a uniform distance; in a factory setting, seed turning, vibrating feeders, multi-source lighting, or optical diffusers are required to ensure dose distribution. Otherwise, “under- and over-dosed” seeds in the same batch will be mixed, increasing the dispersion of results and reducing statistical precision. The second problem is the initial state of the seed. Seed moisture (e.g., 7% or 12%), storage age, type of delinting (mechanical, acidic, or gaseous), degree of seed coat damage, and microflora load can dramatically change the response to optical treatment (Mylsamy et al., 2025). For example, acid delint can clean the seed surface and facilitate the penetration of light, but if done incorrectly, it can weaken the skin and increase sensitivity to optical stress. Therefore, laser treatment should not be seen as a “universal recipe”, but as a technology that can be adapted to the seed lot, with precise parameters and quality control.

From a technological perspective, the first problem is dose uniformity. Seeds shade each other as they move through the flow, with some seeds exposed to direct light and others to diffusely scattered light. In laboratory experiments, seeds are usually spread in a thin layer and held at a uniform distance; in a factory setting, seed turning, vibrating feeders, multi-source lighting, or optical diffusers are required to ensure dose distribution. Otherwise, “under- and over-dosed” seeds in the same batch will be mixed, increasing the dispersion of results and reducing statistical precision. The second problem is the initial state of the seed. Seed moisture (e.g., 7% or 12%), storage age, type of delinting (mechanical, acidic, or gaseous), degree of seed coat damage, and microflora load can dramatically change the response to optical treatment (Mylsamy et al., 2025). For example, acid delint can clean the seed surface and facilitate the penetration of light, but if done incorrectly, it can weaken the skin and increase sensitivity to optical stress. Therefore, laser treatment should not be seen as a “universal recipe”, but as a technology that can be adapted to the seed lot, with precise parameters and quality control.

The third important issue concerns outcome assessment metrics. The effects of laser treatment are often more evident in germination rate, vigor index, seedling root length, or performance under stress conditions, rather than in final germination percentage alone. Consequently, reliance solely on final germination rates may lead to underestimation of laser effects. A robust scientific design should integrate germination kinetics (e.g., emergence rates within 24–72 hours), seedling biometric parameters, and field-level indicators such as stand establishment (field uniformity).

3. Empirical evidence on laser and optical activation in seed germination

Although optical activation studies in seeds are still limited, some studies provide field results in addition to laboratory data. Atta et al. (2023) compared several optical pre-activation options (blue and redlight diodes, diode laser, UV-B and UV-C treatments) and reported germination and vigor performance in the laboratory, followed by field trials under different conditions. The authors show that some protocols can significantly increase germination performance and have a positive impact on field yield. The strength of this work is its attempt to validate laboratory results in the field, since the economic and agronomic value of optical treatment is evident in the field.

However, the large number of parameters in Atta et al. (2023) makes it difficult to disentangle the cause-effect chain. When multiple spectra, multiple time ranges, and different environments are given within a single design, it is difficult to say with certainty which factor played the dominant role.

Furthermore, the issue of completely standardizing and reporting fluence and irradiance in optical processing protocols is not always addressed with the same precision. This limits the ability of other laboratories to reproduce the protocol. The problem of reproducibility is particularly important in laser processing, since small geometric differences (distance, beam spot, seed layer thickness) can radically change the dose distribution.

A study that approaches the **molecular effects of laser treatment on cotton seeds** is that of Ahmed and Marouf (2025), who applied a blue diode laser (405 nm) and analyzed changes in absorption and vibrational bands of seed components using ultraviolet–visible (UV–Vis) spectroscopy and Fourier-transform infrared (FTIR) spectroscopy. The authors identified the presence of an "optimal dose" within a low fluence range (approximately 0.167–0.667 J/cm²), beyond which germination may be inhibited. The scientific value of this work lies in its attempt to directly link biological outcomes (germination) with physicochemical signals (spectral changes). However, from a methodological perspective, bridging spectroscopic signals to biological mechanisms requires additional biomarkers (e.g., oxidative stress markers, enzyme activity, water uptake); otherwise, it is difficult to definitively establish the biological basis of the observed spectral differences.

In studies focusing on optical pre-activation using ultraviolet radiation rather than laser irradiation, Jawdat et al. (2020) reported that treatment of long-stored cotton seeds with a combination of ultraviolet-A, -B, and -C radiation increased germination rates and improved seedling growth under salinity (sodium chloride) and osmotic stress (polyethylene glycol) conditions. They also demonstrated transient activation of certain stress-responsive genes. These findings suggest that optical treatment may not only provide energy input but also trigger adaptive mechanisms to stress via signal transduction pathways. However, since ultraviolet treatment carries a higher risk of photochemical damage compared to laser irradiation, it should be cautiously interpreted and not directly generalized as equivalent to laser-based treatments.

Due to the limited number of studies specifically on cotton seeds, evidence from other crops provides important context for understanding the general biological patterns of laser irradiation. For example, Perveen et al. (2021), in experiments on safflower seeds, gradually increased the dose of a helium–neon laser (632.8 nm) and demonstrated the existence of an optimal dose associated with changes in germination and metabolite profiles; the authors linked this effect to enzyme activity involved in the mobilization of reserve substances. Similarly, Klimek-Kopyra et al. (2022) showed under field conditions that pre-sowing laser stimulation of soybean seeds can influence yield as well as the protein and oil fractions of the seeds. Although these findings cannot be directly extrapolated to cotton, they provide useful general evidence supporting the existence of an "optimal dose window" and the potential for translating laser treatment into agronomic benefits.

4. Mechanisms: Photobiological and Biochemical Explanations

Two main, complementary concepts are proposed to explain the effects of laser irradiation on seed germination: (i) signal transduction via photoreceptors and (ii) adaptation through low-level stress (hormesis). In the first concept, blue-spectrum light may activate cryptochromes and phototropins, while red-spectrum light activates the phytochrome system. Through photoreceptor-mediated signaling, processes such as hormonal balance (e.g., the ratio of gibberellins to abscisic acid), cell wall loosening, endosperm–embryo interaction, and gene expression are modulated. In seed physiology, this can be interpreted as a form of "pre-signaling," which may accelerate the activation of metabolic pathways required for the initiation of germination.

The second concept—hormesis—suggests that low doses of laser irradiation may moderately increase reactive oxygen species (ROS), thereby priming the antioxidant system. Although ROS are typically considered damaging agents, at low concentrations they function as signaling molecules. If antioxidant enzymes are activated following optical treatment, seeds may exhibit improved tolerance to stresses such as cold, salinity, or water deficit during the seedling stage. The findings of Jawdat et al. (2020), demonstrating transient activation of stress-responsive genes in cotton seeds, are consistent with this

concept. However, for laser-treated cotton seeds, comprehensive profiling of antioxidant systems and oxidative stress markers remains insufficiently explored.

Spectroscopic evidence can serve as a supportive tool in explaining the underlying mechanisms. Ahmed and Marouf (2025) demonstrated shifts and intensity changes in specific bands of UV–Vis and FTIR spectra following laser treatment; the authors attributed these changes to molecular excitations and redistribution of energy around chemical bonds. However, for spectroscopic changes to be translated into biological conclusions, it is necessary to establish a causal chain linking them with indicators such as membrane lipid oxidation, protein conformation, water-binding states, or enzyme activity. Otherwise, although spectral signals may be informative, they do not fully answer the question of "how" the biological effect occurs.

The literature review reveals several clear gaps in studies on laser irradiation of cotton seeds. The following gaps and corresponding practical recommendations are identified:

1. Lack of a minimum reporting standard for parameters. Each study should, at a minimum, report wavelength, power, beam spot area, seed-to-source distance, irradiance, fluence, exposure time, pulsed/continuous mode, illumination geometry, seed layer thickness, seed delinting type, moisture content, storage duration, and initial germination показатели in a standardized format. Without this, replication and meta-analysis are not feasible.

2. Insufficient dose–response mapping. Most studies are limited to 2–4 dose levels, which is inadequate to identify the hormetic optimum. Future studies should employ response surface methodology (e.g., irradiance × time × wavelength), enabling statistical modeling of optimal conditions with confidence intervals.

3. Limited generalizability across seed lots and cultivars. An optimum identified for one cultivar or seed lot may not be transferable to others. Therefore, validation experiments should include at least 3–5 different seed lots (varying in storage duration and vigor) and 2–3 cultivars. Factors such as delinting method and seed coating should also be incorporated into experimental design.

4. Lack of multi-location and multi-year field trials. The practical value of optical treatment must be assessed under diverse environmental and agronomic conditions. Although Atta et al. (2023) provide initial direction, comprehensive multi-year, multi-location trials using standardized agronomic protocols remain limited.

5. Insufficient mechanistic biomarkers and causal linkage. Parameters such as antioxidant enzyme activity, lipid peroxidation, water uptake, gas exchange, hormonal balance, and kinetics of reserve mobilization should be systematically measured alongside laser dose. This would allow differentiation between signaling and stress effects and provide a biological basis for optimal dosing.

6. Limited evidence on long-term effects and storage stability. It remains unclear whether laser treatment remains effective when applied weeks or months before sowing. For example, long-term effects have been demonstrated for cold plasma treatment in cotton seeds (de Groot et al., 2018), but this question remains open for laser irradiation and is critically important for industrial application.

5. Conclusion

Current scientific evidence on optical activation of seed by laser irradiation shows the positive potential of the technology, but it is premature to issue a general "prescription" due to the fragmentation of the scientific base and methodological differences. Field studies (e.g. Atta et al., 2023) are coming close to demonstrating the agronomic value of the technology, while spectral and molecular approaches (Ahmed & Marouf, 2025) contribute to understanding the dose-response and mechanism. However, inconsistencies in reporting parameters, seed lot heterogeneity and lack of replication limit the generalizability of the evidence.

From a practical perspective, laser treatment can be a relatively environmentally friendly and rapidly automated method, but issues of uniform dose distribution, safety, integration and economic model need to be addressed for industrialization. From a scientific point of view, the main task is to determine the photobiological sensitivity and hormesis optimum of seeds, to demonstrate the causal mechanisms of the

effect through biomarkers, and to consistently confirm the results in multi-site, multi-year field trials. Only when these conditions are met can laser irradiation take its place as an independent and reliable technology in the practical portfolio of seed treatment.

References:

1. Ahmed, A., & Marouf, A. (2025). Photophysical mechanisms of low-level laser irradiation on cotton seeds: Spectroscopic insights into molecular excitations. Advanced Physical Research, 7(3), 189–202. https://doi.org/10.62476/apr.73189

2. Araújo, S. de S., Paparella, S., Dondi, D., Bentivoglio, A., Carbonera, D., & Balestrazzi, A. (2016). Physical methods for seed invigoration: Advantages and challenges in seed technology. Frontiers in Plant Science, 7, 646. https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00646

3. Atta, B. M., Saleem, M., Abro, S., Rizwan, M., Sarwar, G., & Farooq, A. (2023). Enhancement of germination and yield of cotton through optical seed priming: Lab. and diverse environment studies. PLOS ONE, 18(7), e0288255. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0288255

4. de Groot, G. J. J. B., Hundt, A., Murphy, A. B., Bange, M. P., & Mai-Prochnow, A. (2018). Cold plasma treatment for cotton seed germination improvement. Scientific Reports, 8(1), 14372. https://doi.org/10.1038/s41598-018-32692-9

5. Jawdat, D., Abu Kassem, I., Saleh, A., Aljapawe, A., Ikhtiar, A., & Al-Safadi, B. (2020). Priming of long-term stored cotton seeds using combined UV-A, B and C radiation and its influence on germination. Journal of Stress Physiology & Biochemistry, 16(4), 82–94.

6. Klimek-Kopyra, A., Neugschwandtner, R. V., Ślizowska, A., Kot, D., Dobrowolski, J. W., Pilch, Z., & Dacewicz, E. (2022). Pre-sowing laser light stimulation increases yield and protein and crude fat contents in soybean. Agriculture, 12(10), 1510. https://doi.org/10.3390/agriculture12101510

7. Mylsamy, P., Tamilmani, E., Venugopal, R., Murugaiyan, S., & Ranganathan, U. (2025). Cotton seed management: Traditional and emerging treatment approaches for enhanced productivity. Journal of Cotton Research, 8, 7. https://doi.org/10.1186/s42397-024-00209-7

8. Perveen, R., Ali, Q., Ashraf, M., Al-Qurainy, F., Jamil, Y., & Raza, A. (2021). Quantitative determination of the effects of He–Ne laser irradiation on seed thermodynamics, germination attributes and metabolites of safflower (Carthamus tinctorius L.) in relation with the activities of potential germinating enzymes. Agronomy, 11(7), 1411. https://doi.org/10.3390/agronomy11071411

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Chemistry of Goods

BOJXONA MAQSADLARIDA TOVARLARNI IDENTIFIKATSIYALASHNING ILMIY-NAZARIY ASOSLARI VA TADQIQOTLAR TAHLILI

Erkin Shamsidinovich Rayxonov
Bojxona qo‘mitasi Bojxona instituti, “Maxsus fanlar” kafedrasi katta o‘qituvchisi
https://orcid.org/0009-0003-4046-968X
E-mail: erkinraykhonov@yahoo.com

Baxtiyor Yormakhmatovich Abdug'aniyev
Bojxona qo‘mitasi Bojxona instituti, Kimyo fanlari doktori, professor
https://orcid.org/0000-0001-5914-5499

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.594

Kalit so'zlar: tovarlarni identifikatsiyalash, bojxona identifikatsiyasi, iste’mol xususiyatlari, tovarshunoslik, raqamli bojxona, intellektual tasnif tizimlari, markirovka, innovatsion tovarlar

Annotatsiya

Ushbu maqolada bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiyalashning ilmiy-nazariy asoslari hamda mazkur sohada olib borilgan mahalliy va xorijiy tadqiqotlar tahlili amalga oshirilgan. Tovarlarni identifikatsiya qilish jarayonining Tovarlarni tasnif va kodlashning uyg‘unlashgan tizimi (UT) hamda Tashqi iqtisodiy faoliyat tovar nomenklaturasi (TIF TN) bilan o‘zaro bog‘liqligi ochib berilgan. Identifikatsiya natijalarining bojxona tasnifi, tarif va notarif tartibga solish choralarini qo‘llashdagi ahamiyati yoritilgan. Ilmiy manbalar tahlili asosida bojxona amaliyotida identifikatsiya mexanizmlarini takomillashtirish, sun’iy intellekt, RFID va raqamli identifikatsiya vositalaridan foydalanish imkoniyatlari ko‘rsatilgan.

Havola uchun

Rayxonov, E. S., & Abdug'aniyev, B. Y. Bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiyalashning ilmiy-nazariy asoslari va tadqiqotlar tahlili. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.594

Kirish. Hozirgi globallashuv sharoitida xalqaro savdo hajmining ortishi, tovarlar turlarining kengayishi hamda innovatsion mahsulotlarning jadal ravishda tashqi bozorga kirib kelishi bojxona organlari oldiga yangi va murakkab vazifalarni qo‘ymoqda. Shu vazifalar orasida tovarlarni bojxona maqsadlarida to‘g‘ri identifikatsiya qilish alohida ahamiyat kasb etadi, chunki aynan identifikatsiya jarayoni bojxona rasmiylashtiruvining keyingi bosqichlari, xususan tovarlarni tasniflash, bojxona qiymatini aniqlash va tarif hamda notarif tartibga solish choralarini qo‘llash uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

Tovarlarni identifikatsiya qilish jarayoni Jahon bojxona tashkiloti tomonidan qabul qilingan Tovarlarni tasnif va kodlashning uyg‘unlashgan tizimi (UT) qoidalariga muvofiq amalga oshiriladi va, qoida tariqasida, tovarlarni tasniflashdan oldingi muhim bosqich hisoblanadi. Bojxona organlari mansabdor shaxslari uchun identifikatsiya natijalari tovarlarga belgilanadigan Tashqi iqtisodiy faoliyat tovar nomenklaturasi (TIF TN) kodini aniqlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Mazkur kodlar asosida davlat tomonidan qo‘llaniladigan bojxona bojlari, soliqlar, litsenziyalash, kvotalash va boshqa tarif hamda notarif choralar belgilanadi.

TIF TN Uyg‘unlashgan tizim asosida shakllantiriladi hamda O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti qarorlari bilan milliy huquqiy maydonga joriy etiladi. Shu bois, TIF TNni to‘g‘ri qo‘llash va unda tovarlarning aniq o‘rnini belgilash, avvalo, tovarlarning fizik, texnik, funksional va iste’mol xususiyatlarini chuqur tahlil qilishga, ya’ni ularni to‘g‘ri identifikatsiya qilishga bog‘liqdir. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, identifikatsiya jarayonida yo‘l qo‘yilgan xatolar tovarlarni noto‘g‘ri tasniflashga, natijada esa bojxona

to‘lovlarining noto‘g‘ri hisoblanishiga, savdo statistikasining buzilishiga va tashqi iqtisodiy faoliyat ishtirokchilari hamda davlat manfaatlariga zarar yetkazilishiga olib kelishi mumkin.

Shu munosabat bilan, bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiya qilishning nazariy va amaliy jihatlarini chuqur o‘rganish, mazkur jarayonning huquqiy, metodologik va ilmiy asoslarini kompleks tahlil qilish dolzarb ilmiy muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, raqamli iqtisodiyot sharoitida RFID texnologiyalari, sun’iy intellekt, intellektual tasnif tizimlari va raqamli ma’lumotlar bazalaridan foydalanish orqali identifikatsiya jarayonlarini takomillashtirish masalalari alohida ilmiy qiziqish uyg‘otmoqda.

Ushbu maqolada bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiyalash sohasida olib borilgan mahalliy va xorijiy ilmiy tadqiqotlar, nazariy yondashuvlar hamda amaliy ishlanmalar tahlil qilingan. Tahlil natijalari identifikatsiya jarayonining mohiyatini chuqurroq anglash, mavjud muammolarni aniqlash va bojxona amaliyotini takomillashtirishga qaratilgan ilmiy xulosalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Asosiy qism.

Rossiyalik bir qator olimlarning maqolasida bojxona tekshiruvi, tovarlarni identifikatsiyalash va tasniflash masalalari ko‘rib chiqqan. Bojxona boshqaruvi tartibini takomillashtirish uchun Rossiya Federal bojxona xizmatida qo‘llaniladigan bojxona tekshiruvlarining tasnifi ko‘rib chiqilgan. Bojxona identifikatsiya ekspertizasining o‘ziga xos xususiyatlari va ahamiyati Jahon bojxona tashkiloti tomonidan tovarlarni tavsiflash va kodlashning uyg‘unlashtirilgan tizimi sifatida qabul qilingan tashqi iqtisodiy faoliyatning tovar nomenklaturasida ko‘rsatilgan tovarlar mezonlari bilan chambarchas bog‘liqdir. Tovarlarni tasniflash to‘g‘risidagi qaror identifikatsiya natijalariga bog‘liq va tovarlarning UT kodi davlat tomonidan tartibga solish choralarini ko‘rsatadi. UT tizimining tuzilishining murakkabligini hisobga olgan holda, bojxona tekshiruvlarini o‘tkazishda tovarlarni identifikatsiyalashni boshqarish mexanizmlarini ishlab chiqish kerak [1].

Yevroosiyo iqtisodiy Ittifoqining tashqi iqtisodiy faoliyatining yagona tovar nomenklaturasiga muvofiq innovatsion va modernizatsiya qilingan tovarlarni tasniflash muammolari ko‘rib chiqilgan navbatdagi maqolada modernizatsiya qilingan va tashqi savdoda talabga ega bo‘lgan elektr dvigatel bilan jihozlangan va akkumulyator bilan ishlaydigan ikki g‘ildirakli transport vositalarining misolida tasniflashning asosiy xatolari va ularning sabablari deklaratsiya paytida tashqi savdo ishtirokchilari uchun ham, bojxona organlari uchun ham tasnifning to‘g‘riligini tekshirishdagi ahamiyati ko‘rsatilgan. Deklarant tomonidan tovarlar deklaratsiyasida e’lon qilingan "skuter" tovarining nomi uni o‘yinchoqlar uchun taqdim etilgan bo‘limga tasniflash uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega emasligi aniqlandi, chunki ushbu tovarning texnik xususiyatlari 8711 tovar pozitsiyasidagi transport vositalarining xususiyatlariga mos keladi. Identifikatsiya jarayoniga e’tibor bermaslik "yangi avlod"mahsulotlarini tasniflashda asosiy xatolardan biri ekanligi aniqlangan. Ushbu turdagi tovarlarning iste’mol xususiyatlari ularni talqin qilishning asosiy qoidalariga muvofiq tasniflashda hal qiluvchi ahamiyatga ega [2].

Navbatdagi tadqiqotda 2015-yilda Yevroosiyo iqtisodiy ittifoqi (YEOII)da yashovchi 181 million kishi xarid qobiliyati pariteti bo‘yicha 4,3 trillion AQSH dollaridan ortiq yalpi ichki mahsulot ta’minlaganligi bayon etilgan. YEOII bojxona ittifoqi doirasida uning ishtirokchilari ittifoqqa tashqaridan kirayotgan tovarlarga bojxona bojlarini solish uchun umumiy tashqi tarifni qo‘llaydilar, va tashqi bojxona tarifini shakllantirish uchun ishlatiladigan bojxona nomenklaturasi YEOIIga a’zo davlatlar o‘rtasidagi savdo muzokaralarining asosi bo‘lib xizmat qiladi [3].

Bir qator respublikamiz olimlari ilmiy izlanishlarida tashqi iqtisodiy faoliyatni tarifsiz tartibga solish metodologiyasi va bu jarayonda O‘zbekiston davlat ma’muriyati vakolatli organlarining o‘zaro hamkorligini tahlil qilishgan. Tashqi savdo tovarlarini sertifikatlashtirish jarayonida bojxona ekspertizasining roli va o‘rni, shu jumladan Markaziy bojxona laboratoriyasining bojxona ekspertlarining ishtiroki o‘rganilmoqda. Maqolada nazorat qilinadigan tovarlarni identifikatsiyalash nuqtayi nazaridan bojxona rasmiylashtiruvining umumiy jarayoni bilan bog‘liq masalalar bayon etilgan, shuningdek takomillashtirish sohalari aniqlangan [4].

Yana bir tadqiqotchi olim izlanishlarida bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiyalashning nazariy masalalari yetarlicha ishlab chiqilmagani, bu masalalar esa ularning iste'mol xususiyatlari bilan chambarchas bog'liq ekani haqida dalillar keltirganlar. Deklarant tomonidan tovar kodi to'g'ri ko'rsatilganligini bojxona nazorati orqali tekshirish samaradorligi va sifatini oshirish yo'llari muhokama qilinadi. Muallif Yevroosiyo iqtisodiy ittifoqining yagona Tovar nomenklaturasini talqin qilishning birinchi asosiy qoidasi amaliy qo'llanilishiga oid fikr-mulohazalarini bayon qilgan. Uning mohiyati ushbu qoida rivojlanishiga xizmat qiluvchi tavsiyalar yaratish va uni amaliyotda qo'llash tartibini aniqlashtirishdan iborat [5].

Tovarlarni identifikatsiyasiga oid maqolada Bojxona ittifoqining bojxona chegarasi orqali harakatlanayotgan tovarlarning deklaratsiyada ko'rsatilgan kodining ishonchliligini nazorat qilish muammolari yoritilgan. Tadqiqotlar bojxona nazoratini takomillashtirish bo'yicha strategik vazifalarni samarali hal qilish, bojxona tartib-taomillarini soddalashtirish va bojxona operatsiyalarini o'tkazish vaqtini qisqartirishga qaratilgan bo'lib, bu ko'p jihatdan olib kirilayotgan tovarlarni o'z vaqtida identifikatsiyalash va klassifikatsiya qilishga bog'liq. Maqolada bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiyalash boshqaruv mexanizmini takomillashtirish bo'yicha konseptual nazariy-metodologik asoslar bayon etilgan. Bu asoslar tovarlarning Tashqi iqtisodiy faoliyat tovar nomenklaturasida joylashish qonuniyatlarini aniqlashga asoslanadi va tovarlarning tabiiy xususiyatlari (tovarshunoslik va boshqa amaliy fanlar predmeti) bilan jamiyatdagi almashinuv va iste'mol jarayonida shakllanadigan ijtimoiy munosabatlar tizimini (siyosiy iqtisodiyot predmeti) bog'lashni ko'zda tutadi. Maqolada tovarlarning iste'mol qiymatini, ya'ni iste'mol xususiyatlari va moddiy tarkibining yig'indisi sifatida chuqurroq o'rganish asosida bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiyalash boshqaruv mexanizmi uchun vositalar taklif etilgan. Shu bilan birga, texnik ishlanmalar kompleksi, jumladan metodik sxemalar, algoritmlar, kompyuter dasturlari uchun ssenariylar, optimal boshqaruv qarorlarini qabul qilish algoritmlari, bojxona ekspertizalarini o'tkazishda boshqa ekspert tashkilotlarni jalb qilish modellari va boshqa vositalarni umumiy boshqaruv mexanizmiga tatbiq etish orqali bojxona nazoratini jadallashtirish imkoniyatlari ko'rib chiqilgan [6].

Chegaralar orqali olib o'tiladigan tovarlarga xalqaro miqyosda qabul qilingan tovar kodlarini berish vazifasi bojxona organlarining muhim vazifasi hisoblanadi. Sud qarorlari singari, bu vazifa ham pretsedent doktrinasiga tayanadi va hatto tajribali amaliyotchilar uchun ham qiyin bo'lishi mumkin. Koreya bojxona xizmati bilan hamkorlikda biz TIF TN kodining eng ehtimoliy kichik kodini, ya'ni birinchi oltita raqamini taklif qiluvchi birinchi tushuntiriladigan qarorni qo'llab-quvvatlash modelini taklif qilishgan. Model, shuningdek, bojxona xodimlari tomonidan talqin qilinishi mumkin bo'lgan hujjat shaklida o'z taklifining mantiqiy asoslarini taqdim etadi. Ular modelni yaqinda tasniflash so'rovi yuborilgan 5000 ta holatdan foydalangan holda baholaganlar. Natijalar shuni ko'rsatganki, mazkur model tomonidan tuzilgan eng yaxshi 3 ta jumla 925 ta murakkab sarlavhalarni tasniflashda 93,9% aniqlikka ega. 32 nafar bojxona eksperti ishtirokidagi foydalanuvchi tadqiqoti yana tasdiqladiki, bizning algoritmik takliflarimiz tushuntirish mumkin bo'lgan asoslar bilan birga bojxona xodimlarining tasnifni tekshirishga sarflagan vaqtini va kuchini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin [7].

Bojxona maqsadlari uchun global savdo ob'ekti raqamidan foydalangan holda tovarlarni identifikatsiya qilish nomli maqolada mahsulotni kodlash turlaridan biri, global savdo elementi raqami GTIN va bojxona maqsadlarida identifikatsiya qilish uchun foydalanish ko'rib chiqiladi. GTIN yordamida mahsulot namunalarini aniqlash bo'yicha tadqiqot o'tkazildi. Tadqiqotlar asosida bojxona maqsadlarida identifikatsiya qilish uchun global savdo obyekti raqamining samaradorligi bo'yicha xulosalar chiqarilgan [8].

Bojxona maqsadlarida "tovarlarni identifikatsiya qilish" tushunchasining mazmunini uning tarkibiy-mantiqiy elementlari aloqalarini tahlil qilish asosida aniqlash" nomli maqolada esa "bojxona maqsadlari uchun tovarlarni identifikatsiya qilish" tushunchasining mazmunini aniqlash uchun normativ hujjatlar va boshqa manbalar tahlil qilinadi. Asosiy usul bojxona maqsadlarida import va eksporti amalga oshiriladigan tovarlarni identifikatsiyalash jarayonining tuzilishini tahlil qilishdan iborat [9].

Intellektual tasnif tizimlarini qurishda bojxona maqsadlari uchun tovarlarni identifikatsiyalash xususiyatlarini tizimlashtirish borasida olimlar poyabzal uchun TIF TN kodlarning tavsiflari matnlari tahlil qilinadi va tasnifga ta’sir qiluvchi xususiyatlar aniqlanadi. Hujjatlarni vizual aniqlash va rasmiylashtirish uchun mavjud xususiyatlarni tizimlashtirish taklif etiladi. Tasniflash muammolarini hal qilish uchun sun’iy intellekt usullarini qo‘llash imkoniyatlari ko‘rsatilgan va ekspert tizimini qurish tajribasi berilgan [10].

“Bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiyalashni boshqarishning konseptual asoslarini o‘rganish” nomli maqola bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiyalashni boshqarishning konseptual asoslarini ochib bergan. Shuningdek, bojxona maqsadlarida o‘tkaziladigan ekspertizalar tasnifi ko‘rib chiqilgan, Tashqi iqtisodiy faoliyat tovar nomenklaturasiga muvofiq qismlar va aksessuarlarni identifikatsiyalash va tasniflash algoritmi taklif etilgan, bojxona ekspertizasini o‘tkazishdan bosh tortish shartlari hamda zamonaviy sharoitlarda bojxona nazorati jarayonida ayrim tovar guruhlarini identifikatsiyalash metodikasini takomillashtirish masalalari yoritilgan [11].

“Bojxona nazorati jarayonida identifikatsiyaning o‘ziga xos xususiyatlari” nomli maqolada bojxona nazorati shakllari ko‘rib chiqilib, ular doirasida tovarlarni identifikatsiyalash va identifikatsiya qilishning texnik vositalari qo‘llanilishi tahlil qilingan. Identifikatsiya jarayonida tovar hujjatlari, ularning kelib chiqishi haqida ma’lumotlar, bojxona qiymati, bojxona deklaratsiyasining to‘g‘ri to‘ldirilishi, tovar sertifikatlarining haqiqiyligi va asl nusxaligi tekshirilishi ko‘rsatilgan.

Maqolada, tovarlarni markirovkalash masalasiga alohida e’tibor qaratilgan. Markirovka davlatga tovarlar aylanishini nazorat qilish va markirovka talablariga javob bermaydigan mahsulotlarning bozorga chiqishiga yo‘l qo‘ymaslik imkonini beradi. Bu talablar, shuningdek, davlatning raqamli iqtisodiyotini rivojlantirish asosida ham yotishi yoritilgan [12].

Bir qator olimlar ilmiy ishlarida tashqi iqtisodiy faoliyat tovar nomenklaturasidagi poyabzal tovar pozitsiyalarining matnli tavsiflari tahlil qilganlar va tasniflashga ta’sir ko‘rsatuvchi belgilarni aniqlaganlar. Ular vizual tanib olish va hujjatlardan formallashtirish uchun mavjud belgilarni sistemalashtirishni taklif etganlar. Tasnifflash masalalarini hal qilishda sun’iy intellekt usullaridan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan va ekspert tizimini yaratish bo‘yicha tajriba keltirib o‘tganlar [13].

“Ta’minlash zanjirini boshqarishda rfid texnologiyasi: hozirgi zamonaviy holati va istiqbollari” nomli maqola ta’minot zanjiri boshqaruvida RFID texnologiyasining hozirgi holati taqdim etilgan. U mavjud RFID tizimlarining texnik tavsiflarini, RFIDni joylashtirish bo‘yicha ko‘rsatmalarni va ta’minot zanjirlarida ba’zi ilovalarni taqdim etadi. Ushbu maqola inventarizatsiyani boshqarish uchun RFID texnologiyasining afzalliklarini umumlashtiradi va ba’zi qiyin muammolar va istiqbollarni, xususan, maxfiylik va autentifikatsiyani taqdim etadi [14].

Xulosa va takliflar.

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiyalash tizimi tashqi iqtisodiy faoliyatni samarali tartibga solish, davlatning iqtisodiy manfaatlarini himoya qilish va xalqaro savdo jarayonlarini shaffoflashtirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Tovarlarni identifikatsiya qilish jarayoni nafaqat bojxona tasnifi uchun dastlabki bosqich, balki tarif va notarif choralarni qo‘llash, bojxona qiymatini aniqlash, savdo statistikasini shakllantirish va xavflarni boshqarish tizimining muhim elementi sifatida namoyon bo‘ladi.

Tahlil qilingan mahalliy va xorijiy ilmiy manbalar shuni ko‘rsatdiki, tovarlarni identifikatsiyalash masalalari, asosan, Uyg‘unlashgan tizim va Tashqi iqtisodiy faoliyat tovar nomenklaturasi doirasida ko‘rib chiqilgan bo‘lsa-da, mazkur jarayonning nazariy-metodologik asoslari yetarli darajada tizimlashtirilmagan. Amaliyotda identifikatsiya jarayoni ko‘p hollarda fragmentar xarakter kasb etib, uning natijalari bojxona xodimlarining tajribasi va subyektiv yondashuviga bog‘liq bo‘lib qolmoqda. Bu esa tovarlarni noto‘g‘ri tasniflash, bojxona to‘lovlarini noto‘g‘ri hisoblash va huquqiy nizolarning kelib chiqishiga sabab bo‘lmoqda. Identifikatsiya jarayonida tovarlarning iste’mol xususiyatlari, funksional vazifasi, texnik parametrlari va ishlab chiqarish texnologiyalarini chuqur tahlil qilish hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ayniqsa, innovatsion va modernizatsiya qilingan tovarlar, “yangi avlod” mahsulotlari hamda raqamli texnologiyalar

asosida ishlab chiqarilgan tovarlarni identifikatsiya qilishda an’anaviy yondashuvlar yetarli samara bermayapti.

Shu munosabat bilan, bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiyalash sohasida quyidagi asosiy yo‘nalishlarda ilmiy izlanishlarni chuqurlashtirish maqsadga muvofiq deb hisoblanadi:

Birinchidan, tovarlarni identifikatsiyalashning yagona nazariy konsepsiyasini ishlab chiqish zarur. Ushbu konsepsiya tovarshunoslik, bojxona huquqi, siyosiy iqtisodiyot va raqamli texnologiyalarning o‘zaro uyg‘unlashuviga asoslanishi lozim. Bu identifikatsiya jarayonini faqat texnik emas, balki ijtimoiy-iqtisodiy jarayon sifatida ham baholash imkonini beradi.

Ikkinchidan, metodologik asoslarni takomillashtirish, ya’ni tovarlarni identifikatsiya qilish mezonlari, belgilar tizimi va ularning ahamiyat darajasini ilmiy jihatdan asoslash dolzarb vazifa hisoblanadi. Xususan, iste’mol qiymatiga asoslangan identifikatsiya yondashuvini rivojlantirish, uni UT talqin qilish qoidalari bilan integratsiya qilish talab etiladi.

Uchinchidan, bojxona amaliyotida raqamli texnologiyalardan foydalanishni kengaytirish zarur. RFID texnologiyalari, GTIN, markirovka tizimlari, sun’iy intellekt va intellektual tasnif algoritmlarini identifikatsiya jarayoniga joriy etish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borish ustuvor ahamiyatga ega. Bu nafaqat identifikatsiya aniqligini oshiradi, balki bojxona rasmiylashtiruvi muddatlarini qisqartirishga ham xizmat qiladi.

To‘rtinchidan, ekspert tizimlari va tushuntiriladigan sun’iy intellekt (Explainable AI) asosida qaror qabul qilish modellarini ishlab chiqish muhim ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Bunday modellar bojxona xodimlari uchun qaror qabul qilishda metodik yordam berish, inson omili ta’sirini kamaytirish va tasniflash xatolarini qisqartirish imkonini beradi.

Beshinchidan, bojxona ekspertizasining institutsional rivoji masalalariga alohida e’tibor qaratish lozim. Markaziy bojxona laboratoriyalari, mustaqil ekspert tashkilotlar va xalqaro tajriba o‘rtasidagi hamkorlik mexanizmlarini ilmiy asoslash identifikatsiya jarayoni sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, bojxona maqsadlarida tovarlarni identifikatsiyalash sohasidagi ilmiy tadqiqotlar nafaqat nazariy bilimlarni chuqurlashtirish, balki bojxona amaliyotini modernizatsiya qilish, raqamli bojxona tizimini rivojlantirish va tashqi iqtisodiy faoliyat samaradorligini oshirishga xizmat qilishi lozim. Ushbu yo‘nalishda kompleks va tizimli ilmiy izlanishlarni olib borish mamlakat bojxona tizimini xalqaro standartlar darajasiga ko‘tarish uchun mustahkam ilmiy asos yaratadi.

Adabiyotlar

1. Е.И.Андреева, М.Джорджевич, П.Н.Гайко // Российская таможенная академия // 2015 Journal of Hygienic Engineering and Design (Журнал гигиенической инженерии и дизайна)
2. М.М.Шпачук, Е.И.Андреевна// Идентификация и классификация инновационных товаров для таможенных целей// Январь 2021, Вестник Российской таможенной академии
3. Dmitry V. Korf//Associate Professor, Department of Financial, Customs and Tax Law, Law Faculty, National //Research University Higher School of Economics, Candidate of Juridical Sciences. Address: 20 Myasnitskaya Str., Moscow 101000, Russian Federation. E-mail: dkorf@hse.ru
4. И.Мухторов, Ф.Хакимова, А.Саидов // Вопросы идентификации и таможенной экспертизы товаров международной торговли в Узбекистане.// 2024, Всемирный таможенный журнал.
5. Е.И.Андреева // Идентификация товаров в таможенных целях// Российский внешнеэкономический вестник 1-2016
6. А.Е.Ислямовна// 8th International Quality Conference // May 23rd 2013 Center for Quality, Faculty of Engineering, University of Kragujevac
7. Eunji Lee, Sihyeon Kim, Sundong Kim, Soyeon Jung, Heeja Kim, Meeyoung Cha//Explainable Product Classification for Customs//Submitted on 18 Nov 2023
8. Е.С.Кондрашова, Е.В.Красильникова, А.А.Попова //Идентификация товаров с использованием глобального номера предмета торговли в таможенных целях. Лизинг. 2024; 2.

9. А.Е.Валерьевна // Определение содержания понятия "идентификация товаров в таможенных целях" на основе анализа структурно-логических связей его элементов//Вестник Российской таможенной академии
10. Ф.А.Поляков, А.М.Задорожный//Систематизация признаков идентификации товаров для таможенных целей при построении интеллектуальных систем классификации. Системный анализ в науке и образовании. 2 (июнь. 2024), стр. 30–38.
11. Раджабова Н.Р// Исследование концептуальных основ управления идентификацией товаров в таможенных целях//Российский экономический интернет-журнал №4/2024 https://www.e-rej.ru/upload/iblock/915/xycwuggyv8l2q3auqy6azavhc7cjuo1y.pdf
12. Р.Р.Ахмедзянов, Д.А.Коротков// Особенности идентификации при проведении таможенного контроля//https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-identifikatsii-pri-provedenii-tamozhennogo-kontrolya DOI:10.24411/2411-0450-2020-10002
13. Ph.A.Polyakov, A.M.Zadorozhny// Систематизация признаков идентификации товаров для таможенных целей при построении интеллектуальных систем классификации//Сетевое научное издание «Системный анализ в науке и образовании» @journal-sanse//Моделирование и анализ данных//2, 2024 г. https://sciup.org/sistematizacija-priznakov-identifikacii-tovarov-dlja-tamozhennyh-celej-pri-14130981-en
14. Alexandre Dolgui and Jean –Marie Proth// RFID Technology in Supply Chain Management: Current State and Prospects//Centre for Industrial Engineering and Computer Science (G2I)//Ecole des Mines de Saint Etienne, 158, Cours Fauriel, 42023 Saint Etienne, France//e-mail: dolgui@emse.fr//INRIA-Lorraine e-mail: proth.jm@wanadoo.fr https://www.researchgate.net/publication/269262627_RFID_Technology_in_Supply_Chain_Management

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Chemistry of Goods

НАУЧНО-ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТОВАРОВ В ТАМОЖЕННЫХ ЦЕЛЯХ И АНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ

Эркин Шамсидинович Райхонов
Таможенный институт Таможенного комитета, старший преподавателъ кафедры “Специальных дисциплин”
https://orcid.org/0009-0003-4046-968X
E-mail: erkinraykhonov@yahoo.com

Бахтиёр Ёрмахматович Абдуганиев
Таможенный институт Таможенного комитета, доктор химических наук, профессор
https://orcid.org/0000-0001-5914-5499

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.594

Ключевые слова: идентификация товаров, таможенная идентификация, характеристики потребителей, товароведение, цифровая таможня, интеллектуальные системы классификации, маркировка, инновационные товары

Аннотация

В статье рассматриваются научно-теоретические основы идентификации товаров в таможенных целях и проводится анализ отечественных и зарубежных научных исследований в данной сфере. Раскрывается взаимосвязь процессов идентификации товаров с Гармонизированной системой описания и кодирования товаров и Товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности. Показана роль результатов идентификации при принятии классификационных решений, применении тарифных и нетарифных мер таможенного регулирования. На основе анализа научных источников обоснованы направления совершенствования механизмов идентификации товаров, включая использование цифровых технологий, RFID и интеллектуальных систем классификации.

Как цитировать

Райхонов, Э. Ш., & Абдуганиев, Б. Ё. Научно-теоретические основы идентификации товаров в таможенных целях и анализ исследований. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.594

Введение. В условиях современной глобализации рост объемов международной торговли, расширение ассортимента товаров, а также активное проникновение инновационной продукции на внешние рынки ставят перед таможенными органами новые и более сложные задачи. Среди них особое значение приобретает правильная идентификация товаров в таможенных целях, поскольку именно процесс идентификации служит основой для последующих этапов таможенного оформления, в частности классификации товаров, определения таможенной стоимости, а также применения мер тарифного и нетарифного регулирования.

Процесс идентификации товаров осуществляется в соответствии с правилами Гармонизированной системы описания и кодирования товаров (ГС), принятой Всемирной таможенной организацией, и, как правило, является важнейшим этапом, предшествующим классификации товаров. Для должностных лиц таможенных органов результаты идентификации имеют решающее значение при определении кода Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД), присваиваемого товарам. На основе указанных кодов государством устанавливаются таможенные пошлины, налоги, меры лицензирования, квотирования и иные меры тарифного и нетарифного регулирования.

ТН ВЭД формируется на основе Гармонизированной системы и вводится в национальное правовое поле решениями Президента Республики Узбекистан. В этой связи корректное применение ТН ВЭД и точное определение места товара в номенклатуре в первую очередь зависят от глубокого анализа физических, технических, функциональных и потребительских характеристик товаров, то есть от их правильной идентификации. Практика показывает, что ошибки, допущенные в процессе идентификации, могут привести к неправильной классификации товаров, некорректному исчислению таможенных платежей, искажению статистики внешней торговли, а также к нанесению ущерба интересам участников внешнеэкономической деятельности и государства.

В связи с этим углубленное изучение теоретических и практических аспектов идентификации товаров в таможенных целях, а также комплексный анализ правовых, методологических и научных основ данного процесса представляют собой одну из актуальных научных проблем. Особый научный интерес в условиях цифровой экономики вызывают вопросы совершенствования процессов идентификации с использованием RFID-технологий, искусственного интеллекта, интеллектуальных систем классификации и цифровых баз данных.

В настоящей статье проведен анализ отечественных и зарубежных научных исследований, теоретических подходов и практических разработок в области идентификации товаров в таможенных целях. Результаты анализа способствуют более глубокому пониманию сущности процесса идентификации, выявлению существующих проблем и выработке научно обоснованных выводов, направленных на совершенствование таможенной практики.

Основная часть.

В ряде работ российских ученых рассмотрены вопросы таможенного контроля, идентификации и классификации товаров. В целях совершенствования порядка таможенного управления проанализирована классификация таможенных проверок, применяемых в Федеральной таможенной службе Российской Федерации. Особенности и значение таможенной идентификационной экспертизы тесно связаны с критериями товаров, закрепленными в Товарной номенклатуре внешнеэкономической деятельности, принятой Всемирной таможенной организацией в качестве Гармонизированной системы описания и кодирования товаров. Решение о классификации товара зависит от результатов идентификации, а код ГС отражает применяемые государством меры регулирования. С учетом сложности структуры ГС обоснована необходимость разработки механизмов управления идентификацией товаров при проведении таможенных проверок [1].

В следующей статье рассмотрены проблемы классификации инновационных и модернизированных товаров в соответствии с Единой товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности Евразийского экономического союза. На примере двухколесных транспортных средств с электрическим двигателем и аккумуляторным питанием, востребованных во внешней торговле, показаны основные ошибки классификации и их причины, а также значимость проверки правильности классификации как для участников внешнеэкономической деятельности, так и для таможенных органов на этапе декларирования. Установлено, что наименование товара «скутер», заявленное декларантом, не является решающим фактором для отнесения товара к группе игрушек, поскольку его технические характеристики соответствуют транспортным средствам товарной позиции 8711. Выявлено, что игнорирование процесса идентификации является одной из ключевых ошибок при классификации продукции «нового поколения», при этом потребительские свойства товаров имеют решающее значение при их классификации в соответствии с основными правилами интерпретации [2].

В другом исследовании отмечено, что в 2015 году население Евразийского экономического союза (ЕАЭС), составлявшее 181 миллион человек, обеспечило валовой внутренний продукт свыше 4,3 трлн долларов США по паритету покупательной способности. В рамках Таможенного союза ЕАЭС его участники применяют единый внешний таможенный тариф к товарам, ввозимым из

третьих стран, а таможенная номенклатура, используемая для формирования внешнего тарифа, служит основой торговых переговоров между государствами-членами ЕАЭС [3].

В научных исследованиях ряда отечественных ученых проанализирована методология нетарифного регулирования внешнеэкономической деятельности, а также взаимодействие уполномоченных органов государственного управления Республики Узбекистан в данном процессе. Изучена роль и место таможенной экспертизы в процессе сертификации товаров внешней торговли, включая участие экспертов Центральной таможенной лаборатории. В статье рассмотрены вопросы, связанные с общим процессом таможенного оформления с точки зрения идентификации контролируемых товаров, а также определены направления его совершенствования [4].

Другие исследователи указывают на недостаточную разработанность теоретических вопросов идентификации товаров в таможенных целях и их тесную связь с потребительскими свойствами продукции. Обсуждаются пути повышения эффективности и качества таможенного контроля правильности указания кода товара декларантом. Автором изложены соображения по практическому применению первого основного правила интерпретации Единой товарной номенклатуры Евразийского экономического союза, суть которых заключается в разработке рекомендаций, способствующих развитию данного правила, и уточнении порядка его применения на практике [5].

В статье, посвященной идентификации товаров, освещены проблемы контроля достоверности кода товаров, заявленного в декларации при перемещении через таможенную границу Таможенного союза. Исследования направлены на эффективное решение стратегических задач по совершенствованию таможенного контроля, упрощению таможенных процедур и сокращению времени проведения таможенных операций, что во многом зависит от своевременной идентификации и классификации ввозимых товаров. Представлены концептуальные теоретико-методологические основы совершенствования механизма управления идентификацией товаров в таможенных целях, основанные на выявлении закономерностей размещения товаров в ТН ВЭД и увязке их природных свойств с системой общественных отношений, формирующихся в процессе обмена и потребления [6].

Задача присвоения международно признанных товарных кодов товарам, перемещаемым через границы, является одной из ключевых функций таможенных органов. Подобно судебным решениям, она опирается на доктрину прецедента и может быть сложной даже для опытных специалистов. В сотрудничестве с Таможенной службой Кореи предложена первая объяснимая модель поддержки принятия решений, предлагающая наиболее вероятный шестизначный код ТН ВЭД. Модель также представляет логическое обоснование предложенного кода в форме документа, доступного для интерпретации таможенными должностными лицами. Оценка модели была проведена на основе 5000 недавних запросов на классификацию. Результаты показали, что три лучших предложения модели обеспечили точность 93,9 % при классификации 925 сложных товарных позиций. Пользовательское исследование с участием 32 таможенных экспертов подтвердило, что алгоритмические предложения с объяснимыми основаниями существенно сокращают затраты времени и усилий сотрудников при проверке классификации [7].

В статье «Идентификация товаров в таможенных целях с использованием глобального номера торговой единицы» рассматривается один из способов кодирования продукции — глобальный номер торговой единицы (GTIN) и возможности его применения для идентификации товаров в таможенных целях. Проведено исследование по определению образцов продукции с использованием GTIN, по результатам которого сделаны выводы об эффективности применения данного номера в таможенной идентификации [8].

В статье «Определение содержания понятия “идентификация товаров в таможенных целях” на основе анализа связей его структурно-логических элементов» проведен анализ нормативных документов и иных источников с целью раскрытия содержания данного понятия. Основным

методом исследования является анализ структуры процесса идентификации товаров, импортируемых и экспортируемых в таможенных целях [9].

В рамках исследований по систематизации признаков идентификации товаров для таможенных целей при построении интеллектуальных систем классификации проанализированы текстовые описания кодов ТН ВЭД для обувных товаров, выявлены признаки, влияющие на классификацию, и предложена их систематизация для визуального распознавания и документального оформления. Показаны возможности применения методов искусственного интеллекта для решения задач классификации и представлен опыт построения экспертной системы [10].

В статье «Изучение концептуальных основ управления идентификацией товаров в таможенных целях» раскрыты концептуальные основы управления процессом идентификации, рассмотрена классификация экспертиз, проводимых в таможенных целях, предложен алгоритм идентификации и классификации частей и принадлежностей в соответствии с ТН ВЭД, а также освещены вопросы совершенствования методик идентификации отдельных товарных групп в современных условиях таможенного контроля [11].

В статье «Особенности идентификации в процессе таможенного контроля» проанализированы формы таможенного контроля и применение технических средств идентификации товаров. Показано, что в процессе идентификации проверяются товаросопроводительные документы, сведения о происхождении товаров, таможенная стоимость, корректность заполнения декларации, подлинность и действительность сертификатов. Особое внимание уделено вопросам маркировки товаров как инструменту государственного контроля за их оборотом и предотвращения вывода на рынок продукции, не соответствующей установленным требованиям, что также связано с развитием цифровой экономики государства [12].

В научных работах ряда ученых проведен анализ текстовых описаний обувных товарных позиций в ТН ВЭД, выявлены признаки, влияющие на классификацию, предложена их систематизация для визуального распознавания и формализации документов, а также рассмотрены возможности применения искусственного интеллекта и опыт создания экспертных систем [13].

В статье «RFID-технологии в управлении цепочками поставок: современное состояние и перспективы» представлено текущее состояние RFID-технологий в управлении цепями поставок, описаны технические характеристики существующих систем, рекомендации по их внедрению и области применения. Обобщены преимущества использования RFID для управления запасами, а также рассмотрены актуальные проблемы и перспективы, включая вопросы конфиденциальности и аутентификации [14].

Выводы и предложения.

Результаты проведенного исследования свидетельствуют о том, что система идентификации товаров в таможенных целях имеет решающее значение для эффективного регулирования внешнеэкономической деятельности, защиты экономических интересов государства и обеспечения прозрачности процессов международной торговли. Процесс идентификации товаров выступает не только в качестве начального этапа таможенной классификации, но и как важный элемент применения мер тарифного и нетарифного регулирования, определения таможенной стоимости, формирования торговой статистики и функционирования системы управления рисками.

Анализ отечественных и зарубежных научных источников показал, что вопросы идентификации товаров в основном рассматриваются в рамках Гармонизированной системы и Товарной номенклатуры внешнеэкономической деятельности, однако теоретико-методологические основы данного процесса до настоящего времени остаются недостаточно систематизированными. В практической деятельности процесс идентификации зачастую носит фрагментарный характер, а его результаты в значительной степени зависят от опыта и субъективного подхода должностных лиц таможенных органов. Это, в свою очередь, приводит к ошибкам при классификации товаров, неправильному исчислению таможенных платежей и возникновению правовых споров. При этом

решающее значение имеет глубокий анализ потребительских свойств товаров, их функционального назначения, технических параметров и технологий производства. Особенно остро данные проблемы проявляются при идентификации инновационной и модернизированной продукции, товаров «нового поколения», а также продукции, произведенной с использованием цифровых технологий, для которых традиционные подходы оказываются недостаточно эффективными.

В связи с этим представляется целесообразным углубление научных исследований в сфере идентификации товаров в таможенных целях по следующим основным направлениям.

Во-первых, необходимо разработать единую теоретическую концепцию идентификации товаров, основанную на интеграции положений товароведения, таможенного права, политической экономии и цифровых технологий. Такой подход позволит рассматривать процесс идентификации не только как техническую процедуру, но и как сложный социально-экономический процесс.

Во-вторых, актуальной задачей является совершенствование методологических основ идентификации товаров, включая научное обоснование критериев идентификации, системы признаков и их значимости. В частности, требуется развитие подходов к идентификации, основанных на анализе потребительской стоимости товаров, с последующей интеграцией данных подходов с правилами интерпретации Гармонизированной системы.

В-третьих, необходимо расширять применение цифровых технологий в таможенной практике. Проведение научных исследований, направленных на внедрение RFID-технологий, глобального номера торговой единицы (GTIN), систем маркировки, методов искусственного интеллекта и интеллектуальных алгоритмов классификации в процессы идентификации, имеет приоритетное значение. Это позволит повысить точность идентификации товаров и сократить сроки таможенного оформления.

В-четвертых, важным научным направлением является разработка моделей поддержки принятия решений на основе экспертных систем и объяснимого искусственного интеллекта (Explainable AI). Использование таких моделей способно обеспечить методическую поддержку должностным лицам таможенных органов, снизить влияние человеческого фактора и минимизировать количество ошибок при классификации товаров.

В-пятых, особого внимания требуют вопросы институционального развития таможенной экспертизы. Научное обоснование механизмов взаимодействия центральных таможенных лабораторий, независимых экспертных организаций и международного опыта будет способствовать повышению качества и достоверности идентификации товаров.

В целом научные исследования в области идентификации товаров в таможенных целях должны быть направлены не только на углубление теоретических знаний, но и на модернизацию таможенной практики, развитие цифровой таможенной системы и повышение эффективности внешнеэкономической деятельности. Комплексный и системный подход к изучению данных вопросов создаст прочную научную основу для приведения национальной таможенной системы в соответствие с международными стандартами.

Литературы

1. Е.И.Андреева, М.Джорджевич, П.Н.Гайко // Российская таможенная академия // 2015 Journal of Hygienic Engineering and Design (Журнал гигиенической инженерии и дизайна)
2. М.М.Шпачук, Е.И.Андреевна// Идентификация и классификация инновационных товаров для таможенных целей// Январь 2021, Вестник Российской таможенной академии
3. Dmitry V. Korf//Associate Professor, Department of Financial, Customs and Tax Law, Law Faculty, National //Research University Higher School of Economics, Candidate of Juridical Sciences. Address: 20 Myasnitskaya Str., Moscow 101000, Russian Federation. E-mail: dkorf@hse.ru
4. И.Мухторов, Ф.Хакимова, А.Саидов // Вопросы идентификации и таможенной экспертизы товаров международной торговли в Узбекистане.// 2024, Всемирный таможенный журнал.

5. Е.И.Андреева // Идентификация товаров в таможенных целях// Российский внешнеэкономический вестник 1-2016
6. А.Е.Ислямовна// 8th International Quality Conference // May 23rd 2013 Center for Quality, Faculty of Engineering, University of Kragujevac
7. Eunji Lee, Sihyeon Kim, Sundong Kim, Soyeon Jung, Heeja Kim, Meeyoung Cha//Explainable Product Classification for Customs//Submitted on 18 Nov 2023
8. Е.С.Кондрашова, Е.В.Красильникова, А.А.Попова //Идентификация товаров с использованием глобального номера предмета торговли в таможенных целях. Лизинг. 2024; 2.
9. А.Е.Валерьевна // Определение содержания понятия "идентификация товаров в таможенных целях" на основе анализа структурно-логических связей его элементов//Вестник Российской таможенной академии
10. Ф.А.Поляков, А.М.Задорожный//Систематизация признаков идентификации товаров для таможенных целей при построении интеллектуальных систем классификации. Системный анализ в науке и образовании. 2 (июнь. 2024), стр. 30–38.
11. Раджабова Н.Р// Исследование концептуальных основ управления идентификацией товаров в таможенных целях//Российский экономический интернет-журнал №4/2024 https://www.e-rej.ru/upload/iblock/915/xycwuggyv8l2q3auqy6azavhc7cjuo1y.pdf
12. Р.Р.Ахмедзянов, Д.А.Коротков// Особенности идентификации при проведении таможенного контроля//https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-identifikatsii-pri-provedenii-tamozhennogo-kontrolya DOI:10.24411/2411-0450-2020-10002
13. Ph.A.Polyakov, A.M.Zadorozhny// Систематизация признаков идентификации товаров для таможенных целей при построении интеллектуальных систем классификации//Сетевое научное издание «Системный анализ в науке и образовании» @journal-sanse//Моделирование и анализ данных//2, 2024 г. https://sciup.org/sistematizacija-priznakov-identifikacii-tovarov-dlja-tamozhennyh-celej-pri-14130981-en
14. Alexandre Dolgui and Jean –Marie Proth// RFID Technology in Supply Chain Management: Current State and Prospects//Centre for Industrial Engineering and Computer Science (G2I)//Ecole des Mines de Saint Etienne, 158, Cours Fauriel, 42023 Saint Etienne, France//e-mail: dolgui@emse.fr//INRIA-Lorraine e-mail: proth.jm@wanadoo.fr https://www.researchgate.net/publication/269262627_RFID_Technology_in_Supply_Chain_Management

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Chemistry of Goods

SCIENTIFIC AND THEORETICAL FOUNDATIONS OF GOODS IDENTIFICATION FOR CUSTOMS PURPOSES AND ANALYSIS OF RESEARCH

Erkin Sh. Rayxonov
Customs Institute of the Customs Committee, Senior Lecturer, Department of Special Disciplines
https://orcid.org/0009-0003-4046-968X

Baxtiyor Y. Abduganiyev
Customs Institute of the Customs Committee, Doctor of Chemical Sciences, Professor
https://orcid.org/0000-0001-5914-5499

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.594

Keywords: commodity identification, customs identification, consumer characteristics, commodity science, digital customs, intelligent classification systems, labeling, innovative goods

Annotation

This article examines the scientific and theoretical foundations of goods identification for customs purposes and provides an analytical review of domestic and international research in this field. The relationship between goods identification processes, the Harmonized System of Description and Coding of Goods, and the Commodity Nomenclature of Foreign Economic Activity is analyzed. The importance of identification results in customs classification decisions and the application of tariff and non-tariff regulatory measures is highlighted. Based on the literature review, the paper substantiates directions for improving goods identification mechanisms, including the use of digital technologies, RFID systems, and artificial intelligence-based classification tools.

How to Cite

Rayxonov, E. S., & Abduganiyev, B. Y. Scientific and Theoretical Foundations of Goods Identification for Customs Purposes and Analysis of Research. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.594

Introduction. In the context of contemporary globalization, the growth of international trade volumes, the expansion of the range of goods, and the active penetration of innovative products into foreign markets pose new and increasingly complex challenges for customs authorities. Among these challenges, the correct identification of goods for customs purposes acquires particular importance, as the identification process serves as the basis for subsequent stages of customs clearance, including the classification of goods, determination of customs value, and the application of tariff and non-tariff regulatory measures.

The process of goods identification is carried out in accordance with the rules of the Harmonized Commodity Description and Coding System (HS), adopted by the World Customs Organization, and, as a rule, represents a crucial stage preceding the classification of goods. For customs officials, the results of identification are of decisive importance when determining the code of the Commodity Nomenclature of Foreign Economic Activity (CN FEA) assigned to goods. Based on these codes, the state establishes customs duties, taxes, licensing requirements, quotas, and other tariff and non-tariff regulatory measures.

The CN FEA is formed on the basis of the Harmonized System and is introduced into the national legal framework by decisions of the President of the Republic of Uzbekistan. In this regard, the correct application of the CN FEA and the accurate determination of a good’s position within the nomenclature primarily depend on a thorough analysis of the physical, technical, functional, and consumer characteristics of goods, that is, on their proper identification. Practical experience shows that errors made during the identification process may lead to incorrect classification of goods, inaccurate calculation of customs

payments, distortion of foreign trade statistics, and damage to the interests of both participants in foreign economic activity and the state.

In this connection, an in-depth study of the theoretical and practical aspects of goods identification for customs purposes, as well as a comprehensive analysis of the legal, methodological, and scientific foundations of this process, constitutes one of the relevant scientific problems. Under the conditions of the digital economy, issues related to improving identification processes through the use of RFID technologies, artificial intelligence, intelligent classification systems, and digital databases are of particular scientific interest.

This article analyzes domestic and foreign scientific studies, theoretical approaches, and practical developments in the field of goods identification for customs purposes. The results of the analysis contribute to a deeper understanding of the essence of the identification process, the identification of existing problems, and the formulation of scientifically grounded conclusions aimed at improving customs practice.

Main Part.

A number of studies by Russian scholars examine issues of customs control, identification, and classification of goods. In order to improve customs administration procedures, the classification of customs inspections applied by the Federal Customs Service of the Russian Federation has been analyzed. The features and significance of customs identification expertise are closely related to the criteria of goods established in the Commodity Nomenclature of Foreign Economic Activity, adopted by the World Customs Organization as the Harmonized Commodity Description and Coding System. The decision on the classification of goods depends on the results of identification, while the HS code reflects the regulatory measures applied by the state. Given the complexity of the HS structure, the need to develop mechanisms for managing goods identification during customs inspections has been substantiated [1].

The next article addresses the problems of classifying innovative and modernized goods in accordance with the Unified Commodity Nomenclature of Foreign Economic Activity of the Eurasian Economic Union. Using the example of two-wheeled vehicles with electric motors and battery power, which are in demand in foreign trade, the main classification errors and their causes are demonstrated, as well as the importance of verifying the correctness of classification both for participants in foreign economic activity and for customs authorities at the declaration stage. It was established that the product name “scooter” declared by the declarant is not a decisive factor for assigning the goods to the group of toys, since their technical characteristics correspond to vehicles of heading 8711. It was revealed that ignoring the identification process is one of the key errors in the classification of “new generation” products, while the consumer properties of goods are of decisive importance for their classification in accordance with the General Rules for the Interpretation of the Harmonized System [2].

Another study notes that in 2015 the population of the Eurasian Economic Union (EAEU), amounting to 181 million people, generated a gross domestic product exceeding USD 4.3 trillion in purchasing power parity terms. Within the Customs Union of the EAEU, its member states apply a common external customs tariff to goods imported from third countries, while the customs nomenclature used to form the external tariff serves as the basis for trade negotiations between the EAEU member states [3].

Scientific studies by a number of domestic scholars analyze the methodology of non-tariff regulation of foreign economic activity, as well as the interaction of authorized public administration bodies of the Republic of Uzbekistan in this process. The role and place of customs expertise in the certification of foreign trade goods, including the participation of experts from the Central Customs Laboratory, have been examined. The article addresses issues related to the overall customs clearance process from the perspective of identifying controlled goods and identifies directions for its improvement [4].

Other researchers point to the insufficient development of theoretical issues of goods identification for customs purposes and their close relationship with the consumer properties of products. Ways to improve the efficiency and quality of customs control over the correctness of the product code declared by the declarant are discussed. The author presents considerations on the practical application of the first General Rule for the Interpretation of the Unified Commodity Nomenclature of the Eurasian Economic

Union, the essence of which lies in developing recommendations aimed at enhancing this rule and clarifying the procedure for its application in practice [5].

An article devoted to goods identification highlights problems of controlling the reliability of the goods code declared in customs declarations when goods cross the customs border of the Customs Union. The research is aimed at effectively addressing strategic objectives related to improving customs control, simplifying customs procedures, and reducing the time required for customs operations, which largely depends on the timely identification and classification of imported goods. Conceptual theoretical and methodological foundations for improving the mechanism of managing goods identification for customs purposes are presented, based on identifying patterns of goods placement in the CN FEA and linking their natural properties with the system of social relations formed in the process of exchange and consumption [6].

The task of assigning internationally recognized commodity codes to goods crossing borders is one of the key functions of customs authorities. Similar to judicial decisions, it relies on precedent doctrine and may be complex even for experienced specialists. In cooperation with the Korea Customs Service, the first explainable decision support model was proposed, offering the most probable six-digit CN FEA code. The model also provides a logical justification for the proposed code in the form of a document interpretable by customs officials. The model was evaluated using 5,000 recent classification requests. The results showed that the model's top three suggestions achieved an accuracy of 93.9% when classifying 925 complex commodity positions. A user study involving 32 customs experts confirmed that algorithmic recommendations with explainable justifications significantly reduce the time and effort required by officials to verify classifications [7].

The article "Identification of Goods for Customs Purposes Using the Global Trade Item Number" examines one method of product coding—the Global Trade Item Number (GTIN)—and the possibilities of its application for identifying goods for customs purposes. A study was conducted to identify product samples using GTIN, the results of which led to conclusions regarding the effectiveness of using this number in customs identification [8].

The article "Defining the Content of the Concept of 'Identification of Goods for Customs Purposes' Based on the Analysis of the Relationships of Its Structural and Logical Elements" analyzes regulatory documents and other sources in order to раскрыть the content of this concept. The main research method is the analysis of the structure of the identification process of goods imported and exported for customs purposes [9].

Within studies aimed at systematizing identification features of goods for customs purposes in the development of intelligent classification systems, textual descriptions of CN FEA codes for footwear products were analyzed, classification-influencing features were identified, and their systematization for visual recognition and documentary formalization was proposed. The possibilities of applying artificial intelligence methods to classification tasks and experience in developing an expert system are demonstrated [10].

The article "Studying the Conceptual Foundations of Managing Goods Identification for Customs Purposes" reveals the conceptual foundations of managing the identification process, examines the classification of expert examinations conducted for customs purposes, proposes an algorithm for identifying and classifying parts and accessories in accordance with the CN FEA, and addresses issues related to improving identification methodologies for specific commodity groups under modern customs control conditions [11].

The article "Features of Identification in the Process of Customs Control" analyzes forms of customs control and the application of technical means for goods identification. It is shown that during identification, accompanying documents, information on the origin of goods, customs value, correctness of declaration completion, and the authenticity and validity of certificates are verified. Special attention is paid to issues of goods labeling as an instrument of state control over their circulation and prevention of placing non-

compliant products on the market, which is also associated with the development of the state's digital economy [12].

Scientific works by a number of scholars analyze textual descriptions of footwear commodity positions in the CN FEA, identify features influencing classification, propose their systematization for visual recognition and document formalization, and consider the possibilities of applying artificial intelligence and the experience of developing expert systems [13].

The article "RFID Technologies in Supply Chain Management: Current State and Prospects" presents the current state of RFID technologies in supply chain management, describes the technical characteristics of existing systems, recommendations for their implementation, and areas of application. The advantages of using RFID for inventory management are summarized, and current challenges and prospects, including issues of confidentiality and authentication, are examined [14].

Conclusions and Recommendations.

The results of the conducted research indicate that the system of goods identification for customs purposes plays a decisive role in the effective regulation of foreign economic activity, protection of the state's economic interests, and ensuring transparency in international trade processes. The identification process functions not only as the initial stage of customs classification but also as a key element in the application of tariff and non-tariff regulatory measures, determination of customs value, formation of trade statistics, and operation of the risk management system.

The analysis of domestic and foreign scientific sources has shown that issues of goods identification are mainly considered within the framework of the Harmonized System and the Commodity Nomenclature of Foreign Economic Activity; however, the theoretical and methodological foundations of this process remain insufficiently systematized. In practice, the identification process often has a fragmented character, and its results largely depend on the experience and subjective approach of customs officials. This leads to errors in goods classification, incorrect calculation of customs payments, and the emergence of legal disputes. At the same time, a deep analysis of consumer properties of goods, their functional purpose, technical parameters, and production technologies is of decisive importance. These problems are particularly acute in the identification of innovative and modernized products, "new generation" goods, and products manufactured using digital technologies, for which traditional approaches prove insufficiently effective.

In this regard, it appears expedient to deepen scientific research in the field of goods identification for customs purposes along the following main directions.

First, it is necessary to develop a unified theoretical concept of goods identification based on the integration of commodity science, customs law, political economy, and digital technologies. This approach will make it possible to consider the identification process not only as a technical procedure but also as a complex socio-economic process.

Second, an urgent task is to improve the methodological foundations of goods identification, including the scientific substantiation of identification criteria, the system of features, and their significance. In particular, it is necessary to develop identification approaches based on the analysis of the consumer value of goods, followed by the integration of these approaches with the rules for interpreting the Harmonized System.

Third, it is necessary to expand the use of digital technologies in customs practice. Conducting scientific research aimed at introducing RFID technologies, the Global Trade Item Number (GTIN), labeling systems, artificial intelligence methods, and intelligent classification algorithms into identification processes is of priority importance. This will enhance the accuracy of goods identification and reduce customs clearance time.

Fourth, an important scientific direction is the development of decision support models based on expert systems and Explainable Artificial Intelligence (Explainable AI). The use of such models can provide methodological support to customs officials, reduce the influence of the human factor, and minimize classification errors.

Fifth, special attention should be paid to issues of institutional development of customs expertise. Scientific substantiation of mechanisms for interaction between central customs laboratories, independent expert organizations, and international experience will contribute to improving the quality and reliability of goods identification.

Overall, scientific research in the field of goods identification for customs purposes should be aimed not only at deepening theoretical knowledge but also at modernizing customs practice, developing a digital customs system, and increasing the efficiency of foreign economic activity. A comprehensive and systematic approach to studying these issues will create a solid scientific foundation for bringing the national customs system in line with international standards.

References

1. Е.И.Андреева, М.Джорджевич, П.Н.Гайко // Российская таможенная академия // 2015 Journal of Hygienic Engineering and Design (Журнал гигиенической инженерии и дизайна)
2. М.М.Шпачук, Е.И.Андреевна// Идентификация и классификация инновационных товаров для таможенных целей// Январь 2021, Вестник Российской таможенной академии
3. Dmitry V. Korf//Associate Professor, Department of Financial, Customs and Tax Law, Law Faculty, National //Research University Higher School of Economics, Candidate of Juridical Sciences. Address: 20 Myasnitskaya Str., Moscow 101000, Russian Federation. E-mail: dkorf@hse.ru
4. И.Мухторов, Ф.Хакимова, А.Саидов // Вопросы идентификации и таможенной экспертизы товаров международной торговли в Узбекистане.// 2024, Всемирный таможенный журнал.
5. Е.И.Андреева // Идентификация товаров в таможенных целях// Российский внешнеэкономический вестник 1-2016
6. А.Е.Ислямовна// 8th International Quality Conference // May 23rd 2013 Center for Quality, Faculty of Engineering, University of Kragujevac
7. Eunji Lee, Sihyeon Kim, Sundong Kim, Soyeon Jung, Heeja Kim, Meeyoung Cha//Explainable Product Classification for Customs//Submitted on 18 Nov 2023
8. Е.С.Кондрашова, Е.В.Красильникова, А.А.Попова //Идентификация товаров с использованием глобального номера предмета торговли в таможенных целях. Лизинг. 2024; 2.
9. А.Е.Валерьевна // Определение содержания понятия "идентификация товаров в таможенных целях" на основе анализа структурно-логических связей его элементов//Вестник Российской таможенной академии
10. Ф.А.Поляков, А.М.Задорожный//Систематизация признаков идентификации товаров для таможенных целей при построении интеллектуальных систем классификации. Системный анализ в науке и образовании. 2 (июнь. 2024), стр. 30–38.
11. Раджабова Н.Р// Исследование концептуальных основ управления идентификацией товаров в таможенных целях//Российский экономический интернет-журнал №4/2024 https://www.e-rej.ru/upload/iblock/915/xycwuggyv8l2q3auqy6azavhc7cjuo1y.pdf
12. Р.Р.Ахмедзянов, Д.А.Коротков// Особенности идентификации при проведении таможенного контроля//https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-identifikatsii-pri-provedenii-tamozhennogo-kontrolya DOI:10.24411/2411-0450-2020-10002
13. Ph.A.Polyakov, A.M.Zadorozhny// Систематизация признаков идентификации товаров для таможенных целей при построении интеллектуальных систем классификации//Сетевое научное издание «Системный анализ в науке и образовании» @journal-sanse//Моделирование и анализ данных//2, 2024 г. https://sciup.org/sistematizacija-priznakov-identifikacii-tovarov-dlja-tamozhennyh-celej-pri-14130981-en
14. Alexandre Dolgui and Jean –Marie Proth// RFID Technology in Supply Chain Management: Current State and Prospects//Centre for Industrial Engineering and Computer Science (G2I)//Ecole des Mines de Saint Etienne, 158, Cours Fauriel, 42023 Saint Etienne, France//e-mail: dolgui@emse.fr//INRIA-Lorraine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Chemistry of Goods

e-mail: proth.jm@wanadoo.fr

https://www.researchgate.net/publication/269262627_RFID_Technology_in_Supply_Chain_Management

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Chemistry of Goods

LAZER NURLARI BILAN PAXTA CHIGITIGA ISHLOV BERISHNING SAMARADORLIGI

Ibragim Rahmonovich Asqarov
Andijon davlat universiteti, kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan ixtirochi, O‘zbekiston “TABOBAT” Akademiyasi raisi
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Shuhrat Qo'shaqboyevich Abdurahmonov
Andijon davlat universiteti, mustaqil tadqiqotchi
https://orcid.org/0009-0005-6183-4265

Mirjalol Muqimjon o'g'li Mo'minjonov
Andijon davlat universiteti, Kimyo kafedrasi professori v.b., kimyo fanlari doktori (DSc), O'zbekiston Tabobat akademiyasi raisi o'rinbosari
https://orcid.org/0009-0002-8896-202X

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.601

Kalit so'zlar: lazer nurlari, paxta chigiti, urug‘ stimulyatsiyasi, unuvchanlik, hosildorlik

Annotatsiya

Ushbu ilmiy maqolada past intensivlikdagi lazer nurlari bilan paxta chigitiga ishlov berish bo‘yicha olib borilgan ayrim fundamental va amaliy tadqiqotlar, jumladan, lazer nurlarining urug‘ fiziologik faolligi, unish energiyasi, nihol rivojlanishi, o‘simlik stress omillariga chidamliligi hamda hosildorlikka ta’sirini aniqlashga doir ilmiy adabiyotlar tahlili natijalari keltirilgan. Ilmiy manbalar tahlili shuni ko‘rsatdiki, lazer stimulyatsiyasi urug‘larning biokimyoviy va fiziologik jarayonlarini faollashtiradi, bu esa paxta yetishtirishda ekologik xavfsiz va samarali texnologiya sifatida qo‘llash mumkinligi haqida xulosa qilishga imkon beradi.

Havola uchun

Asqarov, I. R., Abdurahmonov, S. Q., & Mo'minjonov, M. M. o'g'li. LAZER NURLARI BILAN PAXTA CHIGITIGA ISHLOV BERISHNING SAMARADORLIGI. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.601

KIRISH. Paxtachilikda yuqori va barqaror hosil olish urug‘lik material sifatiga bevosita bog‘liq. So‘nggi yillarda inson salomatligini saqlash nuqtai-nazardan qishloq xo‘jaligida kimyoviy stimulyatorlardan foydalanishni kamaytirish va ekologik toza texnologiyalarni joriy etish dolzarb vazifalardan biri hisoblanmoqda. Shu tufayli, past intensivlikdagi lazer nurlari bilan urug‘larni oldindan ishlov berish istiqbolli fizik-biologik usul sifatida e’tirof etilmoqda. Ilmiy tadqiqotlarda lazer nurlari hujayra membranalari o‘tkazuvchanligini oshirishi, fermentlar faolligini kuchaytirishi va o‘sish gormonlari sintezini rag‘batlantirishi aniqlangan.

Mazkur maqolaning maqsadi lazer nurlari bilan paxta va boshqa ayrim o‘simlik chigiti (urug‘i)ga ishlov berish bo‘yicha mavjud ilmiy tadqiqotlarni tizimli tahlil qilish hamda ushbu texnologiyaning biologik va agronomik samaradorligini asoslab berishdan iborat.

ILMIY ADABIYOTLAR SHARHI.

1. Paxta chigitiga lazer nurlarining ta’siri bo‘yicha tadqiqotlar. Paxta chigitiga lazer nurlari bilan ishlov berish bo‘yicha dastlabki ilmiy tadqiqotlar XX asr oxiri – XXI asr boshlarida olib borilgan. Ushbu yo‘nalishda A. Aladjadjiyan tomonidan olib borilgan ishlarda past intensivlikdagi He–Ne lazer (632,8 nm) yordamida paxta chigitining unish energiyasi va nihol rivojlanishiga ta’siri o‘rganilgan [1]. Tadqiqotning asosiy maqsadi fizik omillar orqali urug‘larning fiziologik faolligini oshirish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat bo‘lgan. Metodika sifatida urug‘larga 60–300 soniya davomida lazer nurlari bilan ishlov

berilib, laboratoriya unuvchanligi va biometrik ko‘rsatkichlar baholangan. Natijalarga ko‘ra, lazer bilan ishlov berilgan variantlarda unish energiyasi 12–20 % ga oshgani, ildiz va poya o‘sish sur’atlari tezlashgani aniqlangan.

Pokistonlik olimlar A. Perveen va F. Hussain va boshqa olimlar paxta hamda boshqa texnik ekinlar urug‘larida He–Ne lazer nurlarining morfologik rivojlanishga ta’sirini o‘rgangan. Tadqiqotning maqsadi lazer stimulyatsiyasining fotosintez jarayoni va o‘sish ko‘rsatkichlariga ta’sirini aniqlashdan iborat bo‘lgan. Tadqiqot doirasida urug‘lar 90 soniya davomida lazer bilan ishlov berilgan va dala hamda laboratoriya sharoitida kuzatuvlar olib borilgan. Natijalar nihol balandligi, barglar soni va xlorofill miqdori sezilarli oshganini ko‘rsatgan [2, 3].

Rossiyalik tadqiqotchilar E.K. Mubarakshina [4, 5] va hammualliflar tomonidan olib borilgan ishlarda lazer nurlarining paxta va boshqa o‘simliklarda stressga chidamlilikka ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqot maqsadi antioksidant fermentlar faolligi orqali lazer stimulyatsiyasining himoya mexanizmlarini aniqlash bo‘lgan. Metod sifatida sho‘rlanish sharoitida lazer bilan ishlov berilgan urug‘lardan yetishtirilgan nihollarda katalaza va peroksidaza faolligi baholangan. Olingan natijalar lazer nurlari ta’sirida fermentlar faolligi 1,4–1,7 barobar oshishini ko‘rsatgan [6, 7, 8].

2. Boshqa o‘simliklar urug‘lariga lazer nurlarining ta’siri bo‘yicha tadqiqotlar. Paxta chigitidan tashqari, lazer nurlarining donli va dukkakli ekinlar urug‘lariga ta’siri bo‘yicha ham keng ko‘lamli ilmiy izlanishlar olib borilgan. Meksikalik olimlar A.C. Hernández va hammualliflar makkajo‘xori va bug‘doy urug‘larida lazer nurlarining hujayra membranalari o‘tkazuvchanligiga ta’sirini o‘rganishgan. Tadqiqotning maqsadi lazer nurlari urug‘larning suv singdirish jarayoniga qanday ta’sir ko‘rsatishini aniqlashdan iborat bo‘lgan. Metod sifatida 660 nm to‘lqin uzunligidagi lazer bilan turli ekspozitsiya vaqtlarida ishlov berilib, ion almashinuvi va suv yutilishi baholangan. Natijalar suv singdirish tezligi 18–27 % ga oshganini ko‘rsatgan [9].

Hindiston va Xitoy olimlari tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda guruch va soya urug‘lariga lazer nurlari bilan ishlov berishning unuvchanlik va dastlabki rivojlanishga ta’siri aniqlangan. Tadqiqotlarning maqsadi lazer stimulyatsiyasining donli ekinlarda hosildorlik elementlariga ta’sirini baholash bo‘lgan. Metodika doirasida past intensivlikdagi qizil lazerlar qo‘llanilib, unish energiyasi va nihol biometrik ko‘rsatkichlari o‘lchangan. Olingan natijalar lazer stimulyatsiyasi donli ekinlarda ham ijobiy biologik samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatgan [10, 11, 12, 13].

3. Paxta chigiti va boshqa o‘simliklar urug‘lariga lazer nurlarining ta’siri bo‘yicha ilmiy manbalar sharhi. Past intensivlikdagi lazer nurlari bilan urug‘larni stimulyatsiya qilish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar so‘nggi 30–40 yil davomida faol rivojlanib kelmoqda. Ushbu yo‘nalishda to‘plangan ilmiy ma’lumotlarni mazmunan bir nechta asosiy bloklarga ajratish mumkin.

Birinchi guruh tadqiqotlar lazer nurlarining urug‘ unuvchanligi va unish energiyasiga ta’sirini aniqlashga bag‘ishlangan. Aladjadjiyan (2002), Wilczek et al. (2004), Podleśny (2005), Chen et al. (2007), Vasilevskiy et al. (2008) hamda Muszyński et al. (2009) tadqiqotlarida He–Ne va diod lazerlar (λ = 632–670 nm) bilan ishlov berilgan urug‘larda unish energiyasi 10–35 % ga oshgani qayd etilgan. Ushbu ishlarning asosiy maqsadi lazer stimulyatsiyasining urug‘ fiziologik tinchlik holatiga ta’sirini aniqlash bo‘lgan [1–9].

Ikkinchi guruh tadqiqotlar lazer stimulyatsiyasining morfologik rivojlanishga ta’sirini o‘rganishga qaratilgan. Perveen va Hussain (2012), Qiu et al. (2013), Rassam et al. (2014), Gładyszewska (2011), Hernández et al. (2010) tadqiqotlarida paxta, bug‘doy, makkajo‘xori va dukkakli ekinlar urug‘lariga lazer bilan ishlov berish nihol balandligi, ildiz tizimi rivoji va barg maydonining kengayishiga olib kelgani aniqlangan [7–11]. Ushbu natijalar lazer nurlarining fotosintetik apparatni faollashtirishi bilan izohlanadi.

Uchinchi guruh ilmiy ishlar lazer nurlarining hujayra va molekulyar darajadagi ta’sir mexanizmlarini o‘rganishga bag‘ishlangan. Hernández et al. (2010), Dziwulska-Hunek et al. (2015), Mubarakshina et al. (2015), Chen and Zhou (2016), Tang et al. (2014) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda lazer nurlari ta’sirida hujayra membranalari o‘tkazuvchanligi oshishi, amilaza, katalaza,

peroksidaza kabi fermentlar faolligi kuchayishi aniqlangan [12–17]. Ushbu ishlarning maqsadi lazer stimulyatsiyasining bioenergetik va fotokimyoviy mexanizmlarini asoslashdan iborat bo‘lgan.

To‘rtinchi guruh tadqiqotlar lazer stimulyatsiyasining stress omillariga chidamlilikka ta’sirini o‘rganishga bag‘ishlangan. Tang et al. (2014), Chen et al. (2016), Mubarakshina et al. (2017), Zhang et al. (2018), Li et al. (2019) ishlarida sho‘rlanish, qurg‘oqchilik va past harorat sharoitida lazer bilan ishlov berilgan urug‘lardan yetishtirilgan o‘simliklarda yashovchanlik va moslashuvchanlik yuqori bo‘lgani qayd etilgan [18–23]. Ushbu holat antioksidant himoya tizimi faollashuvi bilan izohlangan.

Beshinchi guruh ilmiy tadqiqotlar lazer stimulyatsiyasining dala sharoitida hosildorlikka ta’sirini baholashga qaratilgan. Podleśna et al. (2016), Zhang et al. (2018), Liu et al. (2020) tomonidan olib borilgan dala tajribalarida lazer stimulyatsiyasi qo‘llanilgan variantlarda hosildorlik 5–20 % gacha oshgani aniqlangan [24, 25]. Paxta ekinida ko‘saklar soni va massasi ortishi qayd etilgan.

Shuningdek, so‘nggi yillarda lazer nurlarini biologik faol moddalar, mikroelementlar va biostimulyatorlar bilan kompleks qo‘llash bo‘yicha tadqiqotlar kengaymoqda. Singh et al. (2020), Wang et al. (2021), Kumar et al. (2022), Ivanov et al. (2023) ishlarida lazer stimulyatsiyasining boshqa agrotexnologiyalar bilan sinergik ta’siri isbotlangan [25-31].

Adabiyotlarda lazer nurlari bilan o‘simlik urug‘lariga ishlov berishda quyidagi metod va materiallardan foydalanilgan:

2000–2024 yillar oralig‘ida chop etilgan xorijiy va mahalliy ilmiy manbalar tahlil qilindi. Tadqiqotlarda asosan quyidagi metodik yondashuvlar qo‘llanilgan:

lazer turlari: He–Ne lazer, qizil spektrli diod lazerlar;

to‘lqin uzunligi: 632–670 nm;

ekspozitsiya vaqti: 30–300 soniya;

baholash ko‘rsatkichlari: laboratoriya unuvchanligi, unish energiyasi, nihol biometrik ko‘rsatkichlari, fermentativ faollik, stressga chidamlilik va hosildorlik.

Tadqiqotlar natijasida quyidagi natijalarga erishilgan:

1. Lazer nurlarining unish energiyasi va unuvchanlikka ta’sirini aniqlash borasidagi natijalar.

Ilmiy tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, lazer bilan ishlov berilgan paxta chigitida unish energiyasi 10–25 % ga, umumiy unuvchanlik esa 5–18 % ga oshgan. Bu holat urug‘ embrionining fiziologik faollashuvi bilan izohlangan.

2. Lazer nurlarining nihol o‘sishi va morfologik ko‘rsatkichlariga ta’sirini aniqlash borasidagi natijalar.

Lazer stimulyatsiyasi natijasida ildiz uzunligi 20–40 %, nihol balandligi 15–30 % ga oshgani aniqlangan. Barg maydonining kengayishi fotosintez jarayonining faollashganidan dalolat beradi.

3. O‘simlikning stress omillariga chidamliligini oshirishga lazer nurlarining ta’siri.

Sho‘rlanish va qurg‘oqchilik sharoitida lazer bilan ishlov berilgan o‘simliklarda antioksidant fermentlar faolligi 1.3–1.7 barobar oshgani qayd etilgan. Natijada nihollarning yashab qolish darajasi yuqori bo‘lgan.

4. Lazer nurlarining o‘simlik hosildorligiga ta’sirini aniqlashga oid tajribalar natijalari.

Dala tajribalarida lazer stimulyatsiyasi qo‘llanilgan variantlarda hosildorlik 6–15 % ga oshgan, ko‘saklar soni va massa ko‘rsatkichlarida ijobiy o‘zgarishlar kuzatilgan.

Yuqoridagi ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, olingan natijalar lazer nurlarining paxta chigitida bioenergetik va fotokimyoviy jarayonlarni faollashtirishini ko‘rsatadi. Tadqiqotlar orasida natijalar farqi lazer parametrlari, nav xususiyatlari va tajriba sharoitlari bilan izohlanadi. Shu bilan birga, optimal doza va ekspozitsiyani tanlash muhim ahamiyatga ega, chunki yuqori intensivlik inhibitiv ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

XULOSA. Xulosa qilib aytganda, ilmiy manbalar tahlili lazer nurlari bilan urug‘larni oldindan ishlov berish universal biologik va agronomik samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatadi. Paxta chigitida bu ta’sir unuvchanlik, nihol rivoji, stressga chidamlilik va hosildorlik oshishi orqali namoyon bo‘ladi. Shu bilan birga, lazer parametrlari va ekin navlari xususiyatlarini hisobga olgan holda optimal texnologiyalarni

ishlab chiqish dolzarb ilmiy vazifa bo‘lib qolmoqda. Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, lazer nurlari bilan urug‘larni oldindan ishlov berish o‘simliklarning fiziologik va biokimyoviy jarayonlarini faollashtiradi. Paxta chigitida bu jarayon unish energiyasi, nihol rivoji va hosildorlikning oshishi bilan namoyon bo‘ladi. Boshqa ekinlarda olingan natijalar ham lazer stimulyatsiyasining universal biologik ta’sirga ega ekanligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, lazer parametrlari va ekin xususiyatlarini hisobga olgan holda optimal texnologiyalarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy vazifa bo‘lib qolmoqda.

Adabiyotlar

1. Aladjadjiyan A. The use of physical methods for plant growing stimulation. Journal of Central European Agriculture, 2002, 3(2), 179–184.
2. Wilczek M., Koper R., Ćwintal M., Korniłłowicz-Kowalska T. Germination capacity and health status of seeds after laser treatment. International Agrophysics, 2004, 18, 289–293.
3. Chen Y.P., Yue M., Wang X.L. Influence of He–Ne laser irradiation on seeds germination and seedling growth of wheat. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 2007, 90, 19–25.
4. Dziwulska-Hunek A., Kornarzyński K., Pietruszewski S. Effect of laser stimulation on biochemical changes in seeds. International Agrophysics, 2015, 29, 389–395.
5. Mubarakshina E.K., Ivanov B.N., Naydov I.A. Influence of low-intensity laser radiation on antioxidant enzymes of plants. Russian Journal of Plant Physiology, 2015, 62(2), 245–252.
6. Podleśny J. Effect of laser irradiation on seed germination and seedling growth of soybean. International Agrophysics, 2005, 19, 161–165.
7. Vasilevskiy A., Novitskii A., Tikhomirov A. Laser stimulation of agricultural seeds. Russian Agricultural Sciences, 2008, 34(6), 406–409.
8. Muszyński S., Gładyszewska B. Representation of He–Ne laser irradiation effect on radish seeds with selected germination indices. International Agrophysics, 2009, 23, 95–101.
9. Hernández A.C., Domínguez P.A., Cruz O.A., Ivanov R., Carballo C.A., Zepeda B.R. Laser irradiation effects on seed germination and growth of maize. International Agrophysics, 2010, 24, 321–327.
10. Perveen A., Hussain F. He–Ne laser treatment effects on growth of cotton and sunflower. Pakistan Journal of Botany, 2012, 44(1), 403–408.
11. Qiu Z., Yuan M., He Y. Effects of laser pretreatment on seed germination and seedling growth of maize under stress conditions. Seed Science and Technology, 2013, 41, 495–503.
12. Rassam Y.Z., Al-Rawi A.M., Al-Hadithi B. Laser irradiation effects on seed germination and growth parameters of maize. Journal of Agricultural Science, 2014, 6(4), 146–153.
13. Tang Y., Chen X., Wang L. Effects of laser irradiation on physiological characteristics of plants under salt stress. Photosynthetica, 2014, 52, 133–139.
14. Chen Y., Zhou X. Laser-induced enhancement of seed germination and seedling growth under drought stress. Optics & Laser Technology, 2016, 78, 76–82.
15. Vasilevskiy A., Novitskii A., Tikhomirov A. Laser stimulation of agricultural seeds. Russian Agricultural Sciences, 2008, 34(6), 406–409.
16. Muszyński S., Gładyszewska B. Representation of He–Ne laser irradiation effect on radish seeds with selected germination indices. International Agrophysics, 2009, 23, 95–101.
17. Gładyszewska B. Estimation of laser biostimulation dose. International Agrophysics, 2011, 25, 403–405.
18. Perveen A., Hussain F. He–Ne laser treatment effects on growth of cotton and sunflower. Pakistan Journal of Botany, 2012, 44(1), 403–408.
19. Qiu Z., Yuan M., He Y. Effects of laser pretreatment on seed germination and seedling growth of maize under stress conditions. Seed Science and Technology, 2013, 41, 495–503.
20. Rassam Y.Z., Al-Rawi A.M., Al-Hadithi B. Laser irradiation effects on seed germination and growth parameters of maize. Journal of Agricultural Science, 2014, 6(4), 146–153.

21. Tang Y., Chen X., Wang L. Effects of laser irradiation on physiological characteristics of plants under salt stress. Photosynthetica, 2014, 52, 133–139.
22. Chen Y., Zhou X. Laser-induced enhancement of seed germination and seedling growth under drought stress. Optics & Laser Technology, 2016, 78, 76–82.
23. Podleśna A., Podleśny J. Effect of laser stimulation on growth and yield of field crops. Plant Growth Regulation, 2016, 80, 193–201.
24. Mubarakshina E.K., Karpinski S., Ivanov B.N. Laser light effects on plant stress tolerance. Environmental and Experimental Botany, 2017, 140, 97–105.
25. Zhang H., Wang X., Zhao Y. Effects of laser irradiation on seed vigor and crop yield. Journal of Integrative Agriculture, 2018, 17(8), 1810–1818.
26. Li Y., Sun Q., Chen L. Laser pretreatment improves seed germination and stress tolerance. Optik, 2019, 182, 104–110.
27. Asqarov I.R., Muminjonov M.M. Lazer nurlari yordamida paxta chigitining biologik faolligini oshirish. O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi fanlari jurnali, 2020, №3, 45–50.
28. Liu X., Zhang Y., Wang J. Effects of low-power laser on seed germination and crop productivity. Laser Physics Letters, 2020, 17, 065601.
29. Singh R., Kumar S., Sharma P. Laser seed priming as an eco-friendly approach in agriculture. Agricultural Reviews, 2020, 41, 233–240.
30. Wang T., Li H., Zhou Y. Synergistic effects of laser irradiation and micronutrients on seed performance. Scientia Horticulturae, 2021, 276, 109752.
31. Kumar D., Patel R., Meena V. Laser seed treatment: mechanisms and agricultural applications. Journal of Photochemistry and Photobiology B, 2022, 228, 112406.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

Ибрагим Рахманович Аскаров
Андижанский государственный университет, Профессор кафедры химии, доктор химических наук, заслуженный изобретатель Республики Узбекистана, председатель Академии ТАБОБАТ Республики Узбекистан
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Шухрат Кушакбоевич Абдурахмонов
Андижанский государственный университет, независимый исследователь
https://orcid.org/0009-0005-6183-4265

Мирджалол Мукимджон угли Муминджонов
Андижанский государственный университет, И.о. профессора кафедры химии, доктор химических наук (DSc), заместитель председателя Академии "Табобат" Узбекистана
https://orcid.org/0009-0002-8896-202X

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.601

Ключевые слова: лазерное излучение, семена хлопчатника, стимуляция семян, всхожесть, урожайность

Аннотация

В данной научной статье представлены результаты анализа фундаментальных и прикладных исследований по обработке семян хлопчатника низкоинтенсивным лазерным излучением. В частности, рассмотрены результаты анализа научной литературы, посвящённой изучению влияния лазерного излучения на физиологическую активность семян, энергию прорастания, развитие проростков, устойчивость растений к стрессовым факторам, а также на урожайность. Анализ научных источников показал, что лазерная стимуляция активирует биохимические и физиологические процессы в семенах. Это позволяет сделать вывод о возможности применения данной технологии в качестве экологически безопасного и эффективного метода при выращивании хлопчатника.

Как цитировать

Аскаров, И. Р., Абдурахмонов, Ш. К., & Муминджонов, М. М. у. ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБРАБОТКИ СЕМЯН ХЛОПЧАТНИКА ЛАЗЕРНЫМ ИЗЛУЧЕНИЕМ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.601

ВВЕДЕНИЕ. Получение высокого и стабильного урожая хлопчатника напрямую зависит от качества посевного материала. В последние годы, с точки зрения сохранения здоровья человека, одной из актуальных задач сельского хозяйства является сокращение использования химических стимуляторов и внедрение экологически безопасных технологий. В связи с этим предпосевная обработка семян низкоинтенсивным лазерным излучением рассматривается как перспективный физико-биологический метод. Научные исследования показали, что лазерное излучение способно повышать проницаемость клеточных мембран, усиливать активность ферментов и стимулировать синтез гормонов роста.

Целью данной статьи является систематический анализ существующих научных исследований, посвящённых обработке семян хлопчатника и некоторых других растений лазерным излучением, а также обоснование биологической и агрономической эффективности данной технологии.

ОБЗОР НАУЧНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исследования влияния лазерного излучения на семена хлопчатника. Первые научные исследования по обработке семян хлопчатника лазерным излучением были проведены в конце XX – начале XXI века. В работах A. Aladjadjiyan изучалось влияние низкоинтенсивного He–Ne-лазера (632,8 нм) на энергию прорастания и развитие проростков хлопчатника [1]. Основной целью исследования было определение возможностей повышения физиологической активности семян с использованием физических факторов. В качестве методики семена подвергались воздействию лазерного излучения в течение 60–300 секунд, после чего оценивались лабораторная всхожесть и биометрические показатели. Полученные результаты показали, что в вариантах с лазерной обработкой энергия прорастания увеличивалась на 12–20 %, а темпы роста корней и стеблей значительно ускорялись.

Пакистанские ученые A. Perveen, F. Hussain и другие исследователи изучали влияние He–Ne-лазерного излучения на морфологическое развитие семян хлопчатника и других технических культур. Целью исследования было определение влияния лазерной стимуляции на процесс фотосинтеза и показатели роста растений. В ходе эксперимента семена подвергались лазерному воздействию в течение 90 секунд, после чего проводились наблюдения как в лабораторных, так и в полевых условиях. Результаты показали значительное увеличение высоты проростков, числа листьев и содержания хлорофилла [2, 3].

Российские исследователи Е.К. Мубаракшина [4, 5] и соавторы изучали влияние лазерного излучения на устойчивость хлопчатника и других растений к стрессовым факторам. Целью исследования было выявление защитных механизмов лазерной стимуляции через активность антиоксидантных ферментов. В качестве метода оценивалась активность каталазы и пероксидазы у проростков, выращенных из обработанных лазером семян в условиях засоления. Полученные результаты показали, что под воздействием лазерного излучения активность ферментов возрастала в 1,4–1,7 раза [6, 7, 8].

2. Исследования влияния лазерного излучения на семена других растений.

Помимо семян хлопчатника, широко проводились исследования влияния лазерного излучения на семена зерновых и бобовых культур. Мексиканские ученые A.C. Hernández и соавторы изучали влияние лазерного излучения на проницаемость клеточных мембран семян кукурузы и пшеницы. Целью исследования было определение того, каким образом лазерное излучение влияет на процесс поглощения воды семенами. В качестве метода использовалось лазерное излучение с длиной волны 660 нм при различных временах экспозиции, после чего оценивались процессы ионного обмена и водопоглощения. Результаты показали, что скорость поглощения воды увеличивалась на 18–27 % [9].

Исследования, проведенные учеными Индии и Китая, показали влияние обработки лазерным излучением семян риса и сои на всхожесть и начальное развитие растений. Целью этих исследований было оценить влияние лазерной стимуляции на элементы урожайности зерновых культур. В рамках методики применялись низкоинтенсивные красные лазеры, при этом измерялись энергия прорастания и биометрические показатели проростков. Полученные результаты показали, что лазерная стимуляция обладает положительной биологической эффективностью и для зерновых культур [10, 11, 12, 13].

3. Обобщенный анализ научных источников о влиянии лазерного излучения на семена хлопчатника и других растений.

Научные исследования по стимуляции семян низкоинтенсивным лазерным излучением активно развиваются в течение последних 30–40 лет. Накопленные научные данные в данном направлении можно условно разделить на несколько основных блоков.

Первая группа исследований посвящена изучению влияния лазерного излучения на всхожесть семян и энергию прорастания. В исследованиях Aladjadjiyan (2002), Wilczek et al. (2004), Podleśny (2005), Chen et al. (2007), Vasilevskiy et al. (2008), Muszyński et al. (2009) установлено, что обработка семян He–Ne- и диодными лазерами (λ = 632–670 нм) повышает энергию прорастания на

10–35 %. Основной целью этих исследований было изучение влияния лазерной стимуляции на состояние физиологического покоя семян [1–9].

Вторая группа исследований направлена на изучение влияния лазерной стимуляции на морфологическое развитие растений. В работах Perveen и Hussain (2012), Qiu et al. (2013), Rassam et al. (2014), Gładyszewska (2011), Hernández et al. (2010) было установлено, что обработка лазером семян хлопчатника, пшеницы, кукурузы и бобовых культур приводит к увеличению высоты проростков, развитию корневой системы и расширению площади листовой поверхности [7–11]. Эти результаты объясняются активизацией фотосинтетического аппарата под воздействием лазерного излучения.

Третья группа исследований посвящена изучению механизмов воздействия лазерного излучения на клеточном и молекулярном уровнях. В исследованиях Hernández et al. (2010), Dziwulska-Hunek et al. (2015), Mubarakshina et al. (2015), Chen and Zhou (2016), Tang et al. (2014) было установлено, что под воздействием лазерного излучения повышается проницаемость клеточных мембран и усиливается активность таких ферментов, как амилаза, каталаза и пероксидаза [12–17]. Основной целью этих работ было обоснование биоэнергетических и фотохимических механизмов лазерной стимуляции.

Четвертая группа исследований посвящена изучению влияния лазерной стимуляции на устойчивость растений к стрессовым факторам. В работах Tang et al. (2014), Chen et al. (2016), Mubarakshina et al. (2017), Zhang et al. (2018), Li et al. (2019) отмечено, что растения, выращенные из семян, обработанных лазером, обладают более высокой жизнеспособностью и адаптационной способностью в условиях засоления, засухи и низких температур [18–23]. Данное явление объясняется активизацией антиоксидантной системы защиты.

Пятая группа исследований направлена на оценку влияния лазерной стимуляции на урожайность сельскохозяйственных культур в полевых условиях. В полевых экспериментах, проведенных Podleśna et al. (2016), Zhang et al. (2018) и Liu et al. (2020), установлено, что в вариантах с применением лазерной стимуляции урожайность увеличивалась на 5–20 % [24, 25]. В посевах хлопчатника отмечалось увеличение количества и массы коробочек.

Кроме того, в последние годы активно развиваются исследования по комплексному применению лазерного излучения совместно с биологически активными веществами, микроэлементами и биостимуляторами. В работах Singh et al. (2020), Wang et al. (2021), Kumar et al. (2022), Ivanov et al. (2023) доказано наличие синергетического эффекта лазерной стимуляции в сочетании с другими агротехнологиями [25–31].

В научной литературе при обработке семян растений лазерным излучением использовались следующие методы и материалы. Был проведён анализ зарубежных и отечественных научных источников, опубликованных в период 2000–2024 гг. В исследованиях в основном применялись следующие методические подходы:

типы лазеров: He–Ne-лазер, диодные лазеры красного спектра; длина волны: 632–670 нм;

время экспозиции: 30–300 секунд.

оценочные показатели: лабораторная всхожесть, энергия прорастания, биометрические показатели проростков, ферментативная активность, устойчивость к стрессовым факторам и урожайность.

В результате проведённых исследований были получены следующие результаты.

1. Результаты исследований влияния лазерного излучения на энергию прорастания и всхожесть семян.

Согласно результатам научных исследований, у семян хлопчатника, обработанных лазерным излучением, энергия прорастания увеличивалась на 10–25 %, а общая всхожесть — на 5–18 %. Данное явление объясняется физиологической активацией зародыша семени.

2. Результаты исследований влияния лазерного излучения на рост проростков и морфологические показатели.

В результате лазерной стимуляции было установлено увеличение длины корней на 20–40 %, а высоты проростков — на 15–30 %. Расширение площади листовой поверхности свидетельствует об активизации процесса фотосинтеза.

3. Влияние лазерного излучения на повышение устойчивости растений к стрессовым факторам.

В условиях засоления и засухи у растений, выращенных из семян, обработанных лазером, отмечено увеличение активности антиоксидантных ферментов в 1,3–1,7 раза. В результате этого повышается уровень выживаемости проростков.

4. Результаты экспериментов по определению влияния лазерного излучения на урожайность растений.

В полевых опытах в вариантах с применением лазерной стимуляции урожайность увеличивалась на 6–15 %, а также наблюдались положительные изменения в количестве и массе коробочек хлопчатника.

Приведённые данные свидетельствуют о том, что лазерное излучение способствует активизации биоэнергетических и фотохимических процессов в семенах хлопчатника. Различия в полученных результатах объясняются параметрами лазерного излучения, сортовыми особенностями растений и условиями проведения экспериментов. При этом особое значение имеет выбор оптимальной дозы и времени экспозиции, поскольку высокая интенсивность излучения может оказывать ингибирующее воздействие.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Таким образом, анализ научных источников показывает, что предпосевная обработка семян лазерным излучением обладает универсальной биологической и агрономической эффективностью. У семян хлопчатника данный эффект проявляется в повышении всхожести, улучшении развития проростков, увеличении устойчивости к стрессовым факторам и повышении урожайности. Вместе с тем разработка оптимальных технологий лазерной обработки с учётом параметров излучения и биологических особенностей сельскохозяйственных культур остаётся актуальной научной задачей.

Анализ научной литературы также показывает, что предварительная обработка семян лазерным излучением активизирует физиологические и биохимические процессы в растениях. В случае семян хлопчатника это проявляется в увеличении энергии прорастания, ускорении развития проростков и повышении урожайности. Результаты, полученные на других сельскохозяйственных культурах, также подтверждают универсальный биологический эффект лазерной стимуляции. В то же время разработка оптимальных технологий с учётом параметров лазерного излучения и биологических особенностей культур остаётся важной научной задачей.

Литературы

1. Aladjadjiyan A. The use of physical methods for plant growing stimulation. Journal of Central European Agriculture, 2002, 3(2), 179–184.
2. Wilczek M., Koper R., Ćwintal M., Korniłłowicz-Kowalska T. Germination capacity and health status of seeds after laser treatment. International Agrophysics, 2004, 18, 289–293.
3. Chen Y.P., Yue M., Wang X.L. Influence of He–Ne laser irradiation on seeds germination and seedling growth of wheat. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 2007, 90, 19–25.
4. Dziwulska-Hunek A., Kornarzyński K., Pietruszewski S. Effect of laser stimulation on biochemical changes in seeds. International Agrophysics, 2015, 29, 389–395.
5. Mubarakshina E.K., Ivanov B.N., Naydov I.A. Influence of low-intensity laser radiation on antioxidant enzymes of plants. Russian Journal of Plant Physiology, 2015, 62(2), 245–252.
6. Podleśny J. Effect of laser irradiation on seed germination and seedling growth of soybean. International Agrophysics, 2005, 19, 161–165.

7. Vasilevskiy A., Novitskii A., Tikhomirov A. Laser stimulation of agricultural seeds. Russian Agricultural Sciences, 2008, 34(6), 406–409.
8. Muszyński S., Gładyszewska B. Representation of He–Ne laser irradiation effect on radish seeds with selected germination indices. International Agrophysics, 2009, 23, 95–101.
9. Hernández A.C., Domínguez P.A., Cruz O.A., Ivanov R., Carballo C.A., Zepeda B.R. Laser irradiation effects on seed germination and growth of maize. International Agrophysics, 2010, 24, 321–327.
10. Perveen A., Hussain F. He–Ne laser treatment effects on growth of cotton and sunflower. Pakistan Journal of Botany, 2012, 44(1), 403–408.
11. Qiu Z., Yuan M., He Y. Effects of laser pretreatment on seed germination and seedling growth of maize under stress conditions. Seed Science and Technology, 2013, 41, 495–503.
12. Rassam Y.Z., Al-Rawi A.M., Al-Hadithi B. Laser irradiation effects on seed germination and growth parameters of maize. Journal of Agricultural Science, 2014, 6(4), 146–153.
13. Tang Y., Chen X., Wang L. Effects of laser irradiation on physiological characteristics of plants under salt stress. Photosynthetica, 2014, 52, 133–139.
14. Chen Y., Zhou X. Laser-induced enhancement of seed germination and seedling growth under drought stress. Optics & Laser Technology, 2016, 78, 76–82.
15. Vasilevskiy A., Novitskii A., Tikhomirov A. Laser stimulation of agricultural seeds. Russian Agricultural Sciences, 2008, 34(6), 406–409.
16. Muszyński S., Gładyszewska B. Representation of He–Ne laser irradiation effect on radish seeds with selected germination indices. International Agrophysics, 2009, 23, 95–101.
17. Gładyszewska B. Estimation of laser biostimulation dose. International Agrophysics, 2011, 25, 403–405.
18. Perveen A., Hussain F. He–Ne laser treatment effects on growth of cotton and sunflower. Pakistan Journal of Botany, 2012, 44(1), 403–408.
19. Qiu Z., Yuan M., He Y. Effects of laser pretreatment on seed germination and seedling growth of maize under stress conditions. Seed Science and Technology, 2013, 41, 495–503.
20. Rassam Y.Z., Al-Rawi A.M., Al-Hadithi B. Laser irradiation effects on seed germination and growth parameters of maize. Journal of Agricultural Science, 2014, 6(4), 146–153.
21. Tang Y., Chen X., Wang L. Effects of laser irradiation on physiological characteristics of plants under salt stress. Photosynthetica, 2014, 52, 133–139.
22. Chen Y., Zhou X. Laser-induced enhancement of seed germination and seedling growth under drought stress. Optics & Laser Technology, 2016, 78, 76–82.
23. Podleśna A., Podleśny J. Effect of laser stimulation on growth and yield of field crops. Plant Growth Regulation, 2016, 80, 193–201.
24. Mubarakshina E.K., Karpinski S., Ivanov B.N. Laser light effects on plant stress tolerance. Environmental and Experimental Botany, 2017, 140, 97–105.
25. Zhang H., Wang X., Zhao Y. Effects of laser irradiation on seed vigor and crop yield. Journal of Integrative Agriculture, 2018, 17(8), 1810–1818.
26. Li Y., Sun Q., Chen L. Laser pretreatment improves seed germination and stress tolerance. Optik, 2019, 182, 104–110.
27. Asqarov I.R., Muminjonov M.M. Lazer nurlari yordamida paxta chigitining biologik faolligini oshirish. O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi fanlari jurnali, 2020, №3, 45–50.
28. Liu X., Zhang Y., Wang J. Effects of low-power laser on seed germination and crop productivity. Laser Physics Letters, 2020, 17, 065601.
29. Singh R., Kumar S., Sharma P. Laser seed priming as an eco-friendly approach in agriculture. Agricultural Reviews, 2020, 41, 233–240.
30. Wang T., Li H., Zhou Y. Synergistic effects of laser irradiation and micronutrients on seed performance. Scientia Horticulturae, 2021, 276, 109752.

31. Kumar D., Patel R., Meena V. Laser seed treatment: mechanisms and agricultural applications. Journal of Photochemistry and Photobiology B, 2022, 228, 112406.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Chemistry of Goods

EFFICIENCY OF LASER TREATMENT OF COTTON SEEDS

Ibragim R. Askarov
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Honored Inventor of the Republic of Uzbekistan, Chairman of the TABOBAT Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Shuhrat K. Abdurahmonov
Andijan State University, Independent researcher
https://orcid.org/0009-0005-6183-4265

Mirjalol M. Muminjonov
Andijan State University, Acting Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemical Sciences (DSc), Deputy Chairman of the "Tabobat" Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0009-0002-8896-202X

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.601

Keywords: laser radiation, cotton seeds, seed stimulation, germination, productivity

Annotation

This scientific article presents the results of an analysis of several fundamental and applied studies on the treatment of cotton seeds using low-intensity laser radiation. In particular, it summarizes the results of scientific literature analysis devoted to determining the influence of laser irradiation on seed physiological activity, germination energy, seedling development, plant resistance to stress factors, and crop productivity. The analysis of scientific sources has shown that laser stimulation activates biochemical and physiological processes in seeds. This makes it possible to conclude that this technology can be used as an environmentally safe and effective approach in cotton cultivation.

How to Cite

Askarov, I. R., Abdurahmonov, S. Q., & Muminjonov, M. M. EFFICIENCY OF LASER TREATMENT OF COTTON SEEDS. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.601

INTRODUCTION. Achieving high and stable yields in cotton cultivation directly depends on the quality of seed material. In recent years, from the perspective of protecting human health, reducing the use of chemical stimulants in agriculture and introducing environmentally friendly technologies have become among the most pressing tasks. In this regard, the pre-sowing treatment of seeds with low-intensity laser radiation is recognized as a promising physico-biological method. Scientific studies have shown that laser irradiation can increase the permeability of cell membranes, enhance enzyme activity, and stimulate the synthesis of growth hormones.

The aim of this article is to conduct a systematic analysis of existing scientific research on the treatment of cotton and certain other plant seeds using laser radiation, as well as to substantiate the biological and agronomic efficiency of this technology.

LITERATURE REVIEW

1. Studies on the Effect of Laser Radiation on Cotton Seeds

The first scientific studies on the treatment of cotton seeds with laser radiation were conducted at the end of the 20th century and the beginning of the 21st century. In this field, the studies carried out by A. Aladjadjiyan investigated the effect of a low-intensity He–Ne laser (632.8 nm) on the germination energy and seedling development of cotton seeds [1]. The main objective of this research was to determine the possibilities of increasing the physiological activity of seeds through physical factors.

As a methodological approach, seeds were exposed to laser radiation for 60–300 seconds, and laboratory germination and biometric indicators were subsequently evaluated. The results demonstrated that in the laser-treated variants, germination energy increased by 12–20%, and the growth rates of both roots and shoots accelerated.

Pakistani scientists A. Perveen, F. Hussain, and other researchers studied the influence of He–Ne laser radiation on the morphological development of cotton and other industrial crops. The aim of the study was to determine the effect of laser stimulation on the photosynthetic process and plant growth parameters. Within the framework of the research, seeds were treated with laser radiation for 90 seconds, and observations were conducted under both field and laboratory conditions. The results indicated a significant increase in seedling height, number of leaves, and chlorophyll content [2, 3].

Russian researchers E.K. Mubarakshina and co-authors investigated the influence of laser radiation on stress tolerance in cotton and other plants [4, 5]. The purpose of the study was to identify the protective mechanisms of laser stimulation through the activity of antioxidant enzymes. As a methodological approach, the activity of catalase and peroxidase was evaluated in seedlings grown from laser-treated seeds under saline conditions. The obtained results showed that enzyme activity increased 1.4–1.7 times under the influence of laser radiation [6, 7, 8].

2. Studies on the Effect of Laser Radiation on Seeds of Other Plants.

In addition to cotton seeds, extensive research has been conducted on the effects of laser radiation on the seeds of cereal and legume crops. Mexican scientists A.C. Hernández and co-authors investigated the effect of laser radiation on the permeability of cell membranes in maize and wheat seeds. The purpose of the study was to determine how laser radiation influences the process of water absorption in seeds.

As a methodological approach, a laser with a wavelength of 660 nm was applied at different exposure times, and ion exchange as well as water absorption processes were evaluated. The results showed that the rate of water uptake increased by 18–27% [9].

Studies conducted by researchers from India and China examined the effect of laser treatment on the germination and early development of rice and soybean seeds. The objective of these studies was to assess the influence of laser stimulation on yield components in cereal crops. Within the methodology, low-intensity red lasers were applied, and germination energy as well as seedling biometric parameters were measured. The results demonstrated that laser stimulation also has positive biological efficiency in cereal crops [10–13].

3. Review of Scientific Sources on the Effect of Laser Radiation on Cotton and Other Plant Seeds.

Scientific research on seed stimulation using low-intensity laser radiation has been actively developing over the past 30–40 years**.** The accumulated scientific data in this field can be broadly classified into several main groups.

The first group of studies focuses on determining the effect of laser radiation on seed germination and germination energy. Studies by Aladjadjiyan (2002), Wilczek et al. (2004), Podleśny (2005), Chen et al. (2007), Vasilevskiy et al. (2008), and Muszyński et al. (2009) reported that treatment with He–Ne and diode lasers (λ = 632–670 nm) increased germination energy by 10–35%**.** The primary aim of these studies was to investigate the influence of laser stimulation on the physiological dormancy state of seeds [1–9].

The second group of studies investigated the influence of laser stimulation on morphological development. Research conducted by Perveen and Hussain (2012), Qiu et al. (2013), Rassam et al. (2014), Gładyszewska (2011), and Hernández et al. (2010) showed that laser treatment of cotton, wheat, maize, and legume seeds resulted in increased seedling height, improved root system development, and expansion of leaf area [7–11]. These results are explained by the activation of the photosynthetic apparatus under the influence of laser radiation.

The third group of studies focused on the cellular and molecular mechanisms of laser radiation effects. Research by Hernández et al. (2010), Dziwulska-Hunek et al. (2015), Mubarakshina et al. (2015), Chen and Zhou (2016), and Tang et al. (2014) demonstrated that laser radiation increases the permeability

of cell membranes and enhances the activity of enzymes such as **amylase, catalase, and peroxidase** [12–17]. The aim of these studies was to explain the bioenergetic and photochemical mechanisms of laser stimulation.

The fourth group of studies investigated the effect of laser stimulation on plant resistance to stress factors. Studies by Tang et al. (2014), Chen et al. (2016), Mubarakshina et al. (2017), Zhang et al. (2018), and Li et al. (2019) reported that plants grown from laser-treated seeds exhibited higher survival rates and adaptability under conditions of salinity, drought, and low temperature [18–23]. This phenomenon is explained by the activation of the antioxidant defense system.

The fifth group of studies focused on evaluating the effect of laser stimulation on crop productivity under field conditions. Field experiments conducted by Podleśna et al. (2016), Zhang et al. (2018), and Liu et al. (2020) showed that in variants where laser stimulation was applied, crop yields increased by **5–20%** [24, 25]. In cotton crops, an increase in both the number and mass of bolls was observed.

In recent years, research has also expanded on the combined use of laser radiation with biologically active substances, microelements, and biostimulants**.** Studies by Singh et al. (2020), Wang et al. (2021), Kumar et al. (2022), and Ivanov et al. (2023) demonstrated the synergistic effects of laser stimulation when combined with other agricultural technologies [25–31].

Methods and Materials Used in Previous Studies.

According to the reviewed literature, the following methods and materials were commonly used in studies on laser treatment of plant seeds.

Foreign and domestic scientific sources published between 2000 and 2024 were analyzed. The studies mainly applied the following methodological approaches:

Laser types: He–Ne laser and red-spectrum diode lasers;

Wavelength: 632–670 nm;

Exposure time: 30–300 seconds;

Evaluation indicators: laboratory germination, germination energy, seedling biometric parameters, enzymatic activity, stress tolerance, and crop productivity.

The following results were obtained as a result of the conducted studies:

1. Results on determining the effect of laser radiation on germination energy and germination rate.

According to the results of scientific investigations, the germination energy of cotton seeds treated with laser radiation increased by 10–25%, while the overall germination rate increased by 5–18%. This phenomenon is explained by the physiological activation of the seed embryo.

2. Results on determining the effect of laser radiation on seedling growth and morphological parameters.

Laser stimulation was found to increase root length by 20–40% and seedling height by 15–30%. The expansion of leaf area indicates an activation of the photosynthesis process.

3. The effect of laser radiation on enhancing plant resistance to stress factors.

Under conditions of salinity and drought, plants grown from laser-treated seeds demonstrated an increase in antioxidant enzyme activity by 1.3–1.7 times. As a result, the survival rate of seedlings was significantly higher.

4. Results of experiments on determining the effect of laser radiation on plant productivity.

Field experiments showed that in variants where laser stimulation was applied, crop yield increased by 6–15%, and positive changes were observed in the number of bolls and their mass indicators.

The above data indicate that the obtained results demonstrate the activation of bioenergetic and photochemical processes in cotton seeds under the influence of laser radiation. Differences in results among studies can be explained by variations in laser parameters, varietal characteristics, and experimental conditions. At the same time, selecting the optimal dose and exposure is of great importance, since excessive intensity may exert an inhibitory effect.

CONCLUSION. In conclusion, the analysis of scientific sources indicates that pre-sowing treatment of seeds with laser radiation possesses universal biological and agronomic effectiveness. In cotton seeds, this effect manifests itself through increased germination capacity, improved seedling development, enhanced stress tolerance, and higher productivity. At the same time, the development of optimal technologies taking into account laser parameters and varietal characteristics of crops remains an important and relevant scientific task.

The analysis of scientific literature also shows that pre-treatment of seeds with laser radiation activates physiological and biochemical processes in plants. In cotton seeds, this process is reflected in increased germination energy, improved seedling development, and enhanced yield. Results obtained in other crops also confirm that laser stimulation has a universal biological effect. Nevertheless, the development of optimal technologies considering laser parameters and crop characteristics continues to be an actual scientific challenge.

References

1. Aladjadjiyan A. The use of physical methods for plant growing stimulation. Journal of Central European Agriculture, 2002, 3(2), 179–184.
2. Wilczek M., Koper R., Ćwintal M., Korniłłowicz-Kowalska T. Germination capacity and health status of seeds after laser treatment. International Agrophysics, 2004, 18, 289–293.
3. Chen Y.P., Yue M., Wang X.L. Influence of He–Ne laser irradiation on seeds germination and seedling growth of wheat. Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology, 2007, 90, 19–25.
4. Dziwulska-Hunek A., Kornarzyński K., Pietruszewski S. Effect of laser stimulation on biochemical changes in seeds. International Agrophysics, 2015, 29, 389–395.
5. Mubarakshina E.K., Ivanov B.N., Naydov I.A. Influence of low-intensity laser radiation on antioxidant enzymes of plants. Russian Journal of Plant Physiology, 2015, 62(2), 245–252.
6. Podleśny J. Effect of laser irradiation on seed germination and seedling growth of soybean. International Agrophysics, 2005, 19, 161–165.
7. Vasilevskiy A., Novitskii A., Tikhomirov A. Laser stimulation of agricultural seeds. Russian Agricultural Sciences, 2008, 34(6), 406–409.
8. Muszyński S., Gładyszewska B. Representation of He–Ne laser irradiation effect on radish seeds with selected germination indices. International Agrophysics, 2009, 23, 95–101.
9. Hernández A.C., Domínguez P.A., Cruz O.A., Ivanov R., Carballo C.A., Zepeda B.R. Laser irradiation effects on seed germination and growth of maize. International Agrophysics, 2010, 24, 321–327.
10. Perveen A., Hussain F. He–Ne laser treatment effects on growth of cotton and sunflower. Pakistan Journal of Botany, 2012, 44(1), 403–408.
11. Qiu Z., Yuan M., He Y. Effects of laser pretreatment on seed germination and seedling growth of maize under stress conditions. Seed Science and Technology, 2013, 41, 495–503.
12. Rassam Y.Z., Al-Rawi A.M., Al-Hadithi B. Laser irradiation effects on seed germination and growth parameters of maize. Journal of Agricultural Science, 2014, 6(4), 146–153.
13. Tang Y., Chen X., Wang L. Effects of laser irradiation on physiological characteristics of plants under salt stress. Photosynthetica, 2014, 52, 133–139.
14. Chen Y., Zhou X. Laser-induced enhancement of seed germination and seedling growth under drought stress. Optics & Laser Technology, 2016, 78, 76–82.
15. Vasilevskiy A., Novitskii A., Tikhomirov A. Laser stimulation of agricultural seeds. Russian Agricultural Sciences, 2008, 34(6), 406–409.
16. Muszyński S., Gładyszewska B. Representation of He–Ne laser irradiation effect on radish seeds with selected germination indices. International Agrophysics, 2009, 23, 95–101.
17. Gładyszewska B. Estimation of laser biostimulation dose. International Agrophysics, 2011, 25, 403–405.

18. Perveen A., Hussain F. He–Ne laser treatment effects on growth of cotton and sunflower. Pakistan Journal of Botany, 2012, 44(1), 403–408.
19. Qiu Z., Yuan M., He Y. Effects of laser pretreatment on seed germination and seedling growth of maize under stress conditions. Seed Science and Technology, 2013, 41, 495–503.
20. Rassam Y.Z., Al-Rawi A.M., Al-Hadithi B. Laser irradiation effects on seed germination and growth parameters of maize. Journal of Agricultural Science, 2014, 6(4), 146–153.
21. Tang Y., Chen X., Wang L. Effects of laser irradiation on physiological characteristics of plants under salt stress. Photosynthetica, 2014, 52, 133–139.
22. Chen Y., Zhou X. Laser-induced enhancement of seed germination and seedling growth under drought stress. Optics & Laser Technology, 2016, 78, 76–82.
23. Podleśna A., Podleśny J. Effect of laser stimulation on growth and yield of field crops. Plant Growth Regulation, 2016, 80, 193–201.
24. Mubarakshina E.K., Karpinski S., Ivanov B.N. Laser light effects on plant stress tolerance. Environmental and Experimental Botany, 2017, 140, 97–105.
25. Zhang H., Wang X., Zhao Y. Effects of laser irradiation on seed vigor and crop yield. Journal of Integrative Agriculture, 2018, 17(8), 1810–1818.
26. Li Y., Sun Q., Chen L. Laser pretreatment improves seed germination and stress tolerance. Optik, 2019, 182, 104–110.
27. Asqarov I.R., Muminjonov M.M. Lazer nurlari yordamida paxta chigitining biologik faolligini oshirish. O‘zbekiston qishloq xo‘jaligi fanlari jurnali, 2020, №3, 45–50.
28. Liu X., Zhang Y., Wang J. Effects of low-power laser on seed germination and crop productivity. Laser Physics Letters, 2020, 17, 065601.
29. Singh R., Kumar S., Sharma P. Laser seed priming as an eco-friendly approach in agriculture. Agricultural Reviews, 2020, 41, 233–240.
30. Wang T., Li H., Zhou Y. Synergistic effects of laser irradiation and micronutrients on seed performance. Scientia Horticulturae, 2021, 276, 109752.
31. Kumar D., Patel R., Meena V. Laser seed treatment: mechanisms and agricultural applications. Journal of Photochemistry and Photobiology B, 2022, 228, 112406.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ASTRAGALUS KRAUSEANUS O‘SIMLIGINING ELEMENTAR TARKIBINI ISP-OES USULIDA TAHLIL QILISH

Umidaxon Vahobjon qizi Muqimjonova
Qo'qon davlat unversiteti, kimyo kafedrasi dotsenti, kimyo fanlari bo'yicha falsafa doktori
https://orcid.org/0009-0006-5061-4811
muqimjonovaumidaxon2011@gmail.com

Ibrohimjon Rahmonovich Asqarov
Andijon davlat universiteti, Kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan ixtirochi, O‘zbekiston TABOBAT Akademiyasi raisi
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.589

Kalit so'zlar: Astragalus krauseanus, induktiv bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriyasi, makroelementlar, mikroelementlar

Annotatsiya

Astragalus krauseanus o‘simligining elementar tarkibi induktiv bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriyasi (ICP-OES) usuli yordamida o‘rganildi. Tadqiqotda o’simlik ildiz, poya va mevalari tarkibida makro va mikroelementlar miqdori turlicha bo‘lishi aniqlanib, o‘simlikning biokimyoviy va ekologik xususiyatlari baholandi hamda uning farmatsevtik va biologik ahamiyati asoslandi.

Havola uchun

Muqimjonova, U. V., & Asqarov, I. R. Astragalus krauseanus o‘simligining elementar tarkibini ISP-OES usulida tahlil qilish. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali. Retrieved from https://www.jcgtm.org/index.php/home/article/view/589

Kirish. Astragalus krauseanus dukkakdoshlar (Fabaceae) oilasiga mansub ko‘p yillik o‘simlik bo‘lib, Markaziy Osiyo florasining muhim vakillaridan biri hisoblanadi. Ushbu tur asosan O‘zbekiston hududining tog‘ oldi, dasht va yarim cho‘l zonalarida uchraydi hamda qurg‘oqchil iqlim sharoitlariga yaxshi moslashganligi bilan ajralib turadi [1]. Astragalus turkumi vakillari yuqori biologik faollikka ega bo‘lib, xalq tabobati va zamonaviy farmatsevtikada keng qo‘llaniladi [2].

Astragalus turkumiga mansub turlar tarkibida aminokislotalar, flavonoidlar, saponinlar, polisaxaridlar va boshqa biologik faol birikmalar mavjudligi ilmiy tadqiqotlarda aniqlangan [3]. Ushbu birikmalarning sintezi va to‘planishi o‘simlikning mineral va elementar tarkibi bilan chambarchas bog‘liq. Shu sababli o‘simlikning elementar tarkibini aniqlash uning biokimyoviy va farmatsevtik xususiyatlarini baholashda muhim ahamiyatga ega.

O‘simlik to‘qimalaridagi makro- va mikroelementlar uning o‘sishi, rivojlanishi hamda metabolik jarayonlarida muhim rol o‘ynaydi. Ayniqsa, kaliy, kaltsiy, magniy, temir va rux kabi elementlar fiziologik jarayonlarning kechishida bevosita ishtirok etadi [4,5]. Shuningdek, Astragalus krauseanus o‘simligining elementar tarkibini zamonaviy analitik usullar yordamida o‘rganish dolzarb hisoblanadi.

Hozirgi vaqtda induktiv bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriyasi (ISP-OES) usuli o‘simlik namunalari tarkibidagi elementlarni yuqori aniqlik va sezgirlik bilan aniqlash imkonini beradi. Ushbu usul makro- va mikroelementlarni bir vaqtning o‘zida aniqlashga imkon yaratib, xalq tabobati va farmatsevtik tadqiqotlarda keng qo‘llanilmoqda.

Mazkur tadqiqotning maqsadi Astragalus krauseanus o‘simligining ildiz, poya va mevalaridagi elementar tarkibini ISP-OES usulida aniqlash va olingan natijalar asosida o‘simlikning biologik hamda farmatsevtik ahamiyatini baholashdan iborat.

Materiallar va metodlar. Tadqiqot obyekti sifatida Astragalus krauseanus o‘simligining ildiz, poya va mevalari tanlab olindi. O‘simlik namunalari Toshkent viloyati angren tog’ hududlaridan yig‘ildi. O‘simlikning taksonomik aniqlanishi botanika mutaxassislari tomonidan amalga oshirildi.

Yig‘ilgan o‘simlik namunalari begona aralashmalardan tozalandi va distillangan suv bilan yuvildi. So‘ngra namunalarning ildiz, poya va barg qismlari alohida ajratilib, 60 °C haroratda doimiy massa hosil bo‘lguncha quritildi. Quritilgan namunalar laboratoriya tegirmonida maydalanib, bir jinsli kukun holiga keltirildi. Elementar tahlil uchun tayyorlangan o‘simlik kukunidan 0,5 g miqdorda namuna olinib, konsentrlangan azot kislotasi (HNO_3) va xlorid kislotasi (HCl) aralashmasi (3:1) yordamida nam holatda mineralizatsiya qilindi. Mineralizatsiya jarayoni elektr isitkichda to‘liq parchalanish amalga oshguncha olib borildi. Olingan eritma sovutilib, distillangan suv bilan belgilangan hajmgacha yetkazildi va filtrlab olindi.

Astragalus krauseanus o‘simligining elementar tarkibi induktiv bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriyasi (ISP-OES) usulida aniqlandi. Ushbu usul yordamida o‘simlik tarkibidagi makroelementlar (Ca, K, Mg, Na, P) va mikroelementlar (Fe, Zn, Cu, Mn va boshqalar) miqdori aniqlandi. Har bir namuna uch marta takroriy tahlil qilinib, o‘rtacha qiymatlar hisoblandi. O‘lchov natijalari mg/g birlikda ifodalandi. Olingan natijalar matematik-statistik usullar yordamida qayta ishlanib, o‘simlik qismlari orasidagi elementar tarkib farqlari tahlil qilindi.

Natijalar va muhokama. Astragalus krauseanus o‘simligining ildiz, poya va barg qismlarida makro- va mikroelementlar miqdori induktiv bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriyasi (ISP-OES) usuli yordamida aniqlandi. Olingan natijalar o‘simlik qismlari bo‘yicha sezilarli farqlanish mavjudligini ko‘rsatdi.

1-jadval. Astragalus krauseanus o‘simligi ildiz, poya va mevalarining elementar tarkibi

№	Element nomi	λ, nm (mg/10g)	Ildiz	Poya	Meva
1	Al	396.153	1,358	8,968	1,116
2	Ba	233.527	0,104	0,580	0,322
3	Be	313.107	0,811	1,406	0,687
4	B	249.677	0,149	0,556	0.334
5	V	292.464	0,079	0,101	0,084
6	Fe	238.204	2,025	12,004	2.919
7	Cd	228.802	0	0,006	0,007
8	K	766.490	26,943	60,351	70.914
9	Ca	317.933	22,310	255,565	138,348
10	Co	228.616	0,009	0,018	0,017
11	Si	251.611	0,587	0,854	0,735
12	Li	670.784	0,154	0,319	0,139
13	Mg	285.213	11,398	43,175	24,572
14	Mn	257.610	0,203	1,556	0,516
15	Cu	327.393	0,072	0,155	0,105
16	Mo	202.031	0,103	0,115	0,174
17	As	193.696	0	0	0
18	Na	589.592	17,380	16,894	16,432
19	Ni	231.604	0,085	0,101	0,086
20	Hg	253.652	0	0	0
21	Sb	206.836	0,071	0,078	0,056
22	Pb	220.353	0,064	0,005	0.046
23	Se	196.026	0,460	0,445	0,528
24	Ag	328.068	0	0	0
25	Sr	407.771	0,942	5,872	2,348

26	Sn	189.927	0,005	0,023	0
27	Cr	267.716	0,130	0,278	0,158
28	Zn	206.200	0,133	0,274	0,168
29	P	213.617	3,349	7,876	9,500
30	S	181.975	3,204	7,554	3.003

Jadvalda Astragalus krauseanus o‘simligining ildiz, poya va mevalarida 30 ta makro va mikroelementlarning miqdoriy tarkibi (mg/10 g) ICP-OES usuli orqali aniqlangan. Olingan natijalar elementlarning o‘simlik organlari bo‘yicha turli hil miqdorda taqsimlanganligini ko‘rsatadi.

Makroelementlar ichida kaliy (K), kalsiy (Ca), magniy (Mg), natriy (Na), fosfor (P) va oltingugurt (S) eng yuqori miqdorda aniqlangan. Ayniqsa, kaliy miqdori mevalarda (70,914 mg/10 g) eng yuqori bo‘lib, poyada (60,351 mg/10 g) va ildizda (26,943 mg/10 g) nisbatan kamroq to‘plangan. Bu holat kaliy ionlarining generativ organlarda faol metabolik jarayonlar va osmotik regulyatsiyada muhim rol o‘ynashini tasdiqlaydi [6]. Kalsiy asosan poyada yuqori konsentratsiyada (255,565 mg/10 g) aniqlanib, mevalarda (138,348 mg/10 g) va ildizda (22,310 mg/10 g) ancha past bo‘lgan. Bu esa kalsiyning hujayra devorlari mustahkamligi va strukturaviy funksiyalar bilan bog‘liqligini ko‘rsatadi [7]. Magniy miqdori ham poyada (43,175 mg/10 g) ustun bo‘lib, fotosintez jarayonida xlorofill markaziy atomi sifatida muhim ahamiyatga ega ekanligi bilan izohlanadi.

Mikroelementlardan temir (Fe), marganets (Mn), stronsiy (Sr), rux (Zn), mis (Cu) va molibden (Mo) ning poyada nisbatan yuqori miqdorda to‘plangani kuzatildi. Masalan, temir poyada 12,004 mg/10 g ni tashkil etib, ildiz (2,025 mg/10 g) va mevalarga (2,919 mg/10 g) nisbatan bir necha baravar yuqori bo‘lgan. Bu temirning fermentativ reaksiyalar va elektron tashish jarayonlarida faol ishtirok etishini ko‘rsatadi [8].

Biologik va ekologik nuqtai nazardan muhim bo‘lgan og‘ir metallardan Cd, Pb, Sn juda past miqdorlarda aniqlangan, As, Hg va Ag esa barcha organlarda aniqlanmadi. Bu holat Astragalus krauseanus o‘simligining nisbatan ekologik toza sharoitda o‘sganini va xomashyo sifatida xavfsizligini ko‘rsatadi. Shuningdek, selen (Se) barcha organlarda deyarli bir xil miqdorda aniqlangan bo‘lib, uning antioksidant tizimdagi muhim rolini hisobga olganda, o‘simlikning farmakologik ahamiyatini oshiradi. Fosforning mevalarda (9,500 mg/10 g) yuqori miqdorda to‘planishi esa energiya almashinuvi va nuklein kislotalar sintezidagi faol ishtirokini nomoyon etadi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari Astragalus krauseanus o‘simligining ildiz, poya va mevalari elementar tarkibi jihatidan sezilarli farqlanishini ko‘rsatdi. ICP-OES tahlili makro va mikroelementlarning organlar bo‘yicha turli hil miqdorda taqsimlanganini ifodalaydi. Kaliy va fosfor asosan mevalarda, kalsiy va magniy esa poyada yuqori miqdorda aniqlandi. Temir, marganets, rux, mis va stronsiyning poyada ustun to‘planishi uning metabolik faolligini asoslaydi. Og‘ir metallarning past yoki aniqlanmagan miqdori o‘simlikning ekologik xavfsizligini tasdiqlaydi. Olingan natijalar Astragalus krauseanus o‘simligining elementar tarkibi boy va muvozanatli ekanligini, shuningdek, uni biologik faol moddalar manbai sifatida farmakologiya va fitokimyo sohalarida istiqbolli o‘simliklardan biri ekanligini hamda ushbu turdan farmatsevtik xom ashyo sifatida foydalanish imkonini beradi.

Adabiyotlar

1. Abdullaeva M.X., Karimov U.A. O‘zbekiston florasidagi Astragalus turlarining xilma-xilligi va tarqalishi // O‘zbekiston biologiyasi. – 2006. – №2. – B. 34–42.
2. Rahimov N.A., Sharipova D.Sh. Astragalus turkumi o‘simliklarining kimyoviy tarkibi va farmatsevtik ahamiyati // Farmatsevtika jurnali. – 2010. – №3. – B. 12–19.
3. Montaser A., Golightly D.W. Inductively Coupled Plasmas in Analytical Atomic Spectrometry. – New York: VCH Publishers, 1992. – 800 p.
4. Sparks D.L. Environmental Soil Chemistry. – 2nd ed. – Academic Press, 2003. – 352 p.
5. Welch R.M., Graham R.D. Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective // Journal of Experimental Botany. – 2004. – Vol. 55. – P. 353–364.

6. Taiz L., Zeiger E., Møller I.M., Murphy A. Plant Physiology and Development. 6th ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2015.
7. Marschner P. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed. London: Academic Press, 2012.
8. Zhao F.J., McGrath S.P. Biofortification and phytoremediation. Current Opinion in Plant Biology, 2009, Vol. 12, No. 4, pp. 373–380

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

АНАЛИЗ ЭЛЕМЕНТНОГО СОСТАВА РАСТЕНИЯ ASTRAGALUS KRAUSEANUS МЕТОДОМ ИСП-ОЭС

Умидахон Вахобджон кизи Мукимжонова
Кокандский государственный университет, Доцент кафедры химии, доктор философии по химии
https://orcid.org/0009-0006-5061-4811
muqimjonovaumidaxon2011@gmail.com

Иброхимжон Рахмонович Аскаров
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, председатель Академии ТАБОБАТ Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.589

Ключевые слова: Astragalus krauseanus, спектрометрия оптического излучения с индуктивно связанной плазмой, макроэлементы, микроэлементы.

Аннотация

Элементный состав растения Astragalus krauseanus был изучен методом индуктивно связанной плазменной оптико-эмиссионной спектрометрии (ICP-OES). В ходе исследования установлено, что содержание макро- и микроэлементов в корнях, стеблях и плодах растения различается. На основе полученных данных были оценены биохимические и экологические особенности растения, а также обоснована его фармацевтическая и биологическая значимость.

Как цитировать

Мукимжонова, У. В., & Аскаров, И. Р. Анализ элементного состава растения Astragalus krauseanus методом ИСП-ОЭС. Журнал химии товаров и народной медицины. извлечено от https://www.jcgtm.org/index.php/home/article/view/589

Введение. Astragalus krauseanus — многолетнее растение, относящееся к семейству бобовых (Fabaceae), и является одним из важных представителей флоры Центральной Азии. Данный вид преимущественно встречается в предгорных, степных и полупустынных зонах территории Узбекистана и отличается хорошей приспособленностью к засушливым климатическим условиям [1]. Представители рода Astragalus обладают высокой биологической активностью и широко применяются в народной медицине и современной фармацевтике [2].

В научных исследованиях установлено, что виды, относящиеся к роду Astragalus, содержат аминокислоты, флавоноиды, сапонины, полисахариды и другие биологически активные соединения [3]. Синтез и накопление данных соединений тесно связаны с минеральным и элементным составом растения. В связи с этим определение элементного состава имеет важное значение для оценки биохимических и фармацевтических свойств растения.

Роль макро- и микроэлементов в тканях растений имеет важное значение для их роста, развития и протекания метаболических процессов. В частности, такие элементы, как калий, кальций, магний, железо и цинк, непосредственно участвуют в физиологических процессах [4,5]. В связи с этим изучение элементного состава растения Astragalus krauseanus с использованием современных аналитических методов является актуальной задачей.

В настоящее время метод индуктивно связанной плазменной оптико-эмиссионной спектрометрии (ИСП-ОЭС) позволяет определять элементы в составе растительных образцов с высокой точностью и чувствительностью. Данный метод обеспечивает одновременное определение

макро- и микроэлементов и широко применяется в исследованиях в области народной медицины и фармацевтики.

Целью настоящего исследования является определение элементного состава корней, стеблей и плодов растения Astragalus krauseanus методом ИСП-ОЭС и оценка его биологической и фармацевтической значимости на основе полученных результатов.

Материалы и методы. В качестве объекта исследования были отобраны корни, стебли и плоды растения Astragalus krauseanus. Растительные образцы были собраны в горных районах Ангрена Ташкентской области. Таксономическая идентификация растения была проведена специалистами-ботаниками.

Собранные образцы растений были очищены от посторонних примесей и промыты дистиллированной водой. Затем корни, стебли и листья были отделены друг от друга и высушены при температуре 60 °C до постоянной массы. Высушенные образцы измельчали в лабораторной мельнице до получения однородного порошка. Для элементного анализа из подготовленного растительного порошка отбирали навеску массой 0,5 г и подвергали влажной минерализации с использованием смеси концентрированных азотной (HNO_3) и соляной (HCl) кислот в соотношении 3:1. Процесс минерализации проводили на электрической плитке до полного разложения образца. Полученный раствор охлаждали, доводили до заданного объёма дистиллированной водой и фильтровали.

Элементный состав растения Astragalus krauseanus был определён методом индуктивно связанной плазменной оптико-эмиссионной спектрометрии (ИСП-ОЭС). С использованием данного метода были количественно определены макроэлементы (Ca, K, Mg, Na, P) и микроэлементы (Fe, Zn, Cu, Mn и др.), содержащиеся в растительном материале. Каждый образец анализировали в трёхкратной повторности, после чего рассчитывали средние значения. Результаты измерений выражали в единицах мг/г. Полученные данные были обработаны с использованием методов математической статистики, а также проанализированы различия элементного состава между различными частями растения.

Результаты и обсуждение. Содержание макро- и микроэлементов в корнях, стеблях и листьях растения Astragalus krauseanus было определено методом индуктивно связанной плазменной оптико-эмиссионной спектрометрии (ИСП-ОЭС). Полученные результаты показали наличие выраженных различий в элементном составе в зависимости от части растения.

Таблица 1. Элементный состав корней, стеблей и плодов растения Astragalus krauseanus

№	Наименование элемента	λ, нм (мг/10 г)	Корень	Стебель	Плод
1	Al	396.153	1,358	8,968	1,116
2	Ba	233.527	0,104	0,580	0,322
3	Be	313.107	0,811	1,406	0,687
4	B	249.677	0,149	0,556	0.334
5	V	292.464	0,079	0,101	0,084
6	Fe	238.204	2,025	12,004	2.919
7	Cd	228.802	0	0,006	0,007
8	K	766.490	26,943	60,351	70.914
9	Ca	317.933	22,310	255,565	138,348
10	Co	228.616	0,009	0,018	0,017
11	Si	251.611	0,587	0,854	0,735
12	Li	670.784	0,154	0,319	0,139
13	Mg	285.213	11,398	43,175	24,572
14	Mn	257.610	0,203	1,556	0,516
15	Cu	327.393	0,072	0,155	0,105
16	Mo	202.031	0,103	0,115	0,174

17	As	193.696	0	0	0
18	Na	589.592	17,380	16,894	16,432
19	Ni	231.604	0,085	0,101	0,086
20	Hg	253.652	0	0	0
21	Sb	206.836	0,071	0,078	0,056
22	Pb	220.353	0,064	0,005	0.046
23	Se	196.026	0,460	0,445	0,528
24	Ag	328.068	0	0	0
25	Sr	407.771	0,942	5,872	2,348
26	Sn	189.927	0,005	0,023	0
27	Cr	267.716	0,130	0,278	0,158
28	Zn	206.200	0,133	0,274	0,168
29	P	213.617	3,349	7,876	9,500
30	S	181.975	3,204	7,554	3.003

В таблице представлено количественное содержание 30 макро- и микроэлементов (мг/10 г) в корнях, стеблях и плодах растения *Astragalus krauseanus*, определённое методом ICP-OES. Полученные результаты показывают, что распределение элементов по органам растения варьирует.

Среди макроэлементов наибольшее содержание отмечено у калия (K), кальция (Ca), магния (Mg), натрия (Na), фосфора (P) и серы (S). В частности, содержание калия оказалось наивысшим в плодах (70,914 мг/10 г), тогда как в стеблях (60,351 мг/10 г) и корнях (26,943 мг/10 г) оно было значительно ниже. Это подтверждает важную роль калийных ионов в активных метаболических процессах и осмотической регуляции в генеративных органах растения [6]. Кальций преимущественно сосредоточен в стеблях (255,565 мг/10 г), тогда как в плодах (138,348 мг/10 г) и корнях (22,310 мг/10 г) его содержание существенно ниже. Это указывает на связь кальция с прочностью клеточных стенок и его структурными функциями [7]. Содержание магния также оказалось наибольшим в стеблях (43,175 мг/10 г), что объясняется его важной ролью в процессе фотосинтеза в качестве центрального атома хлорофилла.

Среди микроэлементов наблюдалось относительно высокое накопление железа (Fe), марганца (Mn), стронция (Sr), цинка (Zn), меди (Cu) и молибдена (Mo) в стеблях. Так, содержание железа в стеблях составило 12,004 мг/10 г, что в несколько раз превышает его уровень в корнях (2,025 мг/10 г) и плодах (2,919 мг/10 г). Это указывает на активное участие железа в ферментативных реакциях и процессах переноса электронов [8].

С точки зрения биологической и экологической значимости содержание тяжёлых металлов Cd, Pb и Sn оказалось крайне низким, а As, Hg и Ag не были обнаружены в любых органах растения. Это свидетельствует о том, что *Astragalus krauseanus* рос в относительно экологически чистых условиях и является безопасным в качестве сырья.

Кроме того, селен (Se) был обнаружен практически в одинаковом количестве во всех органах, что, учитывая его важную роль в антиоксидантной системе, повышает фармакологическую ценность растения. Высокое содержание фосфора в плодах (9,500 мг/10 г) отражает его активное участие в энергетическом обмене и синтезе нуклеиновых кислот.

Заключение. Результаты исследования показали значительные различия в элементном составе корней, стеблей и плодов растения *Astragalus krauseanus*. Анализ методом ICP-OES продемонстрировал, что макро- и микроэлементы распределены по органам растения в различных количествах. Калий и фосфор в основном накапливаются в плодах, тогда как кальций и магний преобладают в стеблях. Преобладание железа, марганца, цинка, меди и стронция в стеблях объясняет их метаболическую активность.

Низкое содержание или отсутствие тяжёлых металлов подтверждает экологическую безопасность растения. Полученные данные свидетельствуют о том, что элементный состав

Astragalus krauseanus богат и сбалансирован, а также делают растение перспективным источником биологически активных веществ в фармакологии и фитохимии, открывая возможность его использования в качестве фармацевтического сырья.

Литературы

1. Abdullaeva M.X., Karimov U.A. O‘zbekiston florasidagi Astragalus turlarining xilma-xilligi va tarqalishi // O‘zbekiston biologiyasi. – 2006. – №2. – B. 34–42.
2. Rahimov N.A., Sharipova D.Sh. Astragalus turkumi o‘simliklarining kimyoviy tarkibi va farmatsevtik ahamiyati // Farmatsevtika jurnali. – 2010. – №3. – B. 12–19.
3. Montaser A., Golightly D.W. Inductively Coupled Plasmas in Analytical Atomic Spectrometry. – New York: VCH Publishers, 1992. – 800 p.
4. Sparks D.L. Environmental Soil Chemistry. – 2nd ed. – Academic Press, 2003. – 352 p.
5. Welch R.M., Graham R.D. Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective // Journal of Experimental Botany. – 2004. – Vol. 55. – P. 353–364.
6. Taiz L., Zeiger E., Møller I.M., Murphy A. Plant Physiology and Development. 6th ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2015.
7. Marschner P. Marschner’s Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed. London: Academic Press, 2012.
8. Zhao F.J., McGrath S.P. Biofortification and phytoremediation. Current Opinion in Plant Biology, 2009, Vol. 12, No. 4, pp. 373–380

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ANALYSIS OF THE ELEMENTAL COMPOSITION OF ASTRAGALUS KRAUSEANUS USING THE ICP-OES METHOD

Umidaxon V. Muqimjonova
Kokand State University, Associate Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Philosophy in Chemistry
https://orcid.org/0009-0006-5061-4811

Ibragim R. Askarov
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemistry, Honored Inventor of Uzbekistan, Chairman of the TABOBAT Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.589

Keywords: Astragalus krauseanus, inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES), macroelements, microelements

Annotation.

The elemental composition of Astragalus krauseanus was investigated using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). The study revealed differences in the contents of macro- and microelements in the roots, stems, and fruits of the plant. Based on the obtained results, the biochemical and ecological characteristics of the plant were evaluated, and its pharmaceutical and biological significance was substantiated.

How to Cite

Muqimjonova, U. V., & Asqarov, I. R. Analysis of the Elemental Composition of Astragalus krauseanus using the ICP-OES method. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine. Retrieved from https://www.jcgtm.org/index.php/home/article/view/589

Introduction. *Astragalus krauseanus* is a perennial plant belonging to the Fabaceae family and is one of the important representatives of the flora of Central Asia. This species is predominantly found in the foothill, steppe, and semi-desert zones of Uzbekistan and is distinguished by its good adaptation to arid climatic conditions [1]. Members of the genus *Astragalus* exhibit high biological activity and are widely used in traditional medicine and modern pharmaceuticals [2].

Scientific studies have shown that species belonging to the genus *Astragalus* contain amino acids, flavonoids, saponins, polysaccharides, and other biologically active compounds [3]. The synthesis and accumulation of these compounds are closely related to the mineral and elemental composition of the plant. Therefore, determining the elemental composition is of great importance for evaluating the biochemical and pharmaceutical properties of the plant.

The role of macro- and microelements in plant tissues is crucial for growth, development, and metabolic processes. In particular, elements such as potassium, calcium, magnesium, iron, and zinc are directly involved in physiological processes [4,5]. Thus, studying the elemental composition of *Astragalus krauseanus* using modern analytical techniques is a relevant task.

Currently, inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) allows for the determination of elements in plant samples with high precision and sensitivity. This method enables simultaneous analysis of macro- and microelements and is widely used in studies related to traditional medicine and pharmaceutical research.

The aim of the present study was to determine the elemental composition of roots, stems, and fruits of *Astragalus krauseanus* using ICP-OES and to evaluate its biological and pharmaceutical significance based on the obtained results.

Materials and Methods. Roots, stems, and fruits of *Astragalus krauseanus* were selected as the objects of the study. Plant samples were collected from the mountainous regions of Angren, Tashkent province. Taxonomic identification of the plant was carried out by botanical specialists.

Collected plant samples were cleaned of extraneous impurities and washed with distilled water. The roots, stems, and leaves were then separated and dried at 60 °C until constant weight. The dried samples were ground in a laboratory mill to obtain a homogeneous powder. For elemental analysis, 0.5 g of the prepared plant powder was taken and subjected to wet mineralization using a mixture of concentrated nitric acid (HNO_3) and hydrochloric acid (HCl) in a 3:1 ratio. Mineralization was performed on an electric hot plate until complete decomposition of the sample. The resulting solution was cooled, diluted to the desired volume with distilled water, and filtered.

Elemental Analysis. The elemental composition of *Astragalus krauseanus* was determined using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). Using this method, macroelements (Ca, K, Mg, Na, P) and microelements (Fe, Zn, Cu, Mn, etc.) present in the plant material were quantitatively determined. Each sample was analyzed in triplicate, and the mean values were calculated. Measurement results were expressed in mg/g. The obtained data were processed using mathematical-statistical methods, and differences in elemental composition among various plant parts were analyzed.

Table 1. Elemental composition of roots, stems, and fruits of Astragalus krauseanus

№	Element	λ, nm (mg/10g)	Root	Stem	Fruit
1	Al	396.153	1,358	8,968	1,116
2	Ba	233.527	0,104	0,580	0,322
3	Be	313.107	0,811	1,406	0,687
4	B	249.677	0,149	0,556	0.334
5	V	292.464	0,079	0,101	0,084
6	Fe	238.204	2,025	12,004	2.919
7	Cd	228.802	0	0,006	0,007
8	K	766.490	26,943	60,351	70.914
9	Ca	317.933	22,310	255,565	138,348
10	Co	228.616	0,009	0,018	0,017
11	Si	251.611	0,587	0,854	0,735
12	Li	670.784	0,154	0,319	0,139
13	Mg	285.213	11,398	43,175	24,572
14	Mn	257.610	0,203	1,556	0,516
15	Cu	327.393	0,072	0,155	0,105
16	Mo	202.031	0,103	0,115	0,174
17	As	193.696	0	0	0
18	Na	589.592	17,380	16,894	16,432
19	Ni	231.604	0,085	0,101	0,086
20	Hg	253.652	0	0	0
21	Sb	206.836	0,071	0,078	0,056
22	Pb	220.353	0,064	0,005	0.046
23	Se	196.026	0,460	0,445	0,528
24	Ag	328.068	0	0	0
25	Sr	407.771	0,942	5,872	2,348
26	Sn	189.927	0,005	0,023	0

27	Cr	267.716	0,130	0,278	0,158
28	Zn	206.200	0,133	0,274	0,168
29	P	213.617	3,349	7,876	9,500
30	S	181.975	3,204	7,554	3.003

The table presents the quantitative contents of 30 macro- and microelements (mg/10 g) in the roots, stems, and fruits of *Astragalus krauseanus*, determined using the ICP-OES method. The results indicate that the distribution of elements varies among the plant organs.

Among the macroelements, the highest contents were observed for potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), sodium (Na), phosphorus (P), and sulfur (S). In particular, potassium content was highest in the fruits (70.914 mg/10 g), while it was significantly lower in the stems (60.351 mg/10 g) and roots (26.943 mg/10 g). This confirms the important role of potassium ions in active metabolic processes and osmotic regulation in the generative organs of the plant [6]. Calcium was predominantly concentrated in the stems (255.565 mg/10 g), whereas its content in the fruits (138.348 mg/10 g) and roots (22.310 mg/10 g) was much lower. This indicates the association of calcium with cell wall strength and its structural functions [7]. Magnesium content was also highest in the stems (43.175 mg/10 g), which can be explained by its crucial role as the central atom of chlorophyll in the photosynthesis process.

Among the microelements, relatively high accumulation of iron (Fe), manganese (Mn), strontium (Sr), zinc (Zn), copper (Cu), and molybdenum (Mo) was observed in the stems. For example, iron content in the stems reached 12.004 mg/10 g, several times higher than in the roots (2.025 mg/10 g) and fruits (2.919 mg/10 g), indicating its active participation in enzymatic reactions and electron transport processes [8].

From a biological and ecological perspective, the contents of heavy metals Cd, Pb, and Sn were very low, while As, Hg, and Ag were not detected in any plant organs. This suggests that *Astragalus krauseanus* grew in relatively ecologically clean conditions and is safe for use as raw material.

Furthermore, selenium (Se) was detected in almost equal amounts in all organs. Considering its important role in the antioxidant system, this enhances the pharmacological value of the plant. The high phosphorus content in the fruits (9.500 mg/10 g) reflects its active involvement in energy metabolism and nucleic acid synthesis.

Conclusion. The results of the study revealed significant differences in the elemental composition of the roots, stems, and fruits of *Astragalus krauseanus*. Analysis using the ICP-OES method demonstrated that macro- and microelements are distributed among the plant organs in varying amounts. Potassium and phosphorus were primarily accumulated in the fruits, whereas calcium and magnesium predominated in the stems. The high concentrations of iron, manganese, zinc, copper, and strontium in the stems explain their metabolic activity.

The low or undetectable levels of heavy metals confirm the ecological safety of the plant. The obtained data indicate that the elemental composition of *Astragalus krauseanus* is rich and balanced, making it a promising source of biologically active compounds in pharmacology and phytochemistry, and supporting its potential use as pharmaceutical raw material.

References

1. Abdullaeva M.X., Karimov U.A. O‘zbekiston florasidagi Astragalus turlarining xilma-xilligi va tarqalishi // O‘zbekiston biologiyasi. – 2006. – №2. – B. 34–42.
2. Rahimov N.A., Sharipova D.Sh. Astragalus turkumi o‘simliklarining kimyoviy tarkibi va farmatsevtik ahamiyati // Farmatsevtika jurnali. – 2010. – №3. – B. 12–19.
3. Montaser A., Golightly D.W. Inductively Coupled Plasmas in Analytical Atomic Spectrometry. – New York: VCH Publishers, 1992. – 800 p.
4. Sparks D.L. Environmental Soil Chemistry. – 2nd ed. – Academic Press, 2003. – 352 p.

5. Welch R.M., Graham R.D. Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective // Journal of Experimental Botany. – 2004. – Vol. 55. – P. 353–364.
6. Taiz L., Zeiger E., Møller I.M., Murphy A. Plant Physiology and Development. 6th ed. Sunderland: Sinauer Associates, 2015.
7. Marschner P. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3rd ed. London: Academic Press, 2012.
8. Zhao F.J., McGrath S.P. Biofortification and phytoremediation. Current Opinion in Plant Biology, 2009, Vol. 12, No. 4, pp. 373–380

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

OROBLANCO NAVLI GREYFRUT PO‘STLOG‘IDAGI GIDROFIL VITAMINLAR MIQDORINI YUSSX USULI YORDAMIDA ANIQLASH

Shaxobiddin Xasanboyevich Abdulloyev
Andijon davlat universiteti, Kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O’zbekiston TABOBAT Akademiyasi a’zosi
https://orcid.org/0000-0002-6069-1785

Muxtaram Sobirali qizi Begijonova
Andijon davlat universiteti, Kimyo mutaxasisligi magistranti
https://orcid.org/0009-0000-7209-6089

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.586

Kalit so'zlar: greyfrut po‘stlog‘i, Citrus paradisi, antiradikal faollik, DPPH usuli, flavanoidlar, IC_{50}, biologik faol brikmalar, ultratovushli ekstraksiya

Annotatsiya

Ush ishda Oroblanco navli greyfrut po'stlog'idagi suvda eruvchan yuqori sifatli samarali xromatografiyasi (YUSSX) usuli vosita tadqiq etildi. Namunalarda B 1 , B 2 , B 3 , B 9 , PP va C vitaminlarining aniqlandi, bunda eng yuqori konsentratsiyalar vitamin PP (6,13 mg/100 g) va foliy kislotasi (4,30 mg/100 g) uchun qayd etildi. B6 va12 standarti tadqiq qilingan namunalar aniqlanmadi. Olingan mahsulotlar Oroblanco navlift postlogining yuqori biologik qiymatga ega uni funktsyonal oziq-ovqat ingredientlari va nutrasevtiklar ishlab chiqarish uchun istiqbolli yo'l bilan qo'llash xomashyosini tasdiqlaydi.

Havola uchun

Abdulloyev, S. X., & Begijonova, M. S. qizi. OROBLANCO NAVLI GREYFRUT PO‘STLOG‘IDAGI GIDROFIL VITAMINLAR MIQDORINI YUSSX USULI YORDAMIDA ANIQLASH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.586

Kirish. Vitaminlar oqilona ovqatlanishning asosiy tarkibiy qismlaridan biri bo‘lib, moddalar almashinuvi jarayonlarini tartibga solishda, ferment tizimlarining faoliyatida hamda inson immun holatini saqlashda muhim ahamiyatga ega bo‘lgan past molekulali organik birikmalardir. Vitaminlar yetishmovchiligi gipovitaminoz va avitaminoz rivojlanishiga olib keladi, bu esa o‘z navbatida yurak-qon tomir, endokrin va yuqumli kasalliklar yuzaga kelish xavfini oshiradi [1].

Sitrus mevalari orasida greyfrut askorbin kislotasi, flavonoidlar, organik kislotalar va oziq tolalariga boyligi bilan alohida o‘rin egallaydi. So‘nggi yillarda nafaqat mevalarning iste’mol qilinadigan qismlari, balki ularni qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan ikkilamchi mahsulotlar, xususan po‘stloq ham tadqiqotchilar e’tiborini tobora ko‘proq tortmoqda, chunki u an’anaviy ravishda oziq-ovqat sanoati chiqindisi sifatida qaraladi [2].

Oroblanco navi (Citrus maxima × Citrus paradisi) pomelo va oq greyfrut gibridi bo‘lib, 1980-yillarda Kaliforniyada yaratilgan. Meva tarkibida po‘stloqning ulushi o‘rtacha 10–15 % ni tashkil etadi, bu esa uni funksional ingredientlar olish uchun istiqbolli xomashyo sifatida baholash imkonini beradi [3].

Zamonaviy tadqiqotlar sitrus mevalarining po`stlog`i meva go‘shtiga nisbatan polifenollar, flavonoidlar va vitaminlarning yuqori konsentratsiyasini saqlashini ko‘rsatadi, bu uning himoya funksiyasi hamda quyosh nurlarining bevosita ta’siri bilan izohlanadi [4]. Ayniqsa, antioksidant va metabolik xususiyatlarga ega bo‘lgan vitamin C, B guruhi vitaminlari va nikotin kislotasi muhim hisoblanadi.

Shunga qaramay, greyfrutning ayrim navlari, jumladan Oroblanco po‘stlog‘idagi vitaminlar miqdori bo‘yicha aniq miqdoriy ma’lumotlar cheklangan. Standartlashtirilgan analitik ma’lumotlarning yetishmasligi ularning oziqaviy va farmakologik qiymatini obyektiv baholashni qiyinlashtiradi. Shu munosabat bilan ushbu tadqiqotning maqsadi yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YUSSX, HPLC) usuli yordamida Oroblanco navi greyfruti po‘stlog‘idagi suvda eruvchan vitaminlar miqdorini aniqlash va olingan natijalarni adabiyot ma’lumotlari bilan solishtirishdan iborat.

Tadqiqot natijalari. YUSSX tahlili natijasida vitaminlar B1, B2, B3, B9, PP va C uchun aniq xromatografik cho‘qqilar olindi. Vitaminlar B6 va B12 aniqlanmadi, bu ularning po‘stloqdagi tabiiy miqdori juda pastligi yoki ekstraksiya jarayonida parchalanishi bilan izohlanishi mumkin.

1-jadval. Oroblanco navi greyfruti po‘stlog‘idagi vitaminlar miqdorining YUSSX tahlil natijalari.

Vitamin	Ushlanish vaqti, min.	Ekstraktdagi konsentratsiya, mg/l	100 g quruq po‘stloqdagi miqdor, mg
B_1	2,74	0,984	2,46
B_2	5,71	0,026	0,07
PP	7,75	2,450	6,13
B_9	16,67	1,720	4,30
B_2	18,98	0,534	1,34
C	4,12	0,142	0,34
B_6	Aniqlanmadi		
B_{12}	Aniqlanmadi		

Eng yuqori miqdor nikotinamid (vitamin PP) va foliy kislotasi (vitamin B9) uchun qayd etildi. Bu [3] manba ma’lumotlari bilan mos keladi, unda sitrus mevalari po‘stlog‘ida B guruhi vitaminlarining sezilarli darajada to‘planishi qayd etilgan. Po‘stloqdagi vitamin C miqdori meva go‘shtiga nisbatan past bo‘lsa-da, biologik jihatdan ahamiyatli darajada saqlanib qolgan. [4] ma’lumotlariga ko‘ra, issiqlik ta’siri va kislotali muhit askorbin kislotasining barqarorligini pasaytirishi mumkin, bu olingan natijalarga ta’sir ko‘rsatgan bo‘lishi mumkin.

Vitamin B1 va B9 ning yuqori miqdori greyfrut po‘stlog‘idan funksional qo‘shimchalar va boyitilgan oziq-ovqat mahsulotlari ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida foydalanish imkoniyatini ko‘rsatadi. Shunga o‘xshash xulosalar [2, 5, 6] tadqiqotlarida ham keltirilgan bo‘lib, sitrus chiqindilarini kompleks qayta ishlash maqsadga muvofiqligi ta’kidlangan.

Vitamin B6 va B12 ning aniqlanmaganligi greyfurutning Oroblanco navining o‘ziga xos xususiyatlari yoki usulning juda past konsentratsiyalarda aniqlash imkoniyatining cheklanganligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Tajriba qism.

Reaktivlar va standart namunalar. Standart eritmalar tayyorlash uchun quyidagi moddalar ishlatildi: vitamin B12 (Rhydburg Pharmaceuticals, Germaniya), vitamin C (Carl Roth GmbH, Germaniya), vitamin B9 (DSM Nutritional Products GmbH, Germaniya), vitaminlar B1, B2, B3, B6 va PP (BLD Pharm, Xitoy). Tadqiqotda suv, HPLC darajadagi asetonitril, kimyoviy toza sirka kislotasi va natriy gidroksidi qo‘llanildi.

Standart eritmalarni tayyorlash. Vitamin C, B1, B3, B6, B12 va PP ning standart eritmalari har biridan 5 mg moddani 50 ml 0,1 N HCl eritmasida eritish orqali tayyorlandi (100 mg/l). Vitamin B2 va B9 0,025 % NaOH eritmasida xuddi shunday usulda eritildi. Kalibrlovchi eritmalar ketma-ket suyultirish orqali tayyorlandi. Nol konsentratsiya nuqtasi sifatida distillangan suv ishlatildi.

Greyfrut po‘stlog‘i ekstraktini tayyorlash. Suvda eruvchan vitaminlarni ekstraksiya qilish uchun 1,0 g maydalangan po‘stloq 50 ml hajmli konussimon kolbaga solindi, 25 ml 0,1 N HCl qo‘shildi va GT SONIC-D3 ultratovushli vannasida 60 °C haroratda 20 daqiqa davomida ishlov berildi. Sovitilgandan so‘ng eritma filtrlanib, distillangan suv bilan 25 ml gacha yetkazildi. Xromatografik tahlildan oldin 1,5 ml ekstrakt 0,22 mkm membranali filtrdan o‘tkazildi.

Xromatografik sharoitlar. Tahlil LC-40 Nexera Lite (Shimadzu, Yaponiya) tizimida, LC-40D nasosi, SIL-40 avtosampler va SPD-M40 fotodiodli matritsali detektori yordamida amalga oshirildi. Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 mm; 5 mkm) kolonkasidan foydalanildi. Harakatchan faza asetonitril (A) va suvdagi 0,25 % sirka kislotasi eritmasidan (B) iborat bo‘lib, gradient rejimida ishlatildi [7]. Asosiy parametrlar: in’eksiya hajmi – 10 mkl; oqim tezligi – 0,6 ml/min; kolonka harorati – 40 °C; aniqlash to‘lqin uzunliklari – 265, 291 va 550 nm. Vitamin C uchun 15 daqiqalik alohida gradient dasturi va 265 nm da aniqlash qo‘llanildi [7].

Xulosa. Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi usuli Oroblanco navi greyfruti po‘stlog‘idagi suvda eruvchan vitaminlarni aniqlashda yuqori aniqlik va takrorlanuvchanlikni ko‘rsatdi. Po‘stloq tarkibida vitaminlar B1, B2, B3, B9, PP va C mavjudligi aniqlandi, eng yuqori miqdor vitamin PP (6,13 mg/100 g) va vitamin B9 (4,30 mg/100 g) ga to‘g‘ri keldi. Olingan ma’lumotlar greyfrut po‘stlog‘i biologik faol moddalarning istiqbolli manbai ekanligini va funksional oziq-ovqat qo`shilmalari hamda nutrasevtiklar ishlab chiqarishda xomashyo sifatida foydalanish mumkinligini tasdiqlaydi.

Adabiyotlar

1. Манаков, В. М., Мухранова, В. В., & Нам, Т. С. (2015). Системы линейных алгебраических уравнений: Учебное пособие. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского государственного университета.
2. Saini, R. K., Ranjit, A., Sharma, K., Prasad, P., Shang, X., Gowda, K. G. M., & Keum, Y.-S. (2022). Bioactive compounds of citrus fruits: A review of composition and health benefits of carotenoids, flavonoids, limonoids, and terpenes. Antioxidants, 11(2), 239. https://doi.org/10.3390/antiox11020239
3. Munir, H., Aziz, M., Mahmood, Z., Ahmad, A., & Khan, M. (2024). Unveiling the chemistry of citrus peel: Flavonoids, limonene, and antioxidant potential. Foods, 13(11), 1681. https://doi.org/10.3390/foods13111681
4. Addi, M., Albahrani, A., & Begum, H. (2021). An overview of bioactive flavonoids from citrus fruits. Applied Sciences, 12(1), 29. https://doi.org/10.3390/app12010029
5. Koolaji, N., Shammugasamy, B., Schindeler, A., Dong, Q., Dehghani, F., & Valtchev, P. (2020). Citrus Peel Flavonoids as Potential Cancer Prevention Agents. Current developments in nutrition, 4(5), nzaa025. https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa025
6. Gulcin I., Beydemir S., Sat I.G., Kufrevioglu O.I. (2005). Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Aliment. Hung. 34, 193–202 p.
7. Blois M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200 pp.
8. Abdullaev, Sh. Sh. (2024). Antiradical activity of food additives "Askarun" and "Askarufen". Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(4), 128–133. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss4.2024.349
9. Babaoğlu, A. S., Ainiwaer, T., Özkan, H., & Karakaya, M. (2022). Grapefruit and pomelo peel extracts as natural antioxidants for improved storage stability of Turkey patties during refrigerated storage. Journal of food science and technology, 59(10), 4067–4074. https://doi.org/10.1007/s13197-022-05458-5
10. Negrea, M., Borda, D., & Andrei, A. M. (2025). Valorization of citrus peel byproducts: A sustainable approach. Foods, 14(8), 1339. https://doi.org/10.3390/foods14081339
11. Ibrahim, F. M., El-Gazzar, N., El-Sheshetawy, H. E., & Mahmoud, M. H. (2024). Polyphenol-rich extracts and essential oil from Egyptian grapefruit peels: Chemical characterization and antioxidant activity. Applied Sciences, 14(7), 2776. https://doi.org/10.3390/app14072776
12. Shah, M. A., Raza, A., Albaser, A., Alzuhairy, S. A., & Bader, A. (2024). Peel waste of citrus fruits: A valuable and renewable source of polyphenols for the treatment of diabesity. Journal of Food Science. https://doi.org/10.1016/j.jfs.2024.03.002

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГИДРОФИЛЬНЫХ ВИТАМИНОВ В КОЖУРЕ ГРЕЙПФРУТА СОРТА OROBLANCO МЕТОДОМ ВЭЖХ

Шахобидин Хасанбоевич Абдуллоев
Профессор кафедры химии Андижанского государственного университета, доктор химических наук, член Академии ТАБОБАТ Республики Узбекистан
https://orcid.org/0000-0002-6069-1785

Мухтарам Собирали кизи Бегижонова
Магистрант направления «Химия» Андижанского государственного университета
https://orcid.org/0009-0000-72 09-6089

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.586

Ключевые слова: кожура грейпфрута, Citrus paradisi, антирадикальная активность, метод DPPH, антиоксиданты, флавоноиды, IC_{50}, биологически активные вещества, ультразвуковая экстракция.

Аннотация

В настоящей работе исследовано содержание водорастворимых витаминов в кожуре грейпфрута сорта Oroblanco с использованием метода высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Установлено присутствие витаминов B1, B2, B3, B9, PP и C, при этом наибольшие концентрации выявлены для витамина PP (6,13 мг/100 г) и фолиевой кислоты (4,30 мг/100 г). Витамины B6 и B12 в исследуемых образцах не обнаружены. Полученные результаты подтверждают высокую биологическую ценность кожуры грейпфрута сорта Oroblanco и целесообразность её использования в качестве перспективного сырья для производства функциональных пищевых ингредиентов и нутрицевтиков.

Как цитировать

Абдуллоев, Ш. Х., & Бегижонова, М. С. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ГИДРОФИЛЬНЫХ ВИТАМИНОВ В КОЖУРЕ ГРЕЙПФРУТА СОРТА OROBLANCO МЕТОДОМ ВЭЖХ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.586

Введение. Одним из ключевых компонентов рационального питания являются витамины – низкомолекулярные органические соединения, играющие незаменимую роль в регуляции обмена веществ, функционировании ферментных систем и поддержании иммунного статуса человека. Недостаток витаминов приводит к развитию гиповитаминозов и авитаминозов, что, в свою очередь, повышает риск возникновения сердечно-сосудистых, эндокринных и инфекционных заболеваний [1].

Среди цитрусовых культур особое место занимает грейпфрут, который характеризуется высоким содержанием аскорбиновой кислоты, флавоноидов, органических кислот и пищевых волокон. В последние годы все большее внимание исследователей привлекают не только съедобные части плодов, но и их побочные продукты переработки, в частности кожура, которая традиционно рассматривается как отход пищевой промышленности [2].

Сорт Oroblanco (*Citrus maxima* × *Citrus paradisi*) представляет собой гибрид помело и белого грейпфрута, выведенный в Калифорнии в 1980-х годах. Массовая доля кожуры в плодах составляет в среднем 10–15 %, что делает её потенциально ценным сырьём для получения функциональных ингредиентов [3].

Современные исследования показывают, что экзокарп цитрусовых плодов содержит более высокие концентрации полифенолов, флавоноидов и витаминов по сравнению с мякотью, что

обусловлено его защитной функцией и непосредственным воздействием солнечного излучения [4]. Особенно значимым является содержание витамина С, витаминов группы В и никотиновой кислоты, обладающих выраженными антиоксидантными и метаболическими свойствами.

Несмотря на это, данные о количественном содержании витаминов в кожуре отдельных сортов грейпфрута, в том числе сорта Oroblanco, остаются ограниченными. Отсутствие стандартизированных аналитических данных затрудняет объективную оценку их пищевой и фармакологической ценности.

В связи с вышеизложенной целью настоящего исследования являлось количественное определение содержания водорастворимых витаминов в кожуре грейпфрута сорта Oroblanco методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и сопоставление полученных результатов с литературными данными.

Результаты исследования. В результате ВЭЖХ-анализа были получены чёткие хроматографические пики для витаминов B_1, B_2, B_3, B_9, PP и С. Витамины B_6 и B_{12} в исследуемых образцах обнаружены не были, что может быть обусловлено их крайне низкой природной концентрацией в кожуре грейпфрута либо деградацией в процессе экстракции. Количественные результаты представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты ВЭЖХ анализа содержания витаминов в кожуре грейпфрута сорта Oroblanco.

Витамин	Время удерживания, min.	Концентрация в экстракте, мг/л	Содержание в 100 г сухой кожуры, мг
B_1	2,74	0,984	2,46
B_3	5,71	0,026	0,07
PP	7,75	2,450	6,13
B_9	16,67	1,720	4,30
B_2	18,98	0,534	1,34
C	4,12	0,142	0,34
B_6	Не найдено		
B_{12}	Не найдено		

Наиболее высоким оказалось содержание никотинамида (витамин PP) и фолиевой кислоты (витамин В9). Это согласуется с данными [3], которые отмечают значительное накопление витаминов группы В в кожуре цитрусовых культур.

Содержание витамина С в кожуре оказалось относительно невысоким по сравнению с мякотью, однако его концентрация остаётся биологически значимой. По данным [4], термическая обработка и воздействие кислой среды могут снижать стабильность аскорбиновой кислоты, что, вероятно, повлияло на полученные результаты.

Высокое содержание витаминов В1 и В9 свидетельствует о потенциальной возможности использования кожуры грейпфрута как сырья для получения функциональных добавок и обогащённых пищевых продуктов. Аналогичные выводы были сделаны в исследованиях [2, 5, 6] где подчёркивается целесообразность комплексной переработки цитрусовых отходов.

Отсутствие витаминов В6 и В12 может быть связано с сортовыми особенностями Oroblanco либо с аналитическими ограничениями метода при ультранизких концентрациях.

Экспериментальная часть.

Реактивы и стандартные образцы. Для приготовления стандартных растворов использовались: витамин В12 (Rhydburg Pharmaceuticals, Германия); витамин С (Carl Roth GmbH, Германия); витамин B_9 (DSM Nutritional Products GmbH, Германия); витамины В1, В2, В3, В6, PP (BLD Pharm, Китай). В работе применялись вода, ацетонитрил (HPLC grade), уксусная кислота химически чистой квалификации и гидроксид натрия.

Подготовка стандартных растворов. Стандартные растворы витаминов C, B1, B3, B6, B12 и PP готовили путём растворения 5 мг каждого вещества в 50 мл 0,1 N раствора HCl (концентрация 100 мг/л). Витамины B_2 и B_9 растворяли в 0,025 % растворе NaOH аналогичным образом. Калибровочные растворы путём последовательного разбавления. В качестве нулевой точки применяли дистиллированную воду.

Подготовка экстракта кожуры плода грейпфрута сорта Oroblanco. Для экстракции водорастворимых витаминов 1,0 г измельчённой кожуры помещали в коническую колбу объёмом 50 мл, добавляли 25 мл 0,1 N HCl и подвергали ультразвуковой обработке в ванне GT SONIC-D3 при температуре 60 °C в течение 20 минут. После охлаждения раствор фильтровали и доводили объём до 25 мл дистиллированной водой. Перед хроматографическим анализом 1,5 мл экстракта фильтровали через мембранный фильтр с размером пор 0,22 мкм.

Хроматографические условия. Анализ проводили на системе LC-40 Nexera Lite (Shimadzu, Япония), оснащённой насосом LC-40D, автосамплером SIL-40 и фотодиодным матричным детектором SPD-M40. Использовалась колонка Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 мм; 5 мкм). Подвижная фаза состояла из ацетонитрила (элюент A) и 0,25 % раствора уксусной кислоты в воде (элюент B) с градиентным режимом элюирования [7]. Основные параметры: объём инъекции – 10 мкл; скорость потока – 0,6 мл/мин; температура колонки – 40 °C; длины волн детектирования – 265, 291 и 550 нм. Для витамина C применялся отдельный градиентный режим с общей продолжительностью анализа 15 минут и детектированием при 265 нм [7].

Заключение. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии показал высокую воспроизводимость и точность при определении водорастворимых витаминов в кожуре грейпфрута сорта Oroblanco. В кожуре были обнаружены витамины B1, B2, B3, B9, PP и C, при этом наибольшая концентрация характерна для витамина PP (6,13 мг/100 г) и витамина B9 (4,30 мг/100 г). Полученные данные подтверждают, что кожура грейпфрута является перспективным источником биологически активных веществ и может быть использована в качестве сырья для производства функциональных пищевых ингредиентов и нутрицевтиков.

Литературы

1. Манаков, В. М., Мухранова, В. В., & Нам, Т. С. (2015). Системы линейных алгебраических уравнений: Учебное пособие. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского государственного университета.
2. Saini, R. K., Ranjit, A., Sharma, K., Prasad, P., Shang, X., Gowda, K. G. M., & Keum, Y.-S. (2022). Bioactive compounds of citrus fruits: A review of composition and health benefits of carotenoids, flavonoids, limonoids, and terpenes. Antioxidants, 11(2), 239. https://doi.org/10.3390/antiox11020239
3. Munir, H., Aziz, M., Mahmood, Z., Ahmad, A., & Khan, M. (2024). Unveiling the chemistry of citrus peel: Flavonoids, limonene, and antioxidant potential. Foods, 13(11), 1681. https://doi.org/10.3390/foods13111681
4. Addi, M., Albahrani, A., & Begum, H. (2021). An overview of bioactive flavonoids from citrus fruits. Applied Sciences, 12(1), 29. https://doi.org/10.3390/app12010029
5. Koolaji, N., Shammugasamy, B., Schindeler, A., Dong, Q., Dehghani, F., & Valtchev, P. (2020). Citrus Peel Flavonoids as Potential Cancer Prevention Agents. Current developments in nutrition, 4(5), nzaa025. https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa025
6. Gulcin I., Beydemir S., Sat I.G., Kufrevioglu O.I. (2005). Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Aliment. Hung. 34, 193–202 p.
7. Blois M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200 pp.
8. Abdullaev, Sh. Sh. (2024). Antiradical activity of food additives "Askarun" and "Askarufen". Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(4), 128–133. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss4.2024.349

9. Babaoğlu, A. S., Ainiwaer, T., Özkan, H., & Karakaya, M. (2022). Grapefruit and pomelo peel extracts as natural antioxidants for improved storage stability of Turkey patties during refrigerated storage. Journal of food science and technology, 59(10), 4067–4074. https://doi.org/10.1007/s13197-022-05458-5

10. Negrea, M., Borda, D., & Andrei, A. M. (2025). Valorization of citrus peel byproducts: A sustainable approach. Foods, 14(8), 1339. https://doi.org/10.3390/foods14081339

11. Ibrahim, F. M., El-Gazzar, N., El-Sheshetawy, H. E., & Mahmoud, M. H. (2024). Polyphenol-rich extracts and essential oil from Egyptian grapefruit peels: Chemical characterization and antioxidant activity. Applied Sciences, 14(7), 2776. https://doi.org/10.3390/app14072776

12. Shah, M. A., Raza, A., Albaser, A., Alzuhairy, S. A., & Bader, A. (2024). Peel waste of citrus fruits: A valuable and renewable source of polyphenols for the treatment of diabesity. Journal of Food Science. https://doi.org/10.1016/j.jfs.2024.03.002

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

DETERMINATION OF HYDROPHILIC VITAMIN CONTENT IN THE PEEL OF OROBLANCO GRAPEFRUIT BY HPLC

Shakhobidin Kh. Abdulloev
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Member of the TABOBAT Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0002-6069-1785

Mukhtaram S. Begijonova
Andijan State University, Master's student in Chemistry
https://orcid.org/0009-0000-7209-6089

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.586

Keywords: grapefruit peel, Citrus paradisi, antiradical activity, DPPH method, antioxidants, flavonoids, IC_{50}, biologically active compounds, ultrasonic extraction

Annotation. This study investigated the content of water-soluble vitamins in the peel of Oroblanco grapefruit using high-performance liquid chromatography (HPLC). The presence of vitamins B1, B2, B3, B9, PP, and C was established, with the highest concentrations observed for vitamin PP (6.13 mg/100 g) and folic acid (4.30 mg/100 g). Vitamins B6 and B12 were not detected in the analyzed samples. The obtained results confirm the high biological value of Oroblanco grapefruit peel and the feasibility of its use as a promising raw material for the production of functional food ingredients and nutraceuticals.

How to Cite
Abdulloev, S. K., & Begijonova, M. S. DETERMINATION OF HYDROPHILIC VITAMIN CONTENT IN THE PEEL OF OROBLANCO GRAPEFRUIT BY HPLC. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.586

Introduction. Vitamins are among the key components of a balanced diet and represent low-molecular organic compounds that play an indispensable role in the regulation of metabolism, the functioning of enzyme systems, and the maintenance of the human immune status. Vitamin deficiency leads to the development of hypovitaminosis and avitaminosis, which in turn increases the risk of cardiovascular, endocrine, and infectious diseases [1].

Among citrus crops, grapefruit occupies a special place due to its high content of ascorbic acid, flavonoids, organic acids, and dietary fiber. In recent years, increasing attention has been paid not only to the edible parts of fruits but also to their processing by-products, particularly the peel, which is traditionally considered a waste of the food industry [2].

The Oroblanco cultivar (Citrus maxima × Citrus paradisi) is a hybrid of pomelo and white grapefruit developed in California in the 1980s. The mass fraction of peel in the fruit averages 10–15%, which makes it a potentially valuable raw material for obtaining functional ingredients [3].

Modern studies show that the exocarp of citrus fruits contains higher concentrations of polyphenols, flavonoids, and vitamins compared to the pulp, which is due to its protective function and direct exposure to solar radiation [4]. Of particular importance is the content of vitamin C, B-group vitamins, and nicotinic acid, which exhibit pronounced antioxidant and metabolic properties.

Nevertheless, quantitative data on vitamin content in the peel of individual grapefruit cultivars, including Oroblanco, remain limited. The lack of standardized analytical data complicates an objective assessment of their nutritional and pharmacological value.

Therefore, the aim of this study was to quantitatively determine the content of water-soluble vitamins in the peel of Oroblanco grapefruit using high-performance liquid chromatography (HPLC) and to compare the obtained results with literature data.

Research results. As a result of the HPLC analysis, well-defined chromatographic peaks were obtained for vitamins B_1, B_2, B_3, B_9, PP, and C. Vitamins B_6 and B_{12} were not detected in the studied samples, which may be due to their extremely low natural concentrations in grapefruit peel or degradation during extraction.

Table 1. Results of HPLC analysis of vitamin content in the peel of *Oroblanco* grapefruit.

Vitamin	Retention time, min.	Concentration in extract, mg/L	Content in 100 g of dry peel, mg
B_1	2.74	0.984	2.46
B_3	5.71	0.026	0.07
PP	7.75	2.450	6.13
B_9	16.67	1.720	4.30
B_2	18.98	0.534	1.34
C	4.12	0.142	0.34
B_6	Not detected		
B_{12}	Not detected		

The highest contents were observed for nicotinamide (vitamin PP) and folic acid (vitamin B_9), which is consistent with data reported in [3], indicating significant accumulation of B-group vitamins in citrus peels.

The vitamin C content in the peel was relatively low compared to the pulp; however, its concentration remains biologically significant. According to [4], thermal treatment and acidic conditions may reduce the stability of ascorbic acid, which probably affected the obtained results.

High levels of vitamins B_1 and B_9 indicate the potential use of grapefruit peel as a raw material for producing functional additives and fortified food products. Similar conclusions were reported in studies [2, 5, 6] emphasizing the feasibility of comprehensive processing of citrus waste.

The absence of vitamins B_6 and B_{12} may be related to cultivar-specific characteristics of Oroblanco or analytical limitations of the method at ultra-low concentrations.

Experimental part.

Reagents and standards. The following standards were used to prepare standard solutions: vitamin B_{12} (Rhydburg Pharmaceuticals, Germany); vitamin C (Carl Roth GmbH, Germany); vitamin B_9 (DSM Nutritional Products GmbH, Germany); vitamins B_1, B_2, B_3, B_6, and PP (BLD Pharm, China). Water, acetonitrile (HPLC grade), chemically pure acetic acid, and sodium hydroxide were used as reagents.

Preparation of standard solutions. Standard solutions of vitamins C, B_1, B_3, B_6, B_{12}, and PP were prepared by dissolving 5 mg of each compound in 50 mL of 0.1 N HCl (100 mg/L). Vitamins B_2 and B_9 were dissolved in 0.025% NaOH solution in a similar manner. Calibration solutions were obtained by serial dilution. Distilled water was used as the zero-concentration point.

Preparation of grapefruit peel extract. For extraction of water-soluble vitamins, 1.0 g of ground peel was placed in a 50 mL conical flask, 25 mL of 0.1 N HCl was added, and the mixture was subjected to ultrasonic treatment in a GT SONIC-D3 bath at 60 °C for 20 min. After cooling, the solution was filtered and adjusted to 25 mL with distilled water. Prior to chromatographic analysis, 1.5 mL of the extract was filtered through a 0.22 µm membrane filter.

Chromatographic conditions. The analysis was performed using an LC-40 Nexera Lite system (Shimadzu, Japan) equipped with an LC-40D pump, SIL-40 autosampler, and SPD-M40 photodiode array detector. A Shim-pack GIST C18 column (150 × 4.6 mm; 5 µm) was used. The mobile phase consisted of acetonitrile (eluent A) and 0.25% aqueous acetic acid (eluent B) under gradient elution conditions [7].

Main parameters: injection volume – 10 µL; flow rate – 0.6 mL/min; column temperature – 40 °C; detection wavelengths – 265, 291, and 550 nm. For vitamin C, a separate gradient program with a total analysis time of 15 min and detection at 265 nm was applied [7].

Conclusion. The HPLC method demonstrated high reproducibility and accuracy in determining water-soluble vitamins in the peel of Oroblanco grapefruit. Vitamins B_1, B_2, B_3, B_9, PP, and C were

detected, with the highest concentrations observed for vitamin PP (6.13 mg/100 g) and vitamin B_9 (4.30 mg/100 g). The obtained data confirm that grapefruit peel is a promising source of biologically active compounds and can be used as raw material for the production of functional food ingredients and nutraceuticals.

References

1. Манаков, В. М., Мухранова, В. В., & Нам, Т. С. (2015). Системы линейных алгебраических уравнений: Учебное пособие. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского государственного университета.
2. Saini, R. K., Ranjit, A., Sharma, K., Prasad, P., Shang, X., Gowda, K. G. M., & Keum, Y.-S. (2022). Bioactive compounds of citrus fruits: A review of composition and health benefits of carotenoids, flavonoids, limonoids, and terpenes. Antioxidants, 11(2), 239. https://doi.org/10.3390/antiox11020239
3. Munir, H., Aziz, M., Mahmood, Z., Ahmad, A., & Khan, M. (2024). Unveiling the chemistry of citrus peel: Flavonoids, limonene, and antioxidant potential. Foods, 13(11), 1681. https://doi.org/10.3390/foods13111681
4. Addi, M., Albahrani, A., & Begum, H. (2021). An overview of bioactive flavonoids from citrus fruits. Applied Sciences, 12(1), 29. https://doi.org/10.3390/app12010029
5. Koolaji, N., Shammugasamy, B., Schindeler, A., Dong, Q., Dehghani, F., & Valtchev, P. (2020). Citrus Peel Flavonoids as Potential Cancer Prevention Agents. Current developments in nutrition, 4(5), nzaa025. https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa025
6. Gulcin I., Beydemir S., Sat I.G., Kufrevioglu O.I. (2005). Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Aliment. Hung. 34, 193–202 p.
7. Blois M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200 pp.
8. Abdullaev, Sh. Sh. (2024). Antiradical activity of food additives "Askarun" and "Askarufen". Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(4), 128–133. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss4.2024.349
9. Babaoğlu, A. S., Ainiwaer, T., Özkan, H., & Karakaya, M. (2022). Grapefruit and pomelo peel extracts as natural antioxidants for improved storage stability of Turkey patties during refrigerated storage. Journal of food science and technology, 59(10), 4067–4074. https://doi.org/10.1007/s13197-022-05458-5
10. Negrea, M., Borda, D., & Andrei, A. M. (2025). Valorization of citrus peel byproducts: A sustainable approach. Foods, 14(8), 1339. https://doi.org/10.3390/foods14081339
11. Ibrahim, F. M., El-Gazzar, N., El-Sheshetawy, H. E., & Mahmoud, M. H. (2024). Polyphenol-rich extracts and essential oil from Egyptian grapefruit peels: Chemical characterization and antioxidant activity. Applied Sciences, 14(7), 2776. https://doi.org/10.3390/app14072776
12. Shah, M. A., Raza, A., Albaser, A., Alzuhairy, S. A., & Bader, A. (2024). Peel waste of citrus fruits: A valuable and renewable source of polyphenols for the treatment of diabesity. Journal of Food Science. https://doi.org/10.1016/j.jfs.2024.03.002

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

GREYFRUT NAVLARI MEVA PO'STLOQLARINING ANTIRADIKALLIK FAOLLIGI

Shaxobidin Xasanboyevich Abdulloyev
Andijon davlat universiteti, Kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O'zbekiston TABOBAT Akademiyasi a'zosi.
https://orcid.org/0000-0002-6069-1785

Muhtaram Sobirali qizi Begijonova
Andijon davlat universiteti, Kimyo yo'nalishi magistranti.
https://orcid.org/0009-0000-7209-6089

Nodira Ikromjon qizi Ikromova
Andijon davlat universiteti Kimyo kafedrasi doktoranti
https://orcid.org/0009-0000-5944-3832

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.584

Kalit so'zlar: greyfrut po'stlog'i, Citrus paradisi, antiradikal faollik, IC_{50}, biologik faol moddalar.

Annotatsiya

Ushbu maqolada greyfrut (Citrus paradisi) mevasining Ruby Red va Oroblanco navlari po'stloqlarining antiradikal faolligi DPPH (2,2-difenil-1-pikrilgidrazil) erkin radikali yordamida spektrofotometrik usulda qiyosiy baholandi. Tadqiqotda meva po'stloqlari 35 °C da quritilib, 96 % li etanolda ultratovushli ekstraksiya usuli orqali biologik faol moddalar ajratib olindi. Olingan ekstraktlarning antiradikal faolligi 517 nm to'lqin uzunligida turli hajmlarda (25–100 mkl) va vaqt oralig'ida (0–30 daqiqa) o'lchandi. Natijalar Ruby Red va Oroblanco navlari po'stloqlari yuqori antiradikal faollikka ega ekanligini ko'rsatdi. Ekstrakt hajmi oshishi bilan antiradikal faollik ham mutanosib ravishda ortdi hamda 25–30 daqiqalarda barqarorlashdi. 30-daqiqada olingan qiymatlar asosida IC_{50} ko'rsatkichlari hisoblandi: Ruby Red po'stlog'i uchun 121,33 mkl, Oroblanco po'stlog'i uchun esa 85,80 mkl. Bu esa Oroblanco navining antiradikal samaradorligi Ruby Red naviga nisbatan yuqoriroq ekanligini ko'rsatadi. Olingan natijalar zamonaviy ilmiy adabiyotlarda keltirilgan sitrus mevalari po'stloqlarining yuqori antioksidant salohiyati haqidagi ma'lumotlar bilan mos keladi. Tadqiqot greyfrut po'stloqlarini biologik faol moddalar manbai sifatida baholash, ularni oziq-ovqat, farmatsevtika va biotexnologiya sohalarida tabiiy antioksidant qo'shimcha sifatida qo'llash imkoniyatlarini asoslab beradi. Shuningdek, mazkur ish qishloq xo'jaligi chiqindilarini qayta ishlash va yuqori qo'shimcha qiymatga ega mahsulotlar olish nuqtayi nazaridan ham amaliy ahamiyat kasb etadi.

Havola uchun

Abdulloyev, S. X., Begijonova, M. S. qizi, & Ikromova, N. I. qizi. GREYFRUT NAVLARI MEVA PO'STLOQLARINING ANTIRADIKALLIK FAOLLIGI. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.584

Kirish. Greyfrut (Citrus paradisi) subtropik sitrus daraxt hisoblanadi, uning mevalari nisbatan katta, nordon hamda yarim shirin, biroz achchiq jihatlar bilan ajralib turadi. Ushbu meva navlari hozirda dunyoning ko‘plab mamlakatlarida, jumladan AQSHning Florida, Texas, Kaliforniya shtatlarida, Xitoyning Guangdong, Guangxi, Fujian viloyatlarida katta miqdorlarda yetishtiriladi. Greyfrut mevasi tarkibining 88-90% suvdan iborat bo‘lib, unda 2,4 % organik kislotalar, 3,8-6,7 % gacha qand mavjud, po‘stlog‘ida esa 9,2-19 % pektin moddalari to‘planadi [2, 12]. Hozirgi vaqtda greyfrutning Ruby Red (Citrus paradisi) hamda Oroblanco, ya’ni Ruby Red bilan Pomelo (Citrus maxima) ning o`zaro chatishtirilgan navlari jahon bozorida keng tarqalgan (1-rasm). Ushbu mevalarning 10-15% qismini po‘stloq tashkil etadi va ko‘p hollarda, jumladan O‘zbekistonda ham, qayta ishlash jarayonida chiqindi sifatida tashlab yuboriladi [3]. Biroq, greyfrut po‘stlog‘i biologik faol birikmalarga, xususan, antioksidant va antibakterial xususiyatga ega flavonoidlar (naringin, hesperidin), fenolik kislotalar hamda C, A, B guruhi vitaminlariga boy manba hisoblanadi [2, 4]. Shuningdek, uning tarkibidagi efir moylari (terpenlar, limonen) yuqori fitonsid faollikni namoyon etadi [2]. Bundan tahsqari po‘stloq tarkibidagi flavanoidlar tabiiy antioksidant manbasi bo‘lish bilan birga saraton hujayralari faoliyatini to‘xtatish xususiyatiga ham ega [5].



a b

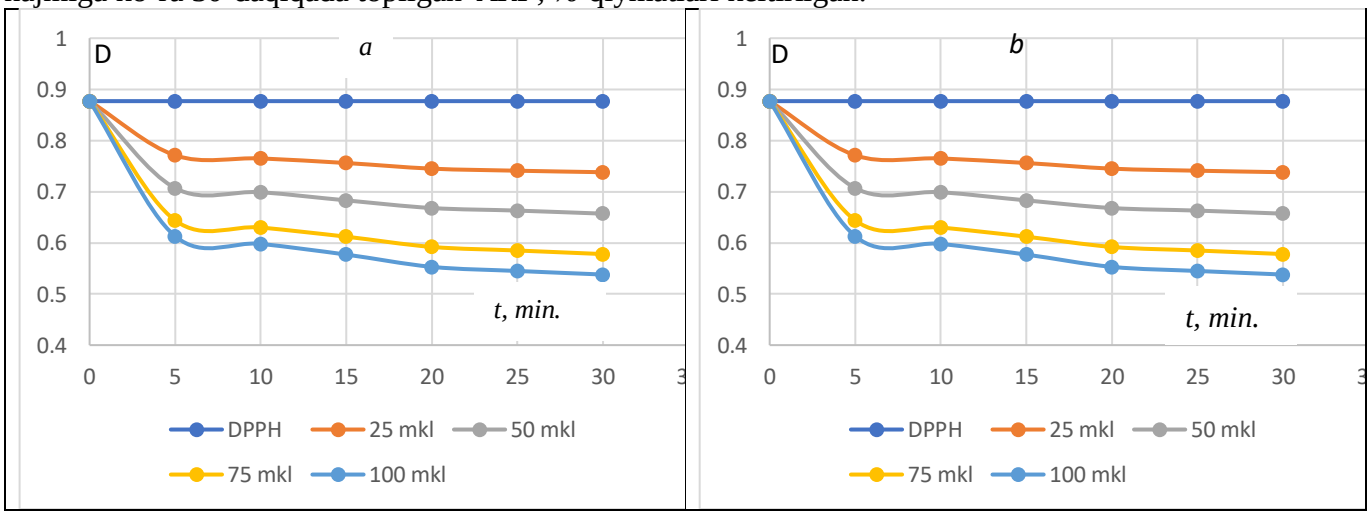
1-rasm. Ruby Red (a) va Oroblanco (b) navli greyfrut mevalarining butun va kesilgan holatdagi tashqi ko‘rinishi.

Ushbu maqolada greyfrut sitrus mevasining Ruby red va Oroblanco navlari meva po‘stloqlarining antiradikal faolligini (ARF) qiyosiy baholash bo‘yicha amalga oshirilgan tadqiqot ishi natijalari bayon qilingan.

Tadqiqot natijalari. *Ruby red* va *Oroblanco* meva po‘stloqlarining ekstraktlarini antiradikallik faolligini aniqlash uchun, aynan yuqoridagi kabi qalinligi 10 mm bo`lgan 4 ta alohida kyuvetalarga hajmi 25, 50, 75, 100 mkl filtrlangan o`simlik ekstrakti quyilib, ularning har biriga 3 ml dan DPPH eritmasi qo`silib aralashtirildi va etanol bilan umumiy hajmi 4,1 ml ga yetkazildi. Hosil bo`lgan kyuvetadagi eritma zudlik bilan aralashtirilib yuqorida bayon qilingan tartibda, 517 nm to`lqin uzunlikdadagi optik zichligi ($D_2$) o‘lchandi. O`lchangan optik zichliklar qiymatlari asosida

$$ARF, \% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100$$

formula yordamida foizlarda ifodalangan antiradikallik faollik (*ARF, %*) qiymatlari hisoblab topildi. *Ruby red* va *Oroblanco* meva po‘stloqlari ekstraktlarining antiradikallik faolligini ekstrakt hajmiga hamda vaqtga bog`liqlik grafiklari 2-rasmda ko`rsatilgan. 1-jadvalda DPPH eritmasiga qo`shilgan namuna ekstrakti hajmiga ko`ra 30-daqiqada topilgan *ARF, %* qiymatlari keltirilgan.

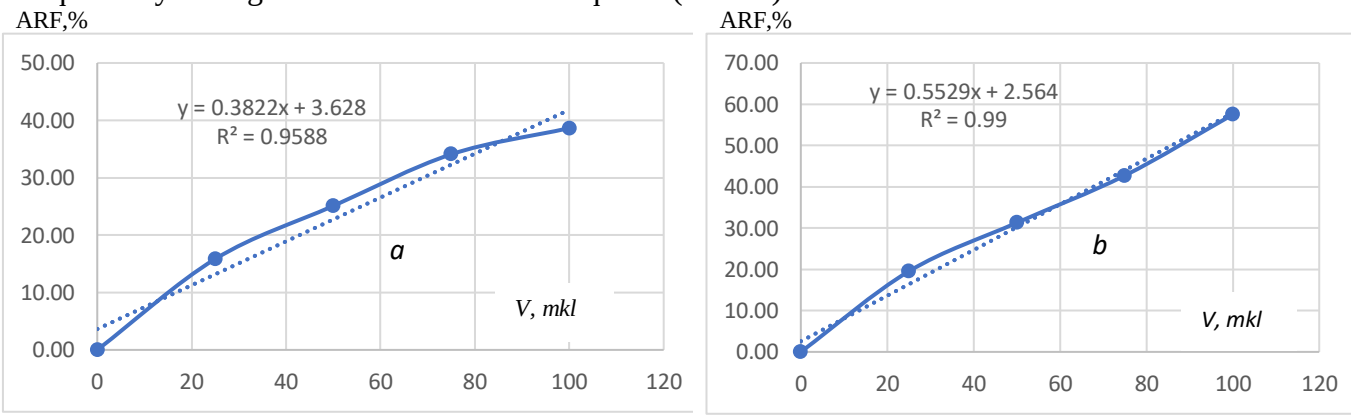


2-rasm. *Ruby red* (a) va *Oroblanco* (*b*) meva po‘stloqlari ekstraktining antiradikallik faolligini(*ARF, %*) va DPPH eritmasiga qo`shilgan ekstrakt hajmiga hamda vaqtga bog`liqlik grafiklari.

1-jadval. DPPH eritmasiga qo`shilgan *Ruby red* va *Oroblanco* meva po‘stloqlari ekstrakti hajmiga ko`ra 30-daqiqada topilgan *ARF,%* qiymatlari.

Ekstrakt hajmi, mkl	*Ruby red* meva po`stlog`i, *ARF, %*	*Oroblanco* meva po`stlog`i, *ARF, %*
25	15,85	19,52
50	25,09	31,29
75	34,09	42,73
100	38,65	57,51

Yuqoridagi rasmlar va jadvalda keltirilgan natijalar tahlili *Ruby red* va *Oroblanco* meva po‘stloqlari antiradikal faolligi yuqori ekanligini ko`rsatadi. Ekstrakt hajmi o`zgarmagan holda ekstraktning barcha hajmlari uchun dastlab *ARF,%* qiymati keskin ortib borib, 25-30 daqiqalarda deyarli o`zgarmay qolganligi kuzatildi. Shu sababli, 30-daqiqada o`lchangan *ARF,%* qiymatlaridan foydalanib sinalayotgan namunalar ekstraktlarining DPPH erkin radikallarini 50 % gacha so`ndishi uchun yetarli bo`lgan minimal hajmi, ya’ni IC_{50} qiymati hisoblab topildi. Buning uchun har bir tajribada 30-daqiqadagi antiradikallik faolliklari qiymatlarining tajriba uchun olingan meva po`stlog`i ekstrakti hajmi orasidagi bog`liqlik grafigi tuzilib, eng kichik kvadratlar metodidan [1] foydalangan holda eksperimental nuqtalarga eng yaqin bo`lgan to`gri chiziq funksiyasining matematik formulasi aniqlandi (3-rasm).



3-rasm. Ruby red (a) va Oroblanco (b) po`stloqlari uchun 30-daqiqada aniqlangan ARF,% qiymatlarining DPPH eritmasiga qo`shilgan shu namunalar ekstrakti hajmiga bog’liqlik grafigi.

Eng kichik kvadratlar metodi yordamida eksperimental nuqtalar va nazariy to`g`ri chiziq orasidagi yaqinlikni tavsiflovchi parametr R^2 qiymatlari ham hisoblandi. Rasmlardan ko`rinib turibdiki, ikkala meva po`stloqlqari uchun R^2 qiymatlari birga yaqin. Bu esa, topilgan to`g`ri chiziq formulalaridan foydalanib, yuqori aniqlik bilan namunalarning IC_{50} ko`rsatkichlarini hisoblashga imkon beradi.

Shunday qilib, eksperimental nuqtalarga eng yaqin nazariy to`g`ri chiziq formulasi $y=mx+b$ dan kelib chiqib, 50 % antirdikal faollikni ta’minlovchi hajm (IC_{50}) qiymatini $x=(y-b)/m$ formula asosida hisoblab topdik. *Ruby red* po`stlog`i uchun:

$$IC_{50} = \frac{(50-3{,}628)}{0{,}3822} = 121{,}33\ mkl,$$

Oroblanco po`stlog`i uchun esa bu qiymat:

$$IC_{50} = \frac{(50-2{,}564)}{0{,}5529} = 85{,}795\ mkl$$

hajmni tashkil etdi.

Har ikki navda ham antiradikal faollik ekstrakt hajmi va inkubatsiya vaqti ortishi bilan oshib, 25–30 daqiqalarda muvozanat holatiga yetgani kuzatildi. Bu holat fenolik birikmalar va flavonoidlarning DPPH radikallari bilan tezkor elektron yoki vodorod atomi almashinuvi orqali reaksiyaga kirishishini ko‘rsatadi.

Tadqiqotimiz natijalariga ko‘ra, *Oroblanco* po‘stlog‘i ekstraktining IC_{50} qiymati 85,8 mkl ni, *Ruby Red* navida esa 121,3 mkl ni tashkil etdi. Mazkur ko‘rsatkichlar *Oroblanco* navining antiradikal samaradorligi *Ruby Red* naviga nisbatan taxminan **1,4 baravar yuqori** ekanligini anglatadi. Bu farq navlar genetik kelib chiqishi, xususan *Oroblanco*ning pomelo bilan gibrid bo‘lishi natijasida fenolik moddalar va flavonoidlar (naringin, neohesperidin, hesperetin hosilalari) miqdorining yuqoriroq bo‘lishi bilan izohlanadi.

Adabiyotlarda sitrus mevalari po‘stloqlarining yuqori antioksidant salohiyati tasdiqlangan [9 - 11] Masalan, Ibrahim va boshqalar [11] tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda greyfrut po‘stlog‘i ekstraktlarining DPPH usulida aniqlangan IC_{50} qiymatlari 70–90 μg/ml oralig‘ida bo‘lib, bu ularning kuchli erkin radikal so‘ndirish xususiyatiga egaligini ko‘rsatadi. Shuningdek, pomelo va greyfrut po‘stloqlarida yuqori miqdorda fenolik birikmalar va flavonoidlar (naringin, hesperidin) to‘planishi aniqlangan bo‘lib, umumiy fenollar miqdori 120–180 mg GAE/g quruq modda atrofida bo‘lishi ularning antioksidant faolligining asosiy sabablaridan biri sifatida qayd etilgan [9, 11].

Ushbu ishda olingan IC_{50} qiymatlarining adabiyotlarda keltirilgan diapazon bilan mos kelishi ekstraksiya usuli (etanol, ultratovushli ekstraksiya), ishlatilgan xomashyo holati (35 °C da quritilgan po‘stloq) va analitik metodikaning (DPPH testi) ishonchliligini tasdiqlaydi. Bundan tashqari, yuqori R^2 qiymatlar (≈0,98–0,99) *ARF* va ekstrakt hajmi o‘rtasidagi chiziqli bog‘liqlikni isbotlab, IC_{50} qiymatlarining statistik jihatdan asosli ekanligini ko‘rsatadi.

Tajriba qism.

Antiradikal faollikni spektrofotometrik baholashda etanolli eritmada barqaror binafsha rangli 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil (DPPH) radikallarini so`ndirish usulu qo’llanildi [6 - 8]. DPPH ishchi eritmasini tayyorlash uchun o‘lchov kolbasiga 7.92 mM DPPH solib 96 %-li etanol bilan eritildi va hajmi 100 millilitrga yetkazildi. Tayyorlangan eritma yoruglik ta’siridan saqlash uchun alyuminiy qog‘ozga o‘ralib xona haroratida qorong‘i joyda saqlandi.

Ekstraktlarini tayyorlash uchun 0.75 g quritish shkafida 35 ^oC temperaturada o`zgarmas massaga kelguncha quritilgan, tegirmonda maydalangan greyfrut mevalari po‘stloqlari namunasini 25 ml 96 % li etanolda 20 daqiqa davomida, 60 $^oC$ temperaturada ultratovushli vannada ekstraksiya qilindi. Olingan ekstrakt tirqishli diametri 0,45 mkm bo`lgan shpritsli filtrdan o`tkazildi.

Ekstraktlarning antiradikallik xususiyatini baholash. Qalinligi 10 mm bo`lgan 4 ml hajmli kvarts kyuvetaga 3 ml DPPH ning etanoldagi eritmasi va 100 mkl etanol solib aralashtirib, spektrofotometrga joylashtirildi va YOKE K7000 spektrofotometrida 517 nm to‘lqin uzunlikda 30 daqiqaning har 5 daqiqasida, optik zichlik ($D_1$) qiymatlari o‘lchandi. O`lcangan D_1 qiymati vaqt davomida o`zgarmadi.

Xulosa. Greyfrut meva po‘stloqlarining etanolli ekstraktlarining antiradikal faolligini DPPH testi usulida tadqiq etish *Ruby Red* va ayniqsa *Oroblanco* greyfrut po‘stloqlari:

kuchli tabiiy antioksidant va antiradikal manba,

oziq-ovqat sanoatida tabiiy konservant,

farmatsevtika va shifobaxsh oziq-ovqat qoshilmalari ishlab chiqarishda biologik faol qo‘shimcha,

hamda agrar chiqindilarni yuqori qo‘shimcha qiymatli tovarga aylantirish imkonini beruvchi xomashyo sifatida katta amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko`rsatdi.

Shu sababli, kelgusida ushbu po‘stloqlar asosida shifobaxsh oziq-qoshilmalari ishlab chiqisih, ulardan individual flavonoidlarni ajratib olish, ularning *in vivo* antioksidant faolligini baholash hamda toksikologik xavfsizligini o‘rganish ilmiy va amaliy nuqtayi nazaridan maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Adabiyotlar

Monografiyalar va o‘quv qo‘llanmalar:

1. Манаков, В. М., Мухранова, В. В., & Нам, Т. С. (2015). Системы линейных алгебраических уравнений: Учебное пособие. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского государственного университета.
Jurnal yoki to‘plam maqolalari:
2. Saini, R. K., Ranjit, A., Sharma, K., Prasad, P., Shang, X., Gowda, K. G. M., & Keum, Y.-S. (2022). Bioactive compounds of citrus fruits: A review of composition and health benefits of carotenoids, flavonoids, limonoids, and terpenes. Antioxidants, 11(2), 239. https://doi.org/10.3390/antiox11020239
3. Munir, H., Aziz, M., Mahmood, Z., Ahmad, A., & Khan, M. (2024). Unveiling the chemistry of citrus peel: Flavonoids, limonene, and antioxidant potential. Foods, 13(11), 1681. https://doi.org/10.3390/foods13111681
4. Addi, M., Albahrani, A., & Begum, H. (2021). An overview of bioactive flavonoids from citrus fruits. Applied Sciences, 12(1), 29. https://doi.org/10.3390/app12010029
5. Koolaji, N., Shammugasamy, B., Schindeler, A., Dong, Q., Dehghani, F., & Valtchev, P. (2020). Citrus Peel Flavonoids as Potential Cancer Prevention Agents. Current developments in nutrition, 4(5), nzaa025. https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa025
6. Gulcin I., Beydemir S., Sat I.G., Kufrevioglu O.I. (2005). Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Aliment. Hung. 34, 193–202 p.
7. Blois M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200 pp.
8. Abdullaev, Sh. Sh. (2024). Antiradical activity of food additives "Askarun" and "Askarufen". Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(4), 128–133. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss4.2024.349
9. Babaoğlu, A. S., Ainiwaer, T., Özkan, H., & Karakaya, M. (2022). Grapefruit and pomelo peel extracts as natural antioxidants for improved storage stability of Turkey patties during refrigerated storage. Journal of food science and technology, 59(10), 4067–4074. https://doi.org/10.1007/s13197-022-05458-5
10. Negrea, M., Borda, D., & Andrei, A. M. (2025). Valorization of citrus peel byproducts: A sustainable approach. Foods, 14(8), 1339. https://doi.org/10.3390/foods14081339
11. Ibrahim, F. M., El-Gazzar, N., El-Sheshetawy, H. E., & Mahmoud, M. H. (2024). Polyphenol-rich extracts and essential oil from Egyptian grapefruit peels: Chemical characterization and antioxidant activity. Applied Sciences, 14(7), 2776. https://doi.org/10.3390/app14072776
Internet-ma’lumotlar (Elektron resurslar):
12. Shah, M. A., Raza, A., Albaser, A., Alzuhairy, S. A., & Bader, A. (2024). Peel waste of citrus fruits: A valuable and renewable source of polyphenols for the treatment of diabesity. Journal of Food Science. https://doi.org/10.1016/j.jfs.2024.03.002

АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КОЖУРЫ ПЛОДОВ СОРТОВ ГРЕЙПФРУТА

Шахобидин Хасанбоевич Абдуллаев
Андижанский государственный университет, Профессор кафедры химии доктор химических наук, член Академии ТАБОБАТ Республики Узбекистан
https://orcid.org/0000-0002-6069-1785

Мухтарам Собирали кизи Бегижонова
Андижанский государственный университет, Магистрант направлении «Химия»
https://orcid.org/0009-0000-7209-6089

Нодира Икромжон кизи Икромова
Андижанский государственный университет, Докторант кафедры химии
https://orcid.org/0009-0000-5944-3832

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.584

Ключевые слова: кожура грейпфрута, Citrus paradisi, антирадикальная активность, IC_{50}, биологически активные вещества.

Аннотация

В данной статье проведена сравнительная оценка антиррадикальной активности кожуры плодов грейпфрута (*Citrus paradisi*) сортов Ruby Red и Oroblanco спектрофотометрическим методом с использованием свободного радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил). В ходе исследования кожура плодов была высушена при температуре 35 °C, после чего биологически активные вещества извлекались методом ультразвуковой экстракции с применением 96%-ного этанола. Антирадикальная активность полученных экстрактов определялась при длине волны 517 нм в различных объемах (25–100 мкл) и в интервале времени 0–30 минут. Результаты показали, что кожура плодов сортов Ruby Red и Oroblanco обладает высокой антиррадикальной активностью. С увеличением объема экстракта наблюдалось пропорциональное возрастание антиррадикальной активности, которая стабилизировалась через 25–30 минут. На основании значений, полученных на 30-й минуте, были рассчитаны показатели IC_{50}: для кожуры Ruby Red – 121,33 мкл, для кожуры Oroblanco – 85,80 мкл. Это свидетельствует о более высокой антиррадикальной эффективности сорта Oroblanco по сравнению с Ruby Red. Полученные результаты согласуются с данными современной научной литературы о высоком антиоксидантном потенциале кожуры цитрусовых плодов. Исследование обосновывает возможность использования кожуры грейпфрута в качестве источника биологически активных веществ в пищевой, фармацевтической и биотехнологической промышленности в качестве натуральной антиоксидантной добавки. Кроме того, работа имеет практическое значение с точки зрения переработки сельскохозяйственных отходов и получения продукции с высокой добавленной стоимостью.

Как цитировать

Абдуллоев, Ш. Х., Бегижонова, М. С. к., & Икромова, Н. И. қ. АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ КОЖУРЫ ПЛОДОВ СОРТОВ ГРЕЙПФРУТА. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.584

Введение. Грейпфрут (*Citrus paradisi*) является субтропическим цитрусовым деревом, плоды которого отличаются относительно крупными размерами, кислым и полусладким вкусом с лёгкой горчинкой. В настоящее время данные сорта культивируются в больших объёмах во многих странах мира, включая штаты Флорида, Техас и Калифорния в США, а также провинции Гуандун, Гуанси и

Фуцзянь в Китае. Плоды грейпфрута на 88–90 % состоят из воды, содержат 2,4 % органических кислот и 3,8–6,7 % сахаров, тогда как в кожуре накапливается 9,2–19 % пектиновых веществ [2, 12].



a b

Рис. 1. Внешний вид целых и разрезанных плодов грейпфрута сортов Ruby Red (a) и Oroblanco (b).

В настоящее время на мировом рынке широко распространены сорта Ruby Red (Citrus paradisi) и Oroblanco, являющийся гибридом Ruby Red и помело (Citrus maxima) (рис. 1). Около 10–15 % массы плодов составляет кожура, которая во многих случаях, в том числе и в Узбекистане, в процессе переработки утилизируется как отход [3]. Однако кожура грейпфрута представляет собой богатый источник биологически активных соединений, в частности флавоноидов (нарингин, гесперидин), обладающих антиоксидантными и антибактериальными свойствами, фенольных кислот, а также витаминов С, А и группы В [2, 4]. Кроме того, содержащиеся в ней эфирные масла (терпены, лимонен) проявляют высокую фитонцидную активность [2]. Следует также отметить, что флавоноиды кожуры, помимо того, что являются природными антиоксидантами, обладают способностью ингибировать активность раковых клеток [5].

В данной статье представлены результаты исследований, по сравнительной оценке, антирадикальной активности (АРА) кожуры плодов грейпфрута сортов Ruby Red и Oroblanco.

Результаты исследования. Для определения антирадикальной активности экстрактов кожуры плодов Ruby Red и Oroblanco в четыре отдельные кюветы толщиной 10 мм вносили соответственно 25, 50, 75 и 100 мкл профильтрованного растительного экстракта, после чего в каждую добавляли по 3 мл раствора DPPH, перемешивали и доводили общий объём до 4,1 мл этанолом.

Полученные растворы немедленно перемешивали, и в соответствии с вышеописанной методикой измеряли их оптическую плотность (D_2) при длине волны 517 нм.

На основании измеренных значений оптической плотности антирадикальную активность (АРА, %) рассчитывали по формуле:

$$АРА, \% = [(D_1 - D_2)/D_1] \times 100.$$

Зависимости антирадикальной активности экстрактов кожуры плодов Ruby Red и Oroblanco от объёма экстракта и времени представлены на рисунке 2. В таблице 1 приведены значения АРА (%) через 30 минут в зависимости от объёма экстракта, добавленного в раствор DPPH.

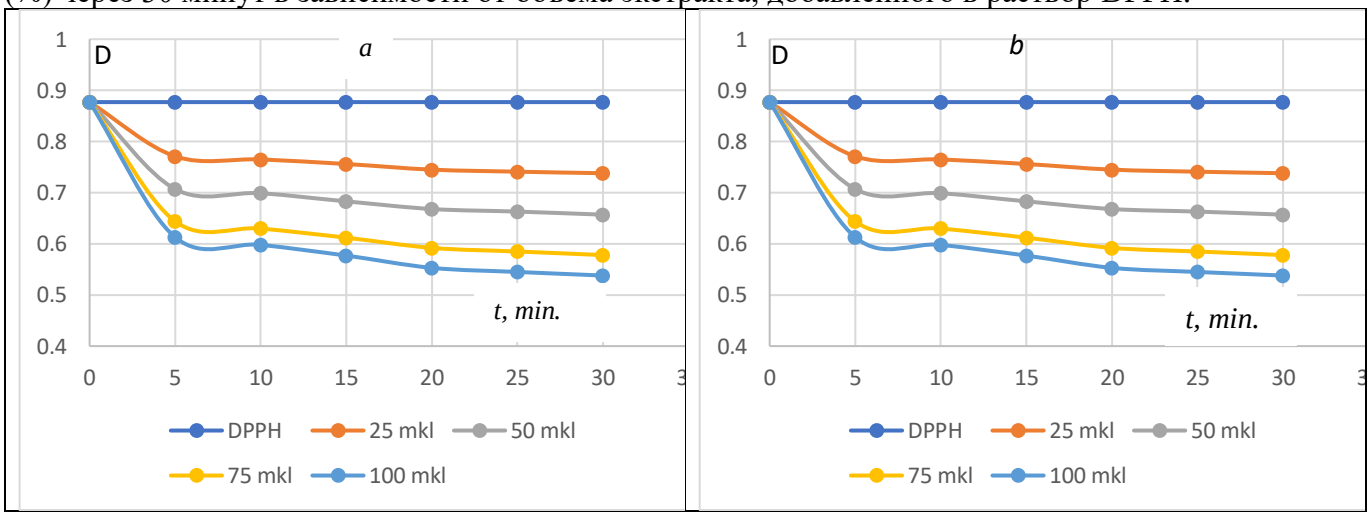


Рисунок 2. Графики зависимости антирадикальной активности (АРА, %) экстрактов кожуры плодов сортов Ruby Red (a) и Oroblanco (b) от объёма экстракта, добавленного в раствор DPPH, а также от времени.

Таблица 1. Значения антирадикальной активности (АРА, %), определённые через 30 минут в зависимости от объёма экстракта кожуры плодов сортов Ruby Red и Oroblanco, добавленного в раствор DPPH.

Объём экстракта, мкл	АРА, % (кожура Ruby Red)	АРА, % (кожура Oroblanco)
25	15,85	19,52
50	25,09	31,29
75	34,09	42,73
100	38,65	57,51

Анализ результатов, представленных на приведённых выше графиках и в таблице, свидетельствует о высокой антирадикальной активности кожуры плодов сортов Ruby Red и Oroblanco. При неизменном объёме экстракта для всех исследованных доз наблюдалось резкое увеличение значения АРА (%) в начальный период реакции, после чего в интервале 25–30 минут оно практически стабилизировалось.

В связи с этим для дальнейших расчётов использовались значения АРА (%), измеренные на 30-й минуте, на основе которых была определена минимальная концентрация (объём) экстракта, достаточная для подавления 50 % свободных радикалов DPPH, то есть значение IC_{50}.

Для этого в каждом эксперименте строили график зависимости антирадикальной активности на 30-й минуте от объёма экстракта кожуры плодов, используемого в опыте, и с применением метода наименьших квадратов [1] определяли математическое уравнение прямой линии, наилучшим образом аппроксимирующей экспериментальные точки (рис. 3).

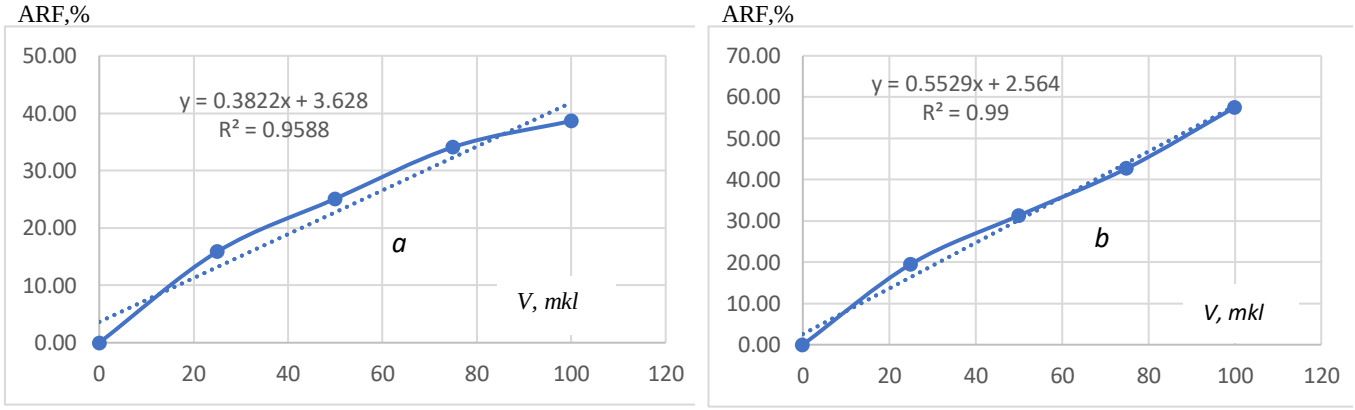


Рисунок 3. График зависимости значений антирадикальной активности (АРА, %), определённых через 30 минут, от объёма экстракта кожуры сортов Ruby Red (a) и Oroblanco (b), добавленного в раствор DPPH.

С использованием метода наименьших квадратов были также рассчитаны значения коэффициента детерминации R^2, характеризующие степень соответствия между экспериментальными точками и теоретической прямой линией. Как видно из графиков, значения R^2 для кожуры обоих сортов близки к единице, что позволяет с высокой точностью рассчитывать показатели IC_{50} образцов на основе полученных уравнений прямых линий.

Таким образом, исходя из уравнения теоретической прямой, наиболее близкой к экспериментальным данным, вида $y = mx + b$, значение объёма экстракта, обеспечивающего 50 % антирадикальной активности (IC_{50}), было рассчитано по формуле:

$$x=y-bm$$

Для кожуры сорта Ruby Red:

$$IC_{50} = \frac{(50-3{,}628)}{0{,}3822} = 121{,}33\ mkl,$$

а для кожуры сорта Oroblanco:

$$IC_{50} = \frac{(50-2{,}564)}{0{,}5529} = 85{,}795\ mkl.$$

Для обоих сортов установлено, что антирадикальная активность возрастает с увеличением объёма экстракта и времени инкубации, достигая состояния равновесия в интервале 25–30 минут. Данное явление свидетельствует о быстром взаимодействии фенольных соединений и флавоноидов с радикалами DPPH посредством переноса электрона или атома водорода.

Согласно полученным результатам, значение IC_{50} для экстракта кожуры сорта Oroblanco составило 85,8 мкл, тогда как для сорта Ruby Red – 121,3 мкл. Эти показатели указывают на то, что антирадикальная эффективность сорта Oroblanco примерно в 1,4 раза выше по сравнению с сортом Ruby Red. Данное различие объясняется генетическим происхождением сортов, в частности гибридной природой Oroblanco с участием помело, что обусловливает более высокое содержание фенольных соединений и флавоноидов (нарингина, неогесперидина, производных гесперетина).

В литературе подтверждён высокий антиоксидантный потенциал кожуры цитрусовых плодов [9–11]. Так, в исследованиях, проведённых Ibrahim и соавт. [11], значения IC_{50} экстрактов кожуры грейпфрута, определённые методом DPPH, находились в диапазоне 70–90 мкг/мл, что свидетельствует об их высокой способности к нейтрализации свободных радикалов. Кроме того, установлено накопление значительных количеств фенольных соединений и флавоноидов (нарингин, гесперидин) в кожуре помело и грейпфрута, при этом общее содержание фенолов достигает 120–180 мг GAE/г сухого вещества, что рассматривается как одна из основных причин их высокой антиоксидантной активности [9, 11].

Соответствие полученных в данной работе значений IC_{50} литературным данным подтверждает надёжность используемого метода экстракции (этанол, ультразвуковая экстракция), состояния исходного сырья (кожура, высушенная при 35 °C) и аналитической методики (DPPH-тест). Кроме того, высокие значения коэффициента детерминации ($R^2 \approx 0{,}98–0{,}99$) доказывают линейную зависимость между антирадикальной активностью и объёмом экстракта, что подтверждает статистическую обоснованность рассчитанных значений IC_{50}.

Экспериментальная часть.

Для спектрофотометрической оценки антирадикальной активности применялся метод инактивации стабильных фиолетово окрашенных радикалов 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH) в этанольном растворе [6–8].

Для приготовления рабочего раствора DPPH в мерную колбу вносили 7,92 мМ DPPH, растворяли в 96%-ном этаноле и доводили объём до 100 мл. Полученный раствор хранили в тёмном месте при комнатной температуре, предварительно обернув колбу алюминиевой фольгой для защиты от воздействия света.

Для приготовления экстрактов 0,75 г высушенной в сушильном шкафу при температуре 35 °C до постоянной массы и измельчённой в мельнице кожуры плодов грейпфрута экстрагировали в 25 мл 96%-ного этанола в ультразвуковой ванне при температуре 60 °C в течение 20 минут. Полученный экстракт фильтровали через шприцевой фильтр с размером пор 0,45 мкм.

Оценка антирадикальных свойств экстрактов. В кварцевую кювету объёмом 4 мл и толщиной оптического слоя 10 мм вносили 3 мл этанольного раствора DPPH и 100 мкл этанола, тщательно перемешивали и помещали в спектрофотометр. Оптическую плотность (D_1) измеряли на спектрофотометре YOKE K7000 при длине волны 517 нм каждые 5 минут в течение 30 минут. Значения D_1 оставались неизменными во времени.

Заключение.Исследование антирадикальной активности этанольных экстрактов кожуры плодов грейпфрута методом DPPH показало, что кожура сортов Ruby Red и особенно Oroblanco является:

мощным природным источником антиоксидантов и антирадикальных соединений;

потенциальным натуральным консервантом для пищевой промышленности;

биологически активной добавкой для фармацевтической отрасли и производства лечебно-профилактических пищевых продуктов;

ценным сырьём для переработки аграрных отходов в продукцию с высокой добавленной стоимостью.

В связи с этим перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка лечебно-профилактических пищевых добавок на основе данных кожур, выделение индивидуальных флавоноидов, оценка их антиоксидантной активности in vivo, а также изучение токсикологической безопасности, что представляет значительный научный и практический интерес.

Литературы

Монографии и учебники:

1. Манаков, В. М., Мухранова, В. В., & Нам, Т. С. (2015). Системы линейных алгебраических уравнений: Учебное пособие. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского государственного университета.

Jurnal yoki to‘plam maqolalari:

2. Saini, R. K., Ranjit, A., Sharma, K., Prasad, P., Shang, X., Gowda, K. G. M., & Keum, Y.-S. (2022). Bioactive compounds of citrus fruits: A review of composition and health benefits of carotenoids, flavonoids, limonoids, and terpenes. Antioxidants, 11(2), 239. https://doi.org/10.3390/antiox11020239

3. Munir, H., Aziz, M., Mahmood, Z., Ahmad, A., & Khan, M. (2024). Unveiling the chemistry of citrus peel: Flavonoids, limonene, and antioxidant potential. Foods, 13(11), 1681. https://doi.org/10.3390/foods13111681

4. Addi, M., Albahrani, A., & Begum, H. (2021). An overview of bioactive flavonoids from citrus fruits. Applied Sciences, 12(1), 29. https://doi.org/10.3390/app12010029

5. Koolaji, N., Shammugasamy, B., Schindeler, A., Dong, Q., Dehghani, F., & Valtchev, P. (2020). Citrus Peel Flavonoids as Potential Cancer Prevention Agents. Current developments in nutrition, 4(5), nzaa025. https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa025

6. Gulcin I., Beydemir S., Sat I.G., Kufrevioglu O.I. (2005). Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Aliment. Hung. 34, 193–202 p.

7. Blois M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200 pp.

8. Abdullaev, Sh. Sh. (2024). Antiradical activity of food additives "Askarun" and "Askarufen". Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(4), 128–133. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss4.2024.349

9. Babaoğlu, A. S., Ainiwaer, T., Özkan, H., & Karakaya, M. (2022). Grapefruit and pomelo peel extracts as natural antioxidants for improved storage stability of Turkey patties during refrigerated storage. Journal of food science and technology, 59(10), 4067–4074. https://doi.org/10.1007/s13197-022-05458-5

10. Negrea, M., Borda, D., & Andrei, A. M. (2025). Valorization of citrus peel byproducts: A sustainable approach. Foods, 14(8), 1339. https://doi.org/10.3390/foods14081339

11. Ibrahim, F. M., El-Gazzar, N., El-Sheshetawy, H. E., & Mahmoud, M. H. (2024). Polyphenol-rich extracts and essential oil from Egyptian grapefruit peels: Chemical characterization and antioxidant activity. Applied Sciences, 14(7), 2776. https://doi.org/10.3390/app14072776

Internet-ma’lumotlar (Elektron resurslar):

12. Shah, M. A., Raza, A., Albaser, A., Alzuhairy, S. A., & Bader, A. (2024). Peel waste of citrus fruits: A valuable and renewable source of polyphenols for the treatment of diabesity. Journal of Food Science. https://doi.org/10.1016/j.jfs.2024.03.002

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ANTIRADICAL ACTIVITY OF GRAPEFRUIT CULTIVAR PEELS

Shakhobidin Kh. Abdullayev
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Member of the TABOBAT Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0002-6069-1785

Mukhtaram S. Begijonova
Andijan State University, Master's student in Chemistry
https://orcid.org/0009-0000-7209-6089

Nodira I. Ikromova
Andijan State University, Doctoral student of the Department of Chemistry
https://orcid.org/0009-0000-5944-3832

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.584

Keywords: grapefruit peel, Citrus paradisi, antiradical activity, IC_{50}, biologically active compounds.

Annotation.

This study presents a comparative evaluation of the antiradical activity of grapefruit (Citrus paradisi) peel extracts from the Ruby Red and Oroblanco cultivars using a spectrophotometric method based on the DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) free radical assay. The fruit peels were dried at 35 °C, and biologically active compounds were extracted by ultrasonic extraction using 96% ethanol. The antiradical activity of the obtained extracts was measured at a wavelength of 517 nm at different extract volumes (25–100 µL) over a time interval of 0–30 minutes. The results demonstrated that the peels of both Ruby Red and Oroblanco cultivars possess high antiradical activity. An increase in extract volume led to a proportional increase in antiradical activity, which reached a stable level after 25–30 minutes. Based on the values obtained at 30 minutes, the IC_{50} values were calculated as 121.33 µL for Ruby Red peel and 85.80 µL for Oroblanco peel. These findings indicate that the Oroblanco cultivar exhibits higher antiradical efficiency compared to Ruby Red.The obtained results are consistent with recent scientific literature reporting the high antioxidant potential of citrus fruit peels. The study substantiates the feasibility of utilizing grapefruit peels as a valuable source of biologically active compounds for application as natural antioxidant additives in the food, pharmaceutical, and biotechnology industries. Furthermore, the research has practical significance in terms of agricultural waste valorization and the production of value-added products.

How to Cite

Abdulloev, S. K., Begijonova, M. S., & Ikromova, N. I. ANTIRADICAL ACTIVITY OF GRAPEFRUIT CULTIVAR PEELS. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.584

Introduction. Grapefruit (*Citrus paradisi*) is a subtropical citrus tree whose fruits are relatively large and characterized by a sour to semi-sweet taste with slight bitterness. At present, these cultivars are widely grown in many countries around the world, including the states of Florida, Texas, and California in the United States, as well as the provinces of Guangdong, Guangxi, and Fujian in China. Grapefruit fruits consist of 88–90% water and contain 2.4% organic acids and 3.8–6.7% sugars, while 9.2–19% of pectin substances accumulate in the peel [2, 12].



a b

Figure 1. External appearance of whole and cut fruits of Ruby Red (a) and Oroblanco (b) grapefruit cultivars.

Currently, the cultivars Ruby Red (Citrus paradisi) and Oroblanco, which is a hybrid of Ruby Red and pomelo (Citrus maxima), are widely distributed on the global market (Figure 1). Approximately 10–15% of the fruit mass is represented by the peel, which in many cases, including in Uzbekistan, is discarded as waste during processing [3]. However, grapefruit peel is a rich source of biologically active compounds, particularly flavonoids (naringin, hesperidin) with antioxidant and antibacterial properties, phenolic acids, as well as vitamins C, A, and B group [2, 4]. In addition, essential oils contained in the peel (terpenes, limonene) exhibit high phytoncidal activity [2]. Moreover, flavonoids present in the peel, besides being natural antioxidants, possess the ability to inhibit the activity of cancer cells [5].

This article presents the results of a comparative study of the antiradical activity (ARA) of the peels of Ruby Red and Oroblanco grapefruit cultivars.

Research results. To determine the antiradical activity of Ruby Red and Oroblanco peel extracts, 25, 50, 75, and 100 µL of the filtered plant extract were added to four separate cuvettes with a 10 mm optical path length. Then, 3 mL of DPPH solution was added to each cuvette, mixed thoroughly, and the total volume was adjusted to 4.1 mL with ethanol.

The resulting solutions were immediately mixed, and their optical density (D_2) at 517 nm was measured according to the procedure described above.

Based on the obtained optical density values, the antiradical activity (ARA, %) was calculated using the following formula:

$$ARA, \% = [(D_1 - D_2)/D_1] \times 100.$$

The dependence of the antiradical activity of Ruby Red and Oroblanco peel extracts on extract volume and time is shown in Figure 2. Table 1 presents the ARA, (%) values obtained after 30 minutes depending on the volume of extract added to the DPPH solution.

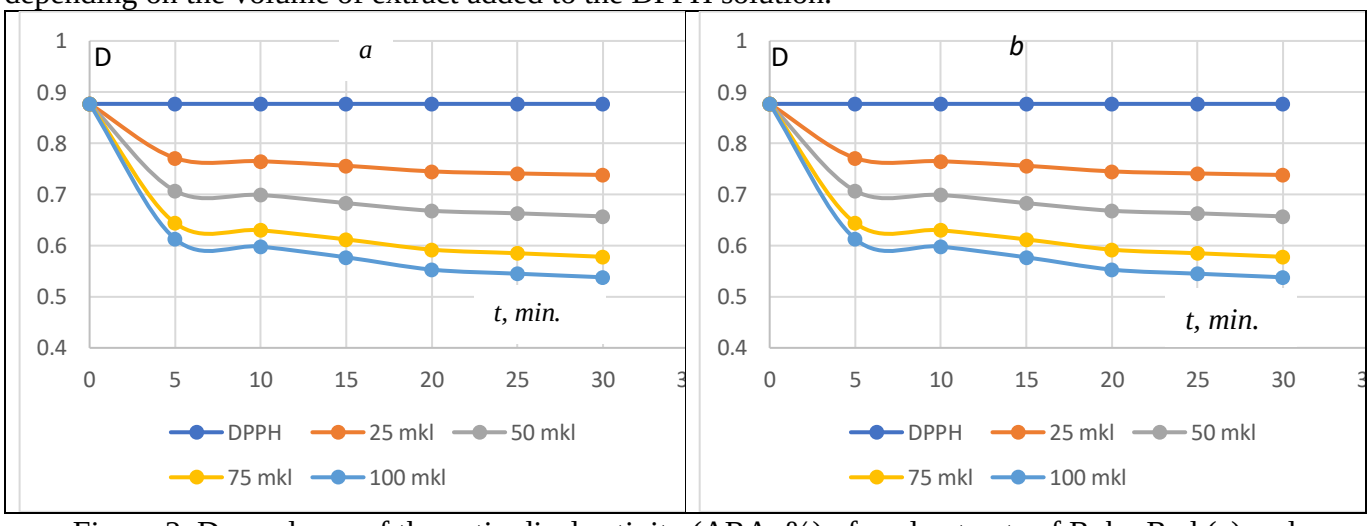


Figure 2. Dependence of the antiradical activity (ARA, %) of peel extracts of Ruby Red (a) and Oroblanco (b) grapefruit cultivars on the volume of extract added to the DPPH solution and on time.

Table 1. Antiradical activity (ARA, %) values determined after 30 minutes depending on the volume of Ruby Red and Oroblanco grapefruit peel extracts added to the DPPH solution.

Extract volume, µL	ARA, % (Ruby Red peel)	ARA, % (Oroblanco peel)
25	15.85	19.52

50	25.09	31.29
75	34.09	42.73
100	38.65	57.51

Analysis of the results presented in the above figures and table indicates that the peels of Ruby Red and Oroblanco grapefruit cultivars exhibit high antiradical activity. At a constant extract volume, a sharp increase in ARA (%) was observed at the initial stage of the reaction for all tested doses, followed by a plateau phase in which the values remained almost unchanged between 25 and 30 minutes.

Therefore, the ARA (%) values measured at 30 minutes were used to calculate the minimum volume of the extract required to scavenge 50% of DPPH free radicals, i.e., the IC_{50} value.

For this purpose, in each experiment, a plot of antiradical activity at 30 minutes versus the volume of grapefruit peel extract used was constructed, and the mathematical equation of the straight line best fitting the experimental data points was determined using the least squares method [1] (Figure 3).

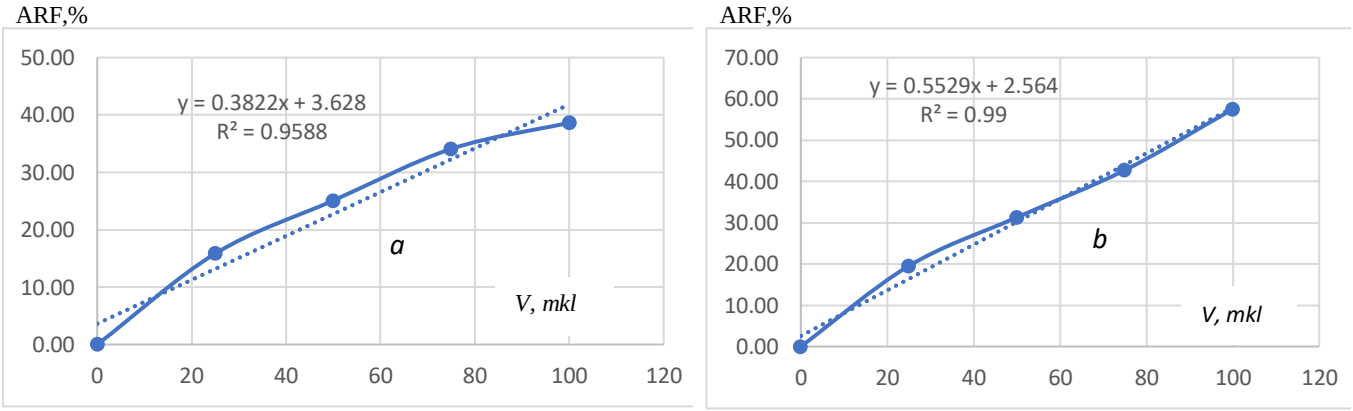


Figure 3. Dependence of antiradical activity (ARA, %) values determined after 30 minutes on the volume of peel extracts of Ruby Red (a) and Oroblanco (b) added to the DPPH solution.

Using the least squares method, the coefficient of determination (R^2) values describing the goodness of fit between the experimental data points and the theoretical straight line were also calculated. As can be seen from the graphs, the R^2 values for both grapefruit peels are close to unity, which enables highly accurate determination of IC_{50} values based on the obtained linear equations.

Thus, based on the equation of the theoretical straight line best fitting the experimental data, $y = mx + b$, the extract volume providing 50% antiradical activity (IC_{50}) was calculated using the formula:

$$x=y-bm$$

For the peel of the Ruby Red cultivar:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 3{,}628)}{0{,}3822} = 121{,}33\ \mu L,$$

whereas for the peel of the Oroblanco cultivar:

$$IC_{50} = \frac{(50-2{,}564)}{0{,}5529} = 85{,}795\ \mu L.$$

For both cultivars, antiradical activity increased with increasing extract volume and incubation time, reaching equilibrium within 25–30 minutes. This behavior indicates rapid interaction of phenolic compounds and flavonoids with DPPH radicals through electron or hydrogen atom transfer mechanisms.

According to the obtained results, the IC_{50} value of the Oroblanco peel extract was 85.8 µL, whereas that of the Ruby Red cultivar was 121.3 µL. These values indicate that the antiradical efficiency of the Oroblanco cultivar is approximately 1.4 times higher than that of Ruby Red. This difference can be explained by the genetic origin of the cultivars, particularly the hybrid nature of Oroblanco involving

pomelo, which leads to a higher content of phenolic compounds and flavonoids (naringin, neohesperidin, hesperetin derivatives).

The literature confirms the high antioxidant potential of citrus fruit peels [9–11]. For example, studies conducted by Ibrahim et al. [11] reported IC_{50} values of grapefruit peel extracts determined by the DPPH method in the range of 70–90 µg/mL, indicating strong free radical scavenging capacity. In addition, high levels of phenolic compounds and flavonoids (naringin, hesperidin) have been identified in pomelo and grapefruit peels, with total phenolic contents reaching 120–180 mg GAE/g dry matter, which is considered one of the main reasons for their pronounced antioxidant activity [9, 11].

The agreement between the IC_{50} values obtained in this study and those reported in the literature confirms the reliability of the extraction method used (ethanol, ultrasonic extraction), the condition of the raw material (peel dried at 35 °C), and the analytical technique (DPPH assay). Furthermore, the high coefficients of determination ($R^2 \approx 0.98–0.99$) demonstrate a linear relationship between antiradical activity and extract volume, thereby confirming the statistical validity of the calculated IC_{50} values.

Experiment part.

The antiradical activity was spectrophotometrically evaluated using the method based on scavenging stable purple-colored radicals of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) in ethanol solution [6–8].

To prepare the working DPPH solution, 7.92 mM of DPPH was dissolved in 96% ethanol in a volumetric flask, and the volume was adjusted to 100 mL. The prepared solution was wrapped in aluminum foil to protect it from light and stored in a dark place at room temperature.

To prepare the extracts, 0.75 g of grapefruit peel samples dried in a drying oven at 35 °C to constant weight and ground in a mill were extracted in 25 mL of 96% ethanol in an ultrasonic bath at 60 °C for 20 minutes. The obtained extract was filtered through a syringe filter with a pore size of 0.45 µm.

Evaluation of antiradical properties of the extracts. Three milliliters of DPPH ethanol solution and 100 µL of ethanol were added to a quartz cuvette with a volume of 4 mL and an optical path length of 10 mm, mixed thoroughly, and placed in a spectrophotometer. The optical density (D_1) was measured using a YOKE K7000 spectrophotometer at a wavelength of 517 nm every 5 minutes for 30 minutes. The measured D_1 values remained constant over time.

Conclusion. Investigation of the antiradical activity of ethanolic extracts of grapefruit peels using the DPPH assay demonstrated that the peels of Ruby Red and especially Oroblanco cultivars represent:

a strong natural source of antioxidants and antiradical compounds;

a potential natural preservative for the food industry;

a biologically active additive for pharmaceutical applications and the production of functional and medicinal foods;

a valuable raw material enabling the conversion of agricultural waste into high value-added products.

Therefore, further research aimed at developing medicinal and functional food supplements based on these peels, isolating individual flavonoids, evaluating them in vivo antioxidant activity, and assessing their toxicological safety is considered scientifically and practically justified.

References

Monographies and textbooks:

1. Манаков, В. М., Мухранова, В. В., & Нам, Т. С. (2015). Системы линейных алгебраических уравнений: Учебное пособие. Хабаровск: Изд-во Тихоокеанского государственного университета.

Jurnal yoki to‘plam maqolalari:

2. Saini, R. K., Ranjit, A., Sharma, K., Prasad, P., Shang, X., Gowda, K. G. M., & Keum, Y.-S. (2022). Bioactive compounds of citrus fruits: A review of composition and health benefits of carotenoids, flavonoids, limonoids, and terpenes. Antioxidants, 11(2), 239. https://doi.org/10.3390/antiox11020239

3. Munir, H., Aziz, M., Mahmood, Z., Ahmad, A., & Khan, M. (2024). Unveiling the chemistry of citrus peel: Flavonoids, limonene, and antioxidant potential. Foods, 13(11), 1681. https://doi.org/10.3390/foods13111681
4. Addi, M., Albahrani, A., & Begum, H. (2021). An overview of bioactive flavonoids from citrus fruits. Applied Sciences, 12(1), 29. https://doi.org/10.3390/app12010029
5. Koolaji, N., Shammugasamy, B., Schindeler, A., Dong, Q., Dehghani, F., & Valtchev, P. (2020). Citrus Peel Flavonoids as Potential Cancer Prevention Agents. Current developments in nutrition, 4(5), nzaa025. https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa025
6. Gulcin I., Beydemir S., Sat I.G., Kufrevioglu O.I. (2005). Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Aliment. Hung. 34, 193–202 p.
7. Blois M.S. (1958). Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200 pp.
8. Abdullaev, Sh. Sh. (2024). Antiradical activity of food additives "Askarun" and "Askarufen". Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(4), 128–133. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss4.2024.349
9. Babaoğlu, A. S., Ainiwaer, T., Özkan, H., & Karakaya, M. (2022). Grapefruit and pomelo peel extracts as natural antioxidants for improved storage stability of Turkey patties during refrigerated storage. Journal of food science and technology, 59(10), 4067–4074. https://doi.org/10.1007/s13197-022-05458-5
10. Negrea, M., Borda, D., & Andrei, A. M. (2025). Valorization of citrus peel byproducts: A sustainable approach. Foods, 14(8), 1339. https://doi.org/10.3390/foods14081339
11. Ibrahim, F. M., El-Gazzar, N., El-Sheshetawy, H. E., & Mahmoud, M. H. (2024). Polyphenol-rich extracts and essential oil from Egyptian grapefruit peels: Chemical characterization and antioxidant activity. Applied Sciences, 14(7), 2776. https://doi.org/10.3390/app14072776
Internet-ma’lumotlar (Elektron resurslar):
12. Shah, M. A., Raza, A., Albaser, A., Alzuhairy, S. A., & Bader, A. (2024). Peel waste of citrus fruits: A valuable and renewable source of polyphenols for the treatment of diabesity. Journal of Food Science. https://doi.org/10.1016/j.jfs.2024.03.002

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

SUVQALAMPIRI (PERSICARIA MINOR) BARGI VA ODDIY SACHRATQI (CICHORIUM INTYBUS L) POYASINING ANTIRADIKALLIK FAOLLIGINI ANIQLASH

Shaxlo Isomiddin qizi Tolipova
Farg‘ona davlat unversiteti, tayanch doktoranti
https://orcid.org/0009-0005-5690-7298

Surayyoxon Abdusamatovna Mamatqulova
Farg'ona davlat universiteti, Kimyo kafedrasi mudiri, kimyo fanlari doktori, professor.
https://orcid.org/ 0009-0004-1450-4960
E-mail: s.mamatkulova77@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.581

Kalit so'zlar: Suvqalampir (*Persicaria minor*), barg, oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) poya, ekstrakt, antioksidant faollik, DPPH, ARF%, IC_{50}, erkin radikallar, Водяной перец (Persicaria minor), лист, обыкновенная брызговица (Cichorium intybus L) стебель, экстракт, антиоксидантная активность, DPPH, ARF%, IC50, свободные радикалы

Annotatsiya

Ushbu maqolada suvqalampir (*Persicaria minor*) barglari va oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) poyalaridan turli nisbatlarda tayyorlangan spirtli ekstraktlarning antiradikallik faolligi DPPH usuli yordamida baholandi. Ekstraktlarning erkin radikallarni to‘xtatish qobiliyati DPPH eritmasining yorug‘lik yutilishini pasaytirishi orqali aniqlandi. Natijalarga ko‘ra, barg va poya ekstrakti 1:1 nisbatda eng yuqori faollikni namoyon etdi: ARF 45,80% ni, IC50 esa 30 daqiqadan so‘ng 108,77 mkl ni tashkil etdi. 3:1 va 1:3 nisbatlardagi ekstraktlar ham antioksidant xususiyatga ega bo‘ldi, biroq 1:1 nisbat eng samarali ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar suvqalampir ekstraktlarining tabiiy antioksidant sifatidagi salohiyatini tasdiqlaydi.

Havola uchun

Tolipova, S. I. qizi, & Mamatqulova, S. A. SUVQALAMPIRI (PERSICARIA MINOR) BARGI VA ODDIY SACHRATQI (CICHORIUM INTYBUS L) POYASINING ANTIRADIKALLIK FAOLLIGINI ANIQLASH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.581

Kirish. Oqsil va lipidlarning oksidlanishi jarayonida hosil bo‘ladigan erkin radikallar inson organizmida oksidlanish stressini kuchaytiradi va turli patologik holatlarning rivojlanishiga sabab bo‘ladi. Ular yallig‘lanish jarayonlari, ovqat hazm qilish va siydik ajratish tizimi kasalliklari, gemorroy, qon aylanishi yetishmovchiligi, sil kabi kasalliklar bilan bog‘liq patofiziologik jarayonlarda muhim rol o‘ynaydi [1,2]. Shu bois, o‘simlik kelib chiqishli tabiiy antioksidantlarni aniqlash va ularni oziq-ovqat hamda farmatsevtika sanoatida qo‘llash imkoniyatlarini baholash bugungi kunda dolzarb ilmiy vazifalardan biri hisoblanadi.

Suv qalampiri (*Persicaria minor*) Polygonaceae oilasiga mansub bo‘lib, Osiyo mintaqasida keng tarqalgan va oziq-ovqat hamda dorivor maqsadlarda foydalaniladigan o‘simlikdir [3]. O‘simlikning barglari va poyalari tarkibida flavonoidlar, fenol birikmalari va boshqa biofaol moddalar mavjud bo‘lib, ularning yuqori antioksidant faolligi bir qator tadqiqotlarda qayd etilgan [4,5]. Biroq, barg va poyalar aralashmasidan turli nisbatlarda tayyorlangan ekstraktlarning erkin radikallarga qarshi faolligi yetarlicha o‘rganilmagan.

DFPG (*2,2-difenil-1-pikrilgidrazil*) usuli barqaror erkin radikalga asoslangan spektrofotometrik tahlil bo‘lib, o‘simlik ekstraktlarining antiradikal faolligini baholashda keng qo‘llaniladi [6]. Bu usul ekstraktlarning erkin radikallarni ingibirlash qobiliyatini tez va ishonchli tarzda aniqlash imkonini beradi.

Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L)* murakkabguldoshlar (*Asteraceae*) oilasiga mansub, Yevropa va Osiyoda keng tarqalgan ko‘p yillik o‘simlikdir. U asosan yo‘l yoqalarida, dala chetlarida va o‘tloqlarda o‘sadi. O‘simlikning ildizi, poyasi va barglari shifobaxsh xususiyatlarga ega.

Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) tarkibida inulin, fenol birikmalari, flavonoidlar, achchiq glikozidlar va vitaminlar mavjud bo‘lib, ular antioksidant, yallig‘lanishga qarshi va ovqat hazm qilishni yaxshilovchi ta’sir ko‘rsatadi. Xalq tabobatida oddiy sachratqi *(Cichorium intybus L)* siydik haydovchi, jigar faoliyatini qo‘llab-quvvatlovchi va moddalar almashinuvini yaxshilovchi vosita sifatida qo‘llaniladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

So‘nggi yillarda erkin radikallar ta’siri bilan bog‘liq oksidlanish stressi organizmda turli kasalliklar, jumladan, yurak-qon tomir, qandli diabet, yallig‘lanish va onkologik kasalliklarning rivojlanishida muhim omil sifatida qaralmoqda. Shu bois, tabiiy manbalardan antioksidant birikmalarni izlab topish va ularning biologik faolligini baholash dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

O‘simlik xom ashyosi asosida tayyorlangan ekstraktlar tarkibida erkin radikallarni zararsizlantirish xususiyatiga ega bo‘lgan fenol birikmalari, flavonoidlar, askorbin kislotasi, terpenoidlar va boshqa biologik faol moddalar mavjud. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatmoqdaki, o‘simliklarning bargi, poyasi va yer ustki qismidan olingan spirtli va suvli ekstraktlar yuqori antiradikal faollikni namoyon etadi.

Antiradikal faollikni baholashda keng qo‘llaniladigan usullardan biri 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil (DPPH) erkin radikali asosidagi spektrofotometrik usuldir. Ushbu usul soddaligi, tezkorligi va natijalarning takrorlanuvchanligi bilan ajralib turadi. DPPH usulida antioksidant moddalarning vodorod atomi yoki elektronni berish qobiliyati asosida DPPH ning binafsha rangli eritmasining rangsizlanishi kuzatiladi.

Blua tomonidan taklif etilgan DPPH usuli keyinchalik ko‘plab olimlar tomonidan takomillashtirildi va turli xil o‘simlik ekstraktlarining antiradikal faolligini baholash uchun muvaffaqiyatli qo‘llanildi. Adabiyotlardagi ma’lumotlarga ko‘ra, ekstraksiya sharoiti, erituvchi turi, xomashyo va erituvchi nisbati hamda ekstrakt konsentratsiyasi antiradikal faollikka sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.Bir qator tadqiqotlarda o‘simlik qismlarini turli nisbatlarda aralashtirib tayyorlangan ekstraktlar alohida olingan ekstraktlarga nisbatan yuqoriroq antioksidant faollik namoyon qilishi aniqlangan. Bu biologik faol birikmalarning o‘zaro kuchaytiruvchi ta’siri mavjudligini ko‘rsatuvchi sinergik ta’sir bilan izohlanadi.

Shuningdek, adabiyotlarda antiradikal faollikni miqdoriy baholashda IC50 ko‘rsatkichi muhim parametr sifatida qayd etilgan. IC50 ning past qiymati ekstraktning kuchli antioksidant xususiyatlariga ega ekanligidan dalolat beradi. Shu bois, zamonaviy tadqiqotlarda ARF (%) va IC50 qiymatlarini aniqlash uchun DPPH usulidan keng foydalanilmoqda.

Yuqorida keltirilgan adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, o‘simlik xom ashyolari asosida turli nisbatlarda tayyorlangan ekstraktlarning antiradikal faolligini o‘rganish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, ulardan antioksidantlarning tabiiy manbalari sifatida foydalanish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

Tabiiy antioksidantlar oziq-ovqat, dorivor o‘simliklar va turli tabiiy mahsulotlarda keng tarqalgan bo‘lib, ular erkin radikallarni neytrallash orqali organizmni oksidlovchi stressdan himoya qiladi. Ziravorlar, turli o‘simlik yog‘lari, choylar, urug‘lar, donalar, kakao qobig‘i, meva va sabzavotlar tabiiy antioksidant sifatida ishlatiladi. Ular tarkibida tasdiqlangan askorbin kislotasi, tokoferollar, karotinoidlar, flavonoidlar (kversetin, kempferol, miritsitin), katexinlar (karnosol, rosmanol, rosamiridifenol), shuningdek, polifenollar va fenolik kislotalar mavjud bo‘lib, ularning antioksidant faolligi yuqori ekanligi aniqlangan.

Shu asosda, mazkur ish doirasida turli nisbatlarda tayyorlangan ekstraktlar – **X1 (1:3), X2 (3:1), X3 (1:1)** –ning antiradikal faolligi (ARF) barqaror erkin radikal **DFPG (2,2-difenil-1-pikrilgidrazil)** ga nisbatan baholandi. Ishda foydalanilgan ekstraktlar quyidagilar:

X1 ekstrakt (1:3) – Suvqalampir (*Persicaria minor*) bargi va oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*).

X2 ekstrakt (3:1) – Suvqalampir (*Persicaria minor*) bargi va oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*)

X3 ekstrakt (1:1) – Suvqalampir (*Persicaria minor*) bargi va oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L).*

DPPH• ishchi eritmasini tayyorlash. 100 ml hajmli o‘lchov kolbasida etanolda 7.92 mM DPPH• eritmasi tayyorlanib, alyuminiy qog‘ozga o‘ralib 30 daqiqa xona haroratida qorong‘i joyda saqlandi.

Namunalar ekstraktlarini tayyorlash. Namunalar ekstraktlarini tayyorlash. Suvqalampirining bargi va Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) asosida turli nisbatlarda spirtli namunalar antioksidantligi tekshirish maqsadida tayyorlandi.

Namunalarning ekstraktlarini tayyorlashda 1 g o’simlik namunasini 25 ml 96 % li etanolda 20 daqiqa ultratovushli vannada ektraksiya qilish bilan amalga oshirildi. Olingan ekstrakt 0,45 mkm li shpritsli filtrdan o’tkazilib, analiz uchun foydalanildi. [4]. Filrtlab olingan barcha namunalar 10 barobar suyultirildi.

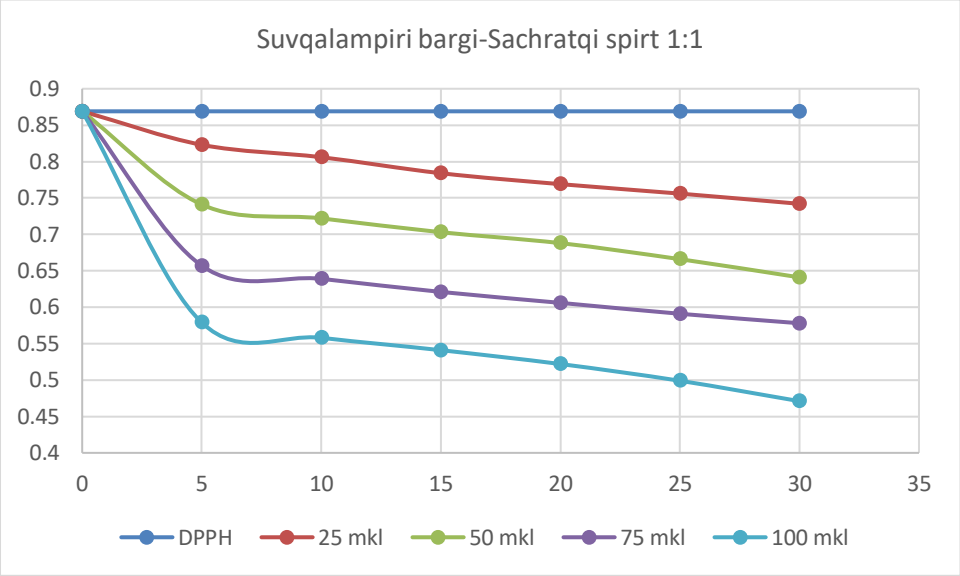
Namunalarning antiradikallik xususiyatini aniqlash. 4 ml hajmli kvarts kyuvetaga 3 ml DPPH eritmasi va 100 mkl etanol (bo‘sh namuna) qo‘shib, spektrofotometrga joylashtirildi hamda 30 daqiqa davomida har 5 daqiqada 517 nm to‘lqin uzunligida nur yutilishi (D_1) YOKE (Xitoy) tomonidan ishlab chiqarilgan K7000 spektrofotometrida o‘lchandi. Namunaning antiradikallik xususiyatini baholash uchun 25, 50, 75, 100 mkl namuna 3 ml DPPH eritmasi bilan aralashtirilib, yuqoridagi tartibda 517 nm dagi nur yutilishi (D_2) o‘lchandi. Kyuvetadagi eritmaning umumiy hajmini 3,1 ml ga yetkazish uchun qolgan qismiga etanol qo‘shildi. Namunalarning antiradikallik xususiyati quyidagi formula bilan hisoblandi:

$$ARF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100\%$$

Olingan natijalar quyidagi jadvalda berildi:

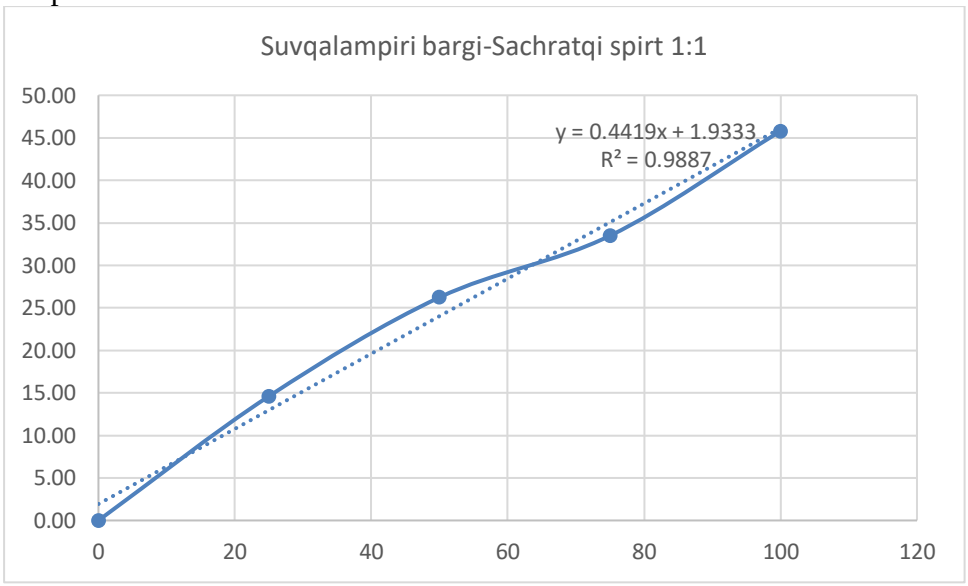
1-jadval. DPPH eritmasiga qo’shilgan bo’sh va tekshiriladigan Suvqalampiri bargi-Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) 1:1 nisbatdagi spirtli ektraksiya qilingan namunalarning o‘lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari.

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	0,869	0,00	75	0	0,869	0,00
	5	0,823	5,29		5	0,657	24,40
	10	0,806	7,25		10	0,639	26,47
	15	0,784	9,78		15	0,621	28,54
	20	0,769	11,51		20	0,606	30,26
	25	0,756	13,00		25	0,591	31,99
	30	0,742	**14,61**		**30**	0,578	**33,49**
50	0	0,869	0,00	100	0	0,869	0,00
	5	0,741	14,73		5	0,579	33,37
	10	0,722	16,92		10	0,558	35,79
	15	0,703	19,10		15	0,541	37,74
	20	0,688	20,83		20	0,522	39,93
	25	0,666	23,36		25	0,499	42,58
	30	0,641	**26,24**		**30**	0,471	**45,80**



1-rasm. DPPH eritmasiga qo'shilgan bo'sh va tekshirilgan spirtli esktraksiya qilingan namunalar eritmalarining o'lchangan nur yutilishining grafikda ko'rinishi.

Namunalarning IC_{50} – DPPH eritmasining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasini hisoblash uchun har bir tajribada 30-daqiqadagi antiradikallik faolliklari (ARF%) qiymatlari va qo'shilgan spirtli namunalar hajmi asosida quyidagi grafik tuzildi hamda unga o'tkazilgan trend chizig'i funktsiyasi asosida hisoblab topildi.



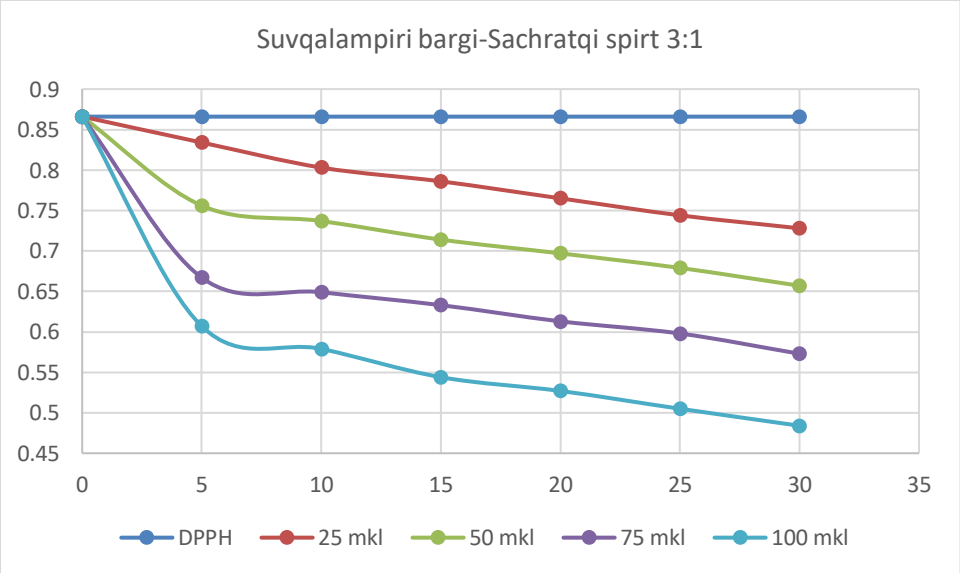
2-rasm. Spirtli estraksiya qilingan namunaning 10-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o'rastidagi bog'liqlik grafiki.

Grafikga o'tkazilgan trend chizig'i funksiya formulasi y=mx+b dan 50 % ARF% namoyon qiluvchi hajmni (IC_{50}) x=(y-b)/m formulasi asosida hisoblandi:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 1{,}9333)}{0{,}4419} = 108{,}77\ mkl$$

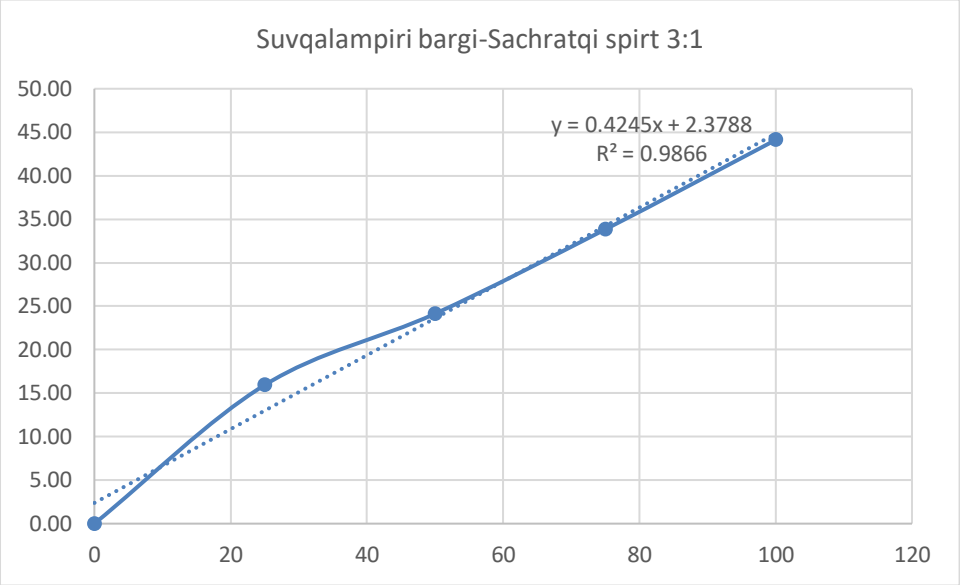
2-jadval. DPPH eritmasiga qo'shilgan bo'sh va tekshiriladigan Suvqalampiri bargi va Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) 3:1 nisbatdagi spirtli ektraksiya qilingan namunalarning o'lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari.

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	0,866	0,00	75	0	0,866	0,00
	5	0,834	3,70		5	0,667	22,98
	10	0,803	7,27		10	0,649	25,06
	15	0,786	9,24		15	0,633	26,91
	20	0,765	11,66		20	0,613	29,21
	25	0,744	14,09		25	0,598	30,95
	30	0,728	**15,94**		**30**	0,573	**33,83**
50	0	0,866	0,00	100	0	0,866	0,00
	5	0,756	12,70		5	0,607	29,91
	10	0,737	14,90		10	0,579	33,14
	15	0,714	17,55		15	0,544	37,18
	20	0,697	19,52		20	0,527	39,15
	25	0,679	21,59		25	0,505	41,69
	30	0,657	**24,13**		**30**	0,484	**44,11**



3-rasm. DPPH eritmasiga qo'shilgan bo'sh va tekshirilgan spirtli esktraksiya qilingan namunalar eritmalarining o'lchangan nur yutilishining grafikda ko'rinishi.

Namunalarning IC_{50} – DPPH eritmasining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasini hisoblash uchun har bir tajribada 30-daqiqadagi antiradikallik faolliklari (ARF%) qiymatlari va qo'shilgan spirtli namunalar hajmi asosida quyidagi grafik tuzildi hamda unga o'tkazilgan trend chizig'i funktsiyasi asosida hisoblab topildi.



4-rasm. Spirtli estraksiya qilingan namunaning 10-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o‘rastidagi bog’liqlik grafiki.

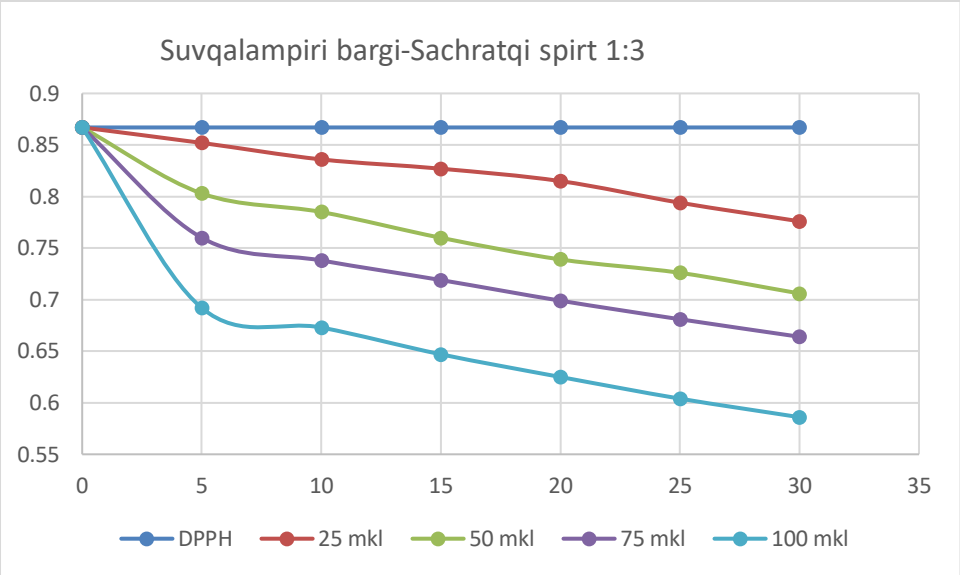
Grafikga o‘tkazilgan trend chizig‘i funksiya formulasi y=mx+b dan 50 % ARF% namoyon qiluvchi hajmni (IC_{50}) x=(y-b)/m formulasi asosida hisoblandi:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 2{,}3788)}{0{,}4245} = 112{,}18\ mkl$$

3-jadval. DPPH eritmasiga qo’shilgan bo’sh va tekshiriladigan Suvqalampiri bargi-Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) 1:3 nisbardagi spirtli ektraksiya qilingan namunalarning o‘lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari.

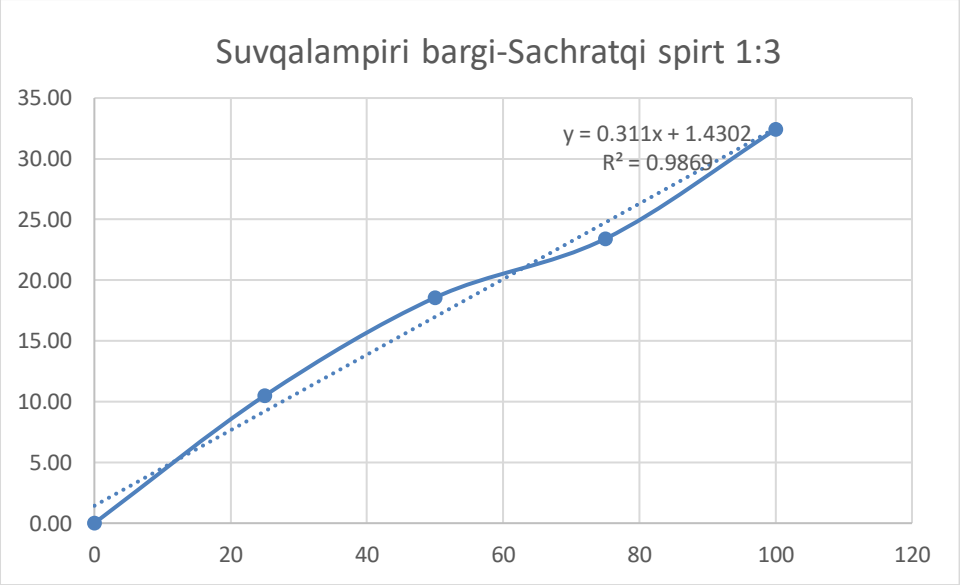
Hajm, mkl	Vaqt, daq.	namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	0,867	0,00	75	0	0,867	0,00
	5	0,852	1,73		5	0,76	12,34
	10	0,836	3,58		10	0,738	14,88
	15	0,827	4,61		15	0,719	17,07
	20	0,815	6,00		20	0,699	19,38
	25	0,794	8,42		25	0,681	21,45
	30	0,776	**10,50**		**30**	0,664	**23,41**
50	0	0,867	0,00	100	0	0,867	0,00
	5	0,803	7,38		5	0,692	20,18
	10	0,785	9,46		10	0,673	22,38
	15	0,76	12,34		15	0,647	25,37
	20	0,739	14,76		20	0,625	27,91

	25	0,726	16,26		25	0,604	30,33
	30	0,706	**18,57**		**30**	0,586	**32,41**



5-rasm. DPPH eritmasiga qo'shilgan bo'sh va tekshirilgan spirtli esktraksiya qilingan namunalar eritmalarining o'lchangan nur yutilishining grafikda ko'rinishi.

Namunalarning IC_{50} – DPPH eritmasining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasini hisoblash uchun har bir tajribada 30-daqiqadagi antiradikallik faolliklari (ARF%) qiymatlari va qo'shilgan spirtli namunalar hajmi asosida quyidagi grafik tuzildi hamda unga o'tkazilgan trend chizig'i funktsiyasi asosida hisoblab topildi.



6-rasm. Spirtli estraksiya qilingan namunaning 10-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o'rastidagi bog'liqlik grafiki.

Grafikga o'tkazilgan trend chizig'i funksiya formulasi y=mx+b dan 50 % ARF% namoyon qiluvchi hajmni (IC_{50}) x=(y-b)/m formulasi asosida hisoblandi:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 1{,}4302)}{0{,}311} = 156{,}17\ mkl$$

4-jadval. Namunalar spirtli ekstraklarining100 mkldagi 30 daqiqadagi antiradikallik faolliklari qiymatlari (ARF%)

Vaqt	ARF%		
	Suvqalampiri bargi-Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) 1:1	**Suvqalampiri bargi-Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) 3:1**	**Suvqalampiri bargi-Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) 1:3**
30-minut	**45,80**	**44,11**	**32,41**

5-jadval. Namunalar suvli ekstraklarining IC_{50} – DPPH eritmasining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasini (mkl)

Vaqt	IC_{50}		
	Suvqalampiri bargi-Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) 1:1	**Suvqalampiri bargi-Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) 3:1**	**Suvqalampiri bargi-Oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) 1:3**
30-minut	**108,77**	**112,18**	**156,17**

Xulosa.Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, suv qalampiri (*Persicaria minor*) bargi va oddiy sachratqi (*Cichorium intybus L*) poyasidan turli nisbatlarda tayyorlangan ekstraktlar tabiiy antioksidantlik xususiyatini namoyon qildi. 10 barobar suyultirishda o‘lchangan natijalar qayta hisoblanganda, ekstraktlarning erkin radikallarni ingibirlash qobiliyati (ARF%) 10 barobar oshganligi, IC50 esa 10 barobar past ekanligi aniqlandi, bu esa ularning tabiiy antioksidantlar sifatidagi samaradorligini yanada oshirdi. 30 daqiqalik tahlil natijalariga ko‘ra, spirtli ekstraktlar orasida eng yuqori antiradikal faollik 1:1 nisbatda aralashtirilgan suv qalampiri barglari va oddiy sachratqi poyasi ekstraktida kuzatildi: erkin radikallarning ingibirlanishi ARF 45,80% va IC50 108,77 mkl bo‘lganda eng yaxshi ko‘rsatkichni ko‘rsatdi.

Adabiyotlar

1. Gulcin, I.; Beydemir, S.; Sat, I.G.; Kufrevioglu, O.I. Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Aliment. Hung. 2005, 34, 193–202.
2. Blois, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 1958, 181, 1199–1200.
3.Askarov, I.R.; Muminov, M.M.; Yusupov, M.A. Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi 2024, 11, 173–177.
4. Askarov, I.R.; Abdullaev, S.S.; Mamatkulova, S.A.; Abdulloev, O.S. Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common unabi fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine 2024, 3(3), 179–205. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320
5. Gilca, M.; Stoian, I.; Atanasiu, V.; Virgolici, B. The oxidative hypothesis of senescence. J. Postgrad. Med. 2007, 53(3), 207–213.
6. Klebanova, E.M.; Balabolkin, M.I.; Kreminskaya, V.M.; Smirnov, L.D. Lipid-lowering and antioxidant effects of Mexicor in patients with diabetes. Therapevticheskiy Arkhiv 2006, 8, 67–70.
7. Fedoseeva, A.A. Antioxidant activity of tea infusions. Khimia Rastitel’nogo Sir’ya 2008, 3, 123–127.

8. Bergendi, L.; Benes, L.; Durackova, Z.; Ferencik, M. Chemistry, physiology and pathology of free radicals. Life Sci. 1999, 65(18–19), 1865–1874.
9. Feher, J.; Lengyel, G.; Blazovics, A. Oxidative stress in the liver and biliary tract diseases. Scand. J. Gastroenterol. 1998, 33, 38–46.
10. Juurlink, B.H.; Paterson, P.G. Review of oxidative stress in brain and spinal cord injury: suggestions for pharmacological and nutritional management strategies. J. Spinal Cord Med. 1998, 21(4), 309–334.
11. Spector, A. Review: Oxidative stress and disease. J. Ocul. Pharmacol. Ther. 2000, 16(2), 193–201.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЛИСТЬЕВ И СТЕБЛЕЙ ВОДЯНОГО ПЕРЦА (PERSICARIA MINOR) И ОБЫКНОВЕННОЙ БРЫЗГОВИНЫ (CICHORIUM INTYBUS L).

Толипова Шахло Исомиддин қизи
Ферганский государственный университет, докторант базовой докторантуры
https://orcid.org/0009-0005-5690-7298

Маматкулова Сурайёхон Абдусаматовна
Ферганский государственный университет, Заведующий кафедрой химии, доктор химических наук, профессор
https://orcid.org/ 0009-0004-1450-4960
E-mail: s.mamatkulova77@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.581

Ключевые слова: Водяной перец (*Persicaria minor*), лист, обыкновенная брызговица (*Cichorium intybus L*) стебель, экстракт, антиоксидантная активность, DPPH, ARF%, IC50, свободные радикалы

Аннотация

В данной статье рассматриваются листья водяного перца (*Persicaria minor*) и обыкновенная брызговина (*Cichorium intybus L*) Антирадикальную активность спиртовых экстрактов, приготовленных из стеблей в различных соотношениях, оценивали методом ДППХ. Способность экстрактов ингибировать свободные радикалы определялась снижением поглощения света раствором ДППН. Согласно результатам, экстракт листьев и стеблей проявил наибольшую активность при соотношении 1:1: АРФ составил 45,80%, а IC50 через 30 минут составил 108,77 мкл. Экстракты в соотношениях 3:1 и 1:3 также обладали антиоксидантными свойствами, однако наиболее эффективным оказалось соотношение 1:1. Полученные результаты подтверждают потенциал экстрактов водяного перца в качестве природного антиоксиданта.

Как цитировать

Толипова, Ш. И. к., & Маматкулова , С. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЛИСТЬЕВ И СТЕБЛЕЙ ВОДЯНОГО ПЕРЦА (PERSICARIA MINOR) И ОБЫКНОВЕННОЙ БРЫЗГОВИНЫ (CICHORIUM INTYBUS L). Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.581

Введение. Свободные радикалы, образующиеся в процессе окисления белков и липидов, усиливают окислительный стресс в организме человека и вызывают развитие различных патологических состояний. Они играют важную роль в патофизиологических процессах, связанных с такими заболеваниями, как воспалительные процессы, заболевания пищеварительной и мочевыделительной систем, геморрой, недостаточность кровообращения, туберкулез [1,2]. Поэтому определение природных антиоксидантов растительного происхождения и оценка возможностей их применения в пищевой и фармацевтической промышленности является одной из актуальных научных задач на сегодняшний день.

Водяной перец (*Persicaria minor*) - растение семейства Polygonaceae, широко распространённое в Азиатском регионе и используемое в пищевых и лекарственных целях [3]. Листья и стебли растения содержат флавоноиды, фенольные соединения и другие биологически активные вещества, высокая антиоксидантная активность которых отмечена в ряде исследований

[4,5]. Однако активность экстрактов, приготовленных из смеси листьев и стеблей в различных пропорциях, против свободных радикалов изучена недостаточно.

Метод ДФПГ (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил) является спектрофотометрическим анализом на основе стабильного свободного радикала и широко используется для оценки антирадикальной активности растительных экстрактов [6]. Этот метод позволяет быстро и надежно определить способность экстрактов ингибировать свободные радикалы.

Цикорий обыкновенный (*Cichorium intybus L*) - многолетнее растение семейства сложноцветных (*Asteraceae*), широко распространённое в Европе и Азии. В основном растет по обочинам дорог, по краям полей и на лугах. Корень, стебель и листья растения обладают целебными свойствами.

Кузнечик обыкновенный (*Cichorium intybus L*) содержит инулин, фенольные соединения, флавоноиды, горькие гликозиды и витамины, которые оказывают антиоксидантное, противовоспалительное и улучшающее пищеварение действие. В народной медицине обыкновенная брызговица (*Cichorium intybus L*) используется как мочегонное средство, поддерживающее функцию печени и улучшающее обмен веществ.

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ И МЕТОДОЛОГИЯ

В последние годы окислительный стресс, связанный с действием свободных радикалов, рассматривается как важный фактор в развитии различных заболеваний в организме, в том числе сердечно-сосудистых, сахарного диабета, воспалительных и онкологических заболеваний. Поэтому поиск антиоксидантных соединений из природных источников и оценка их биологической активности является одним из актуальных научных направлений.

Экстракты, приготовленные на основе растительного сырья, содержат фенольные соединения, флавоноиды, аскорбиновую кислоту, терпеноиды и другие биологически активные вещества, обладающие свойством нейтрализовать свободные радикалы. Исследования показывают, что спиртовые и водные экстракты, полученные из листьев, стеблей и надземной части растений, проявляют высокую антирадикальную активность.

Одним из широко используемых методов оценки антирадикальной активности является спектрофотометрический метод на основе свободного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH). Данный метод отличается простотой, оперативностью и повторяемостью результатов. В методе ДППН наблюдается обесцвечивание фиолетового раствора ДППН на основе способности антиоксидантных веществ отдавать атом водорода или электрон.

Метод ДППХ, предложенный Блуа, впоследствии был усовершенствован многими учеными и успешно использовался для оценки антирадикальной активности различных растительных экстрактов. Согласно литературным данным, условия экстракции, тип растворителя, соотношение сырья и растворителя, а также концентрация экстракта существенно влияют на антирадикальную активность.

В ряде исследований установлено, что экстракты, приготовленные путем смешивания частей растений в различных пропорциях, проявляют более высокую антиоксидантную активность по сравнению с отдельно взятыми экстрактами. Это объясняется синергетическим эффектом, указывающим на наличие взаимно усиливающего действия биологически активных соединений.

Также в литературе показатель IC50 отмечен как важный параметр при количественной оценке антирадикальной активности. Низкое значение IC50 свидетельствует о сильных антиоксидантных свойствах экстракта. Поэтому в современных исследованиях для определения значений ARF (%) и IC50 широко используется метод DPPH.

Анализ вышеуказанной литературы показывает, что изучение антирадикальной активности экстрактов, приготовленных в различных пропорциях на основе растительного сырья, имеет важное научное и практическое значение, и их использование в качестве природных источников антиоксидантов является перспективным направлением.

Природные антиоксиданты широко распространены в пищевых продуктах, лекарственных растениях и различных натуральных продуктах, которые защищают организм от окислительного стресса, нейтрализуя свободные радикалы. Приправы, различные растительные масла, чаи, семена, зерна, кожура какао, фрукты и овощи используются в качестве природных антиоксидантов. Они содержат аскорбиновую кислоту, токоферолы, каротиноиды, флавоноиды (кверцетин, кемпферол, мирицитин), катехины (карносол, розманол, розамиридифенол), а также полифенолы и фенольные кислоты, которые обладают высокой антиоксидантной активностью.

На основании этого, в рамках данной работы была проведена оценка антирадикальной активности (АРФ) экстрактов, приготовленных в различных соотношениях - **X1 (1:3), X2 (3:1), X3 (1:1)** по отношению к стабильному свободному радикалу **ДФПГ (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил)** . Экстракты, использованные в работе:

X1 экстракт (1:3) - Листья водяного перца *(Persicaria minor*) и обыкновенной брызговицы (*Cichorium intybus L*) (*Cichorium intybus L*)

X2 экстракт (3:1) - Листья водяного перца (*Persicaria minor*) и обыкновенной брызговицы (*Cichorium intybus L*) (*Cichorium intybus L*)

X3 экстракт (1:1) - Листья водяного перца (*Persicaria minor*) и обыкновенной брызговицы (*Cichorium intybus L*) (*Cichorium intybus L*)

Приготовление рабочего раствора ДППН•. В мерной колбе объемом 100 мл был приготовлен 7,92 мМ раствор ДППН• в этаноле, завернутый в алюминиевую бумагу и выдержанный в темном месте при комнатной температуре в течение 30 минут.

Приготовление экстрактов образцов. Приготовление экстрактов образцов. Спиртовые образцы на основе листьев водяного перца и обыкновенной брызговины (*Cichorium intybus L*) приготовлены в различных соотношениях для проверки антиоксидантности.

Приготовление экстрактов образцов осуществляли экстракцией 1 г растительного образца в 25 мл 96% этанола в течение 20 минут в ультразвуковой ванне. Полученный экстракт пропускали через шприцевый фильтр 0,45 мкм и использовали для анализа. [4]. Все отфильтрованные образцы разбавляли в 10 раз.

Определение антирадикальных свойств образцов. В кварцевую кювету объемом 4 мл добавляли 3 мл раствора ДПФН и 100 мкл этанола (пустой образец), помещали в спектрофотометр и измеряли поглощение света при длине волны 517 нм (D_1) каждые 5 минут в течение 30 минут на спектрофотометре К7000 производства YOKE (Китай). Для оценки антирадикальных свойств образца 25, 50, 75, 100 мкл образца смешивали с 3 мл раствора ДППФ и измеряли поглощение света при 517 нм (D_2) в вышеуказанном порядке. Чтобы довести общий объем раствора в кювете до 3,1 мл, к оставшейся части добавляли этанол. Антирадикальные свойства образцов рассчитывались по следующей формуле:

$$ARF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100\%$$

Полученные результаты представлены в следующей таблице:

Таблица 1. Пустой и исследуемый **лист водяного перца,** добавленный в раствор ДПФН **Обыкновенная брызговина (*Cichorium intybus L*)** Измеренное поглощение света и расчетные значения антирадикальной активности образцов, экстрагированных **спиртом в соотношении 1:1.**

Размер, мкл	Время, мин.	образец					
		Абс, D	ARF%		Время, мин.	Абс, D	ARF%
25.	0	0,869	0,00	75.	0	0,869	0,00

	5.	0,823	5,29		5.	0,657	24,40
	10.	0,806	7,25		10.	0,639	26,47
	15.	0,784	9,78		15.	0,621	28,54
	20.	0,769	11,51		20.	0,606	30,26
	25.	0,756	13.00		25.	0,591	31,99
	30.	0,742	**14,61**		**30.**	0,578	**33,49**
50.	0	0,869	0,00	100	0	0,869	0,00
	5.	0,741	14,73		5.	0,579	33,37
	10.	0,722	16,92		10.	0,558	35,79
	15.	0,703	19.10		15.	0,541	37,74
	20.	0,688	20,83		20.	0,522	39,93
	25.	0,666	23,36		25.	0,499	42,58
	30.	0,641	**26,24**		**30.**	0,471	**45,80**

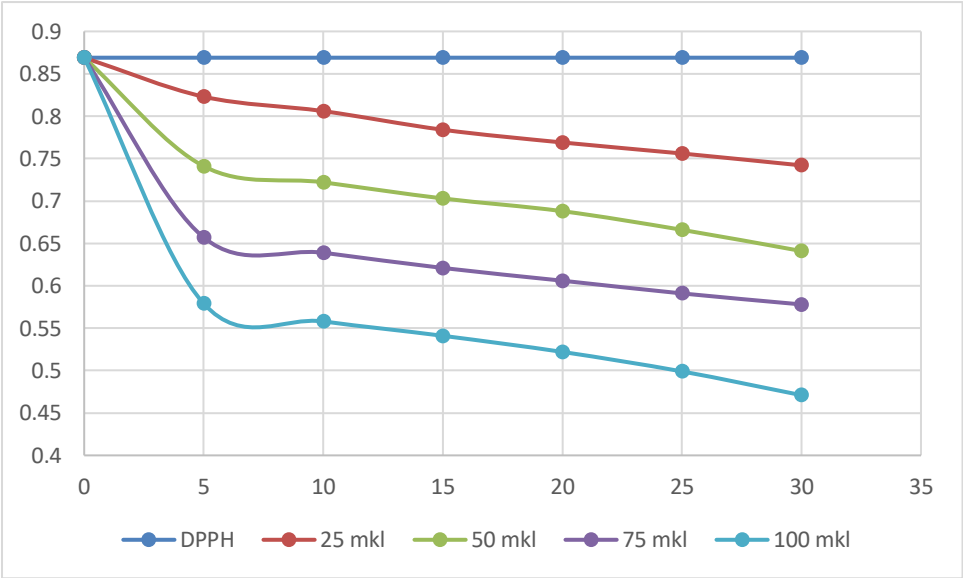


Рисунок 1. Графическое изображение измеренного поглощения света растворами пустых и исследованных спиртовых экстракционных образцов, добавленных в раствор ДФПГ.

Для расчета ингибирующей концентрации образцов $_{IC50}$ - раствора ДФПГ до 50% в каждом эксперименте был построен следующий график на основе значений антирадикальной активности (ARF%) на 30-й минуте и объема добавленных спиртовых образцов и рассчитан на основе проведенной на него функции линии тренда.

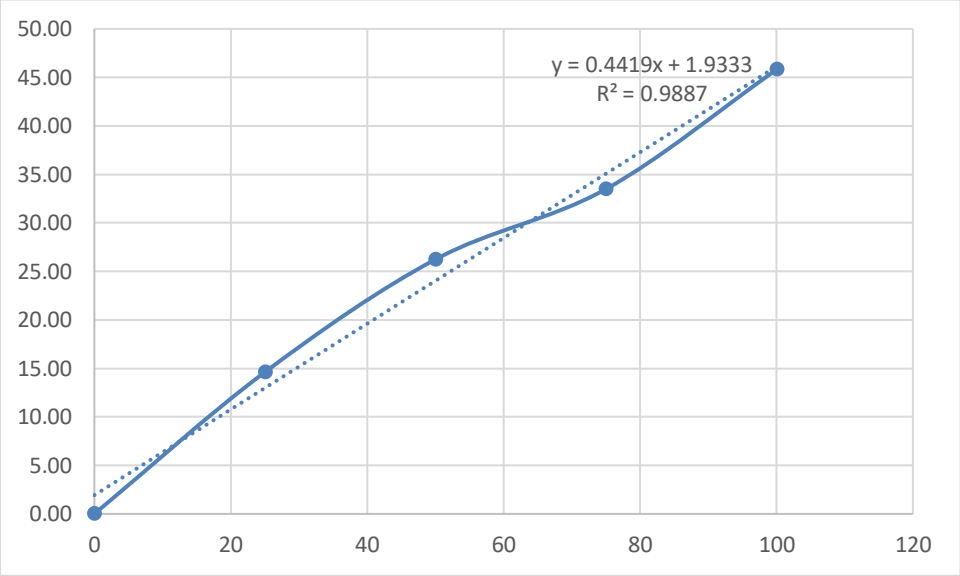


Рисунок 2. График зависимости между АРФ% и объемами спиртового экстрагированного образца, определяемого на 10-й минуте.

Линия тренда, перенесенная на график, рассчитана на основе формулы функции y=mx+b, представляющей 50% ARF% объема (IC_{50}) по формуле x= (y-b) /m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 1{,}9333)}{0{,}4419} = 108{,}77\ mkl$$

Таблица 2. Пустой и исследуемый **лист водяного перца,** добавленный в раствор ДФПГ **Обыкновенная брызговина (*Cichorium intybus L*)** Измеренные значения поглощения света и расчетные значения антирадикальной активности **спиртовой** экстракции в соотношении **3:1.**

Размер, мкл	Время, мин.	образец					
		Абс, D	ARF%		Время, мин.	Абс, D	ARF%
25.	0	0,866	0,00	75.	0	0,866	0,00
	5.	0,834	3,70		5.	0,667	22,98
	10.	0,803	7,27		10.	0,649	25,06
	15.	0,786	9,24		15.	0,633	26,91
	20.	0,765	11,66		20.	0,613	29,21
	25.	0,744	14,09		25.	0,598	30,95
	30.	0,728	**15,94**		**30.**	0,573	**33,83**
50.	0	0,866	0,00	100	0	0,866	0,00
	5.	0,756	12,70		5.	0,607	29,91
	10.	0,737	14,90		10.	0,579	33,14
	15.	0,714	17.55		15.	0,544	37,18
	20.	0,697	19,52		20.	0,527	39,15

	25.	0,679	21,59		25.	0,505	41,69
	30.	0,657	**24,13**		**30.**	0,484	**44,11**

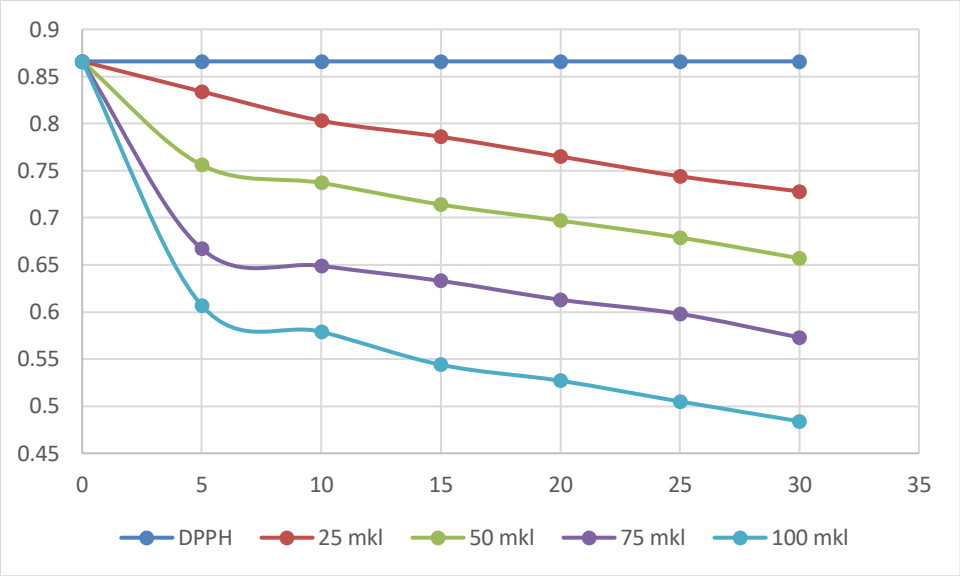


Рисунок 3. Графическое изображение измеренного поглощения света растворами пустых и исследованных спиртовых экстракционных образцов, добавленных в раствор ДФПГ.

Для расчета ингибирующей концентрации образцов IC_{50} - раствора ДФПГ до 50% в каждом эксперименте был построен следующий график на основе значений антирадикальной активности (ARF%) на 30-й минуте и объема добавленных спиртовых образцов и рассчитан на основе проведенной на него функции линии тренда.

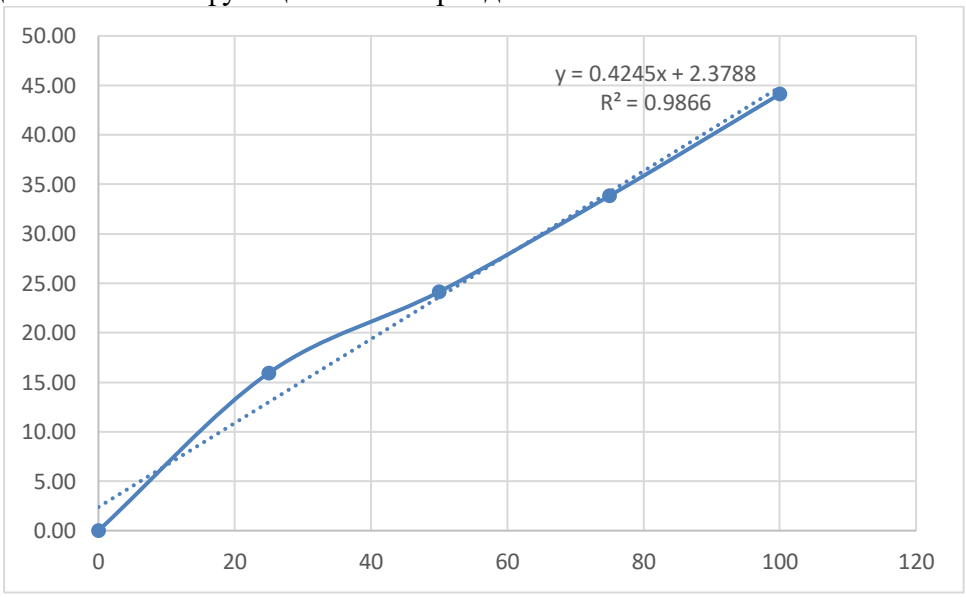


Рисунок 4. График зависимости между АРФ% и объемами спиртового экстрагированного образца, определяемого на 10-й минуте.

Линия тренда, перенесенная на график, рассчитана на основе формулы функции y=mx+b, представляющей 50% ARF% объема (IC_{50}) по формуле x= (y-b) /m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 2{,}3788)}{0{,}4245} = 112{,}18\ mkl$$

Таблица 3. Пустой и исследуемый **лист водяного перца,** добавленный в раствор ДФПГ **Обыкновенная брызговина (*Cichorium intybus L*)** Измеренные значения поглощения света и расчетные значения антирадикальной активности образцов, экстрагированных **спиртом в соотношении 1:3.**

Размер, мкл	Время, мин.	образец					
		Абс, D	ARF%		Время, мин.	Абс, D	ARF%
25.	0	0,867	0,00	75.	0	0,867	0,00
	5.	0,852	1,73		5.	0,76	12,34
	10.	0,836	3,58		10.	0,738	14,88
	15.	0,827	4,61		15.	0,719	17,07
	20.	0,815	6,00		20.	0,699	19,38
	25.	0,794	8,42		25.	0,681	21,45
	30.	0,776	**10,50**		**30.**	0,664	**23,41**
50.	0	0,867	0,00	100	0	0,867	0,00
	5.	0,803	7,38		5.	0,692	20,18
	10.	0,785	9,46		10.	0,673	22,38
	15.	0,76	12,34		15.	0,647	25,37
	20.	0,739	14,76		20.	0,625	27,91
	25.	0,726	16,26		25.	0,604	30,33
	30.	0,706	**18,57**		**30.**	0,586	**32,41**

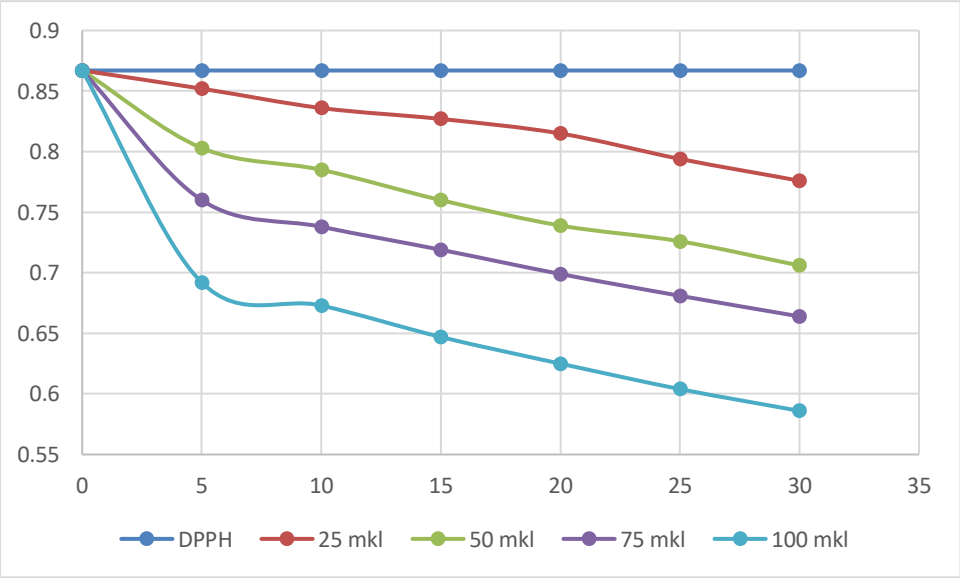


Рисунок 5. Графическое изображение измеренного поглощения света растворами пустых и исследованных спиртовых экстракционных образцов, добавленных в раствор ДФПГ.

Для расчета ингибирующей концентрации образцов IC50 - раствора ДФПГ до 50% в каждом эксперименте был построен следующий график на основе значений антирадикальной активности (ARF%) на 30-й минуте и объема добавленных спиртовых образцов и рассчитан на основе проведенной на него функции линии тренда.

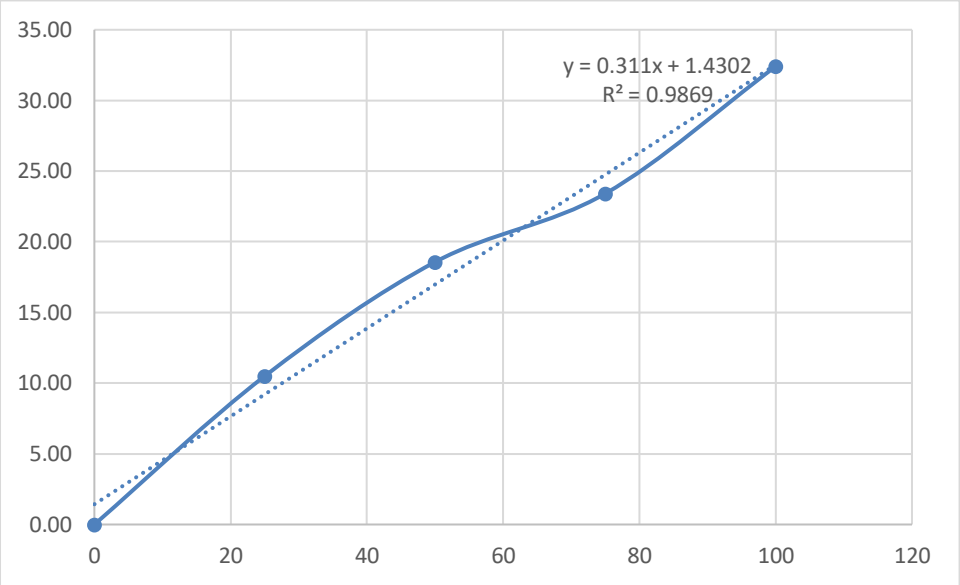


Рисунок 6. График зависимости между АРФ% и объемами спиртового экстрагированного образца, определяемого на 10-й минуте.

Линия тренда, перенесенная на график, рассчитана на основе формулы функции y=mx+b, представляющей 50% ARF% объема (IC_{50}) по формуле x= (y-b) /m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 1{,}4302)}{0{,}311} = 156{,}17\ mkl$$

Таблица 4. Значения антирадикальной активности образцов спиртовых экстрактов в 100 мкл в течение 30 минут (ARF%)

Время	ARF%		
	Листья водяного перца- Обыкновенная брызговица (*Cichorium intybus L*) 1:1	**Листья водяного перца- Обыкновенная брызговица (*Cichorium intybus L*)**	**Листья водяного перца- Обыкновенная брызговица (*Cichorium intybus L*)**
30-я минута	**45,80**	**44,11**	**32,41**

Таблица 5. IC_{50} водных экстрактов образцов - ингибирующей концентрации (мкл) раствора ДФПГ до 50%

Время	IC_{50}

	Листья водяного перца- Обыкновенная брызговица (*Cichorium intybus L*) 1:1	**Листья водяного перца- Обыкновенная брызговица (*Cichorium intybus L*) 3:1**	**Листья водяного перца- Обыкновенная брызговица (*Cichorium intybus L*) 1:3**
30-я минута	**108,77**	**112,18**	**156,17**

Заключение.Проведенные исследования показали, что экстракты, приготовленные из листьев водяного перца (*Persicaria minor*) и стеблей обыкновенной брызговицы (*Cichorium intybus L*) в различных соотношениях, проявляют природные антиоксидантные свойства. При пересчете результатов, измеренных при 10-кратном разведении, было обнаружено, что способность экстрактов ингибировать свободные радикалы (ARF%) увеличилась в 10 раз, а IC_{50} была в 10 раз ниже, что еще больше повысило их эффективность в качестве природных антиоксидантов. По результатам 30-минутного анализа, среди спиртовых экстрактов наибольшая антирадикальная активность наблюдалась в экстракте листьев водяного перца и стебля обыкновенной брызговины, смешанных в соотношении 1:1: ингибирование свободных радикалов показало наилучшие показатели при ARF 45,80% и IC_{50} 108,77 мкл.

Литературы

1. Gulcin, I.; Beydemir, S.; Sat, I.G.; Kufrevioglu, O.I. Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Aliment. Hung. 2005, 34, 193–202.
2. Blois, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 1958, 181, 1199–1200.
3.Askarov, I.R.; Muminov, M.M.; Yusupov, M.A. Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi 2024, 11, 173–177.
4. Askarov, I.R.; Abdullaev, S.S.; Mamatkulova, S.A.; Abdulloev, O.S. Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common unabi fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine 2024, 3(3), 179–205. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320
5. Gilca, M.; Stoian, I.; Atanasiu, V.; Virgolici, B. The oxidative hypothesis of senescence. J. Postgrad. Med. 2007, 53(3), 207–213.
6. Klebanova, E.M.; Balabolkin, M.I.; Kreminskaya, V.M.; Smirnov, L.D. Lipid-lowering and antioxidant effects of Mexicor in patients with diabetes. Therapevticheskiy Arkhiv 2006, 8, 67–70.
7. Fedoseeva, A.A. Antioxidant activity of tea infusions. Khimia Rastitel’nogo Sir’ya 2008, 3, 123–127.
8. Bergendi, L.; Benes, L.; Durackova, Z.; Ferencik, M. Chemistry, physiology and pathology of free radicals. Life Sci. 1999, 65(18–19), 1865–1874.
9. Feher, J.; Lengyel, G.; Blazovics, A. Oxidative stress in the liver and biliary tract diseases. Scand. J. Gastroenterol. 1998, 33, 38–46.
10. Juurlink, B.H.; Paterson, P.G. Review of oxidative stress in brain and spinal cord injury: suggestions for pharmacological and nutritional management strategies. J. Spinal Cord Med. 1998, 21(4), 309–334.
11. Spector, A. Review: Oxidative stress and disease. J. Ocul. Pharmacol. Ther. 2000, 16(2), 193–201.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

DETERMINATION OF THE ANTIRADICAL ACTIVITY OF THE LEAVES AND STEMS OF WATER PEPPER (PERSICARIA MINOR) AND COMMON CHICORY (CICHORIUM INTYBUS L).

Tolipova Sh. Isomiddinovna
Base doctoral student at Fergana State University
https://orcid.org/0009-0005-5690-7298

Surayyokhon A. Mamatqulova
Head of the Department of Chemistry at Fergana State University, Doctor of Chemical Sciences, Professor.
https://orcid.org/ 0009-0004-1450-4960
E-mail: s.mamatkulova77@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.581

Keywords: Water pepper (*Persicaria minor*), leaf, common chicory (*Cichorium intybus L*) stem, extract, antioxidant activity, DPPH, ARA%, IC_{50}, free radicals

Annotation.

This article examines the leaves of water pepper (*Persicaria minor*) and common sprinkler (*Cichorium intybus L*) The anti-radical activity of alcohol extracts prepared from the stems in various proportions was assessed using the DPPX method. The ability of extracts to inhibit free radicals was determined by the decrease in light absorption by the DPPN solution. According to the results, leaf and stem extract showed the highest activity at a 1:1 ratio: ARF was 45.80%, and IC50 after 30 minutes was 108.77 µl. Extracts in 3:1 and 1:3 ratios also possessed antioxidant properties, however, the 1:1 ratio proved to be the most effective. The obtained results confirm the potential of water pepper extracts as a natural antioxidant.

How to Cite

Tolipova, S. I., & Mamatqulova, S. A. DETERMINATION OF THE ANTIRADICAL ACTIVITY OF THE LEAVES AND STEMS OF WATER PEPPER (PERSICARIA MINOR) AND COMMON CHICORY (CICHORIUM INTYBUS L). Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.581

Introduction. Free radicals formed during the oxidation of proteins and lipids intensify oxidative stress in the human body and cause the development of various pathological conditions. They play an important role in the pathophysiological processes associated with diseases such as inflammatory processes, diseases of the digestive and urinary systems, hemorrhoids, circulatory insufficiency, tuberculosis [1,2]. Therefore, identifying natural plant-based antioxidants and assessing their potential applications in the food and pharmaceutical industries is one of the urgent scientific tasks today.

Water pepper (*Persicaria minor*) is a Polygonaceae family plant widely distributed in the Asian region and used for food and medicinal purposes [3]. The plant's leaves and stems contain flavonoids, phenolic compounds, and other biologically active substances, whose high antioxidant activity has been noted in several studies [4,5]. However, the activity of extracts prepared from a mixture of leaves and stems in various proportions against free radicals has not been sufficiently studied.

The DFPG (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) method is a spectrophotometric analysis based on a stable free radical and is widely used to evaluate the antiradical activity of plant extracts [6]. This method allows for quick and reliable determination of the extract's ability to inhibit free radicals.

Common chicory (*Cichorium intybus L*) is a perennial plant of the Asteraceae family, widely distributed in Europe and Asia. It grows mainly along roadsides, field edges, and meadows. The plant's root, stem, and leaves have healing properties.

Common locust (*Cichorium intybus L*) contains inulin, phenolic compounds, flavonoids, bitter glycosides, and vitamins that have antioxidant, anti-inflammatory, and digestive properties. In folk medicine, common chicory (*Cichorium intybus L*) is used as a diuretic, maintaining liver function and improving metabolism.

LITERATURE ANALYSIS AND METHODOLOGY

In recent years, oxidative stress associated with the action of free radicals has been considered an important factor in the development of various diseases in the body, including cardiovascular diseases, diabetes mellitus, inflammatory and oncological diseases. Therefore, finding antioxidant compounds from natural sources and evaluating their biological activity is one of the urgent scientific directions.

Extracts prepared based on plant raw materials contain phenolic compounds, flavonoids, ascorbic acid, terpenoids, and other biologically active substances that have the property of neutralizing free radicals. Studies show that alcohol and water extracts obtained from the leaves, stems, and above-ground parts of plants exhibit high antiradical activity.

One of the widely used methods for assessing antiradical activity is the spectrophotometric method based on the free radical of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). This method is distinguished by its simplicity, speed, and reproducibility of results. In the DPPN method, the discoloration of the violet solution of DPPN is observed based on the ability of antioxidant substances to donate a hydrogen atom or an electron.

The DPPH method proposed by Blois was subsequently improved by many scientists and successfully used to evaluate the antiradical activity of various plant extracts. According to literature data, extraction conditions, solvent type, raw material and solvent ratio, and extract concentration significantly influence antiradical activity.

A number of studies have established that extracts prepared by mixing plant parts in various proportions exhibit higher antioxidant activity compared to individual extracts. This is explained by the synergistic effect, which indicates the presence of a mutually enhancing effect of biologically active compounds.

Also, in the literature, the IC_{50} indicator is noted as an important parameter in the quantitative assessment of antiradical activity. The low IC_{50} value indicates strong antioxidant properties of the extract. Therefore, in modern research, the DPPH method is widely used to determine the values of ARF (%) and IC_{50}.

Analysis of the above-mentioned literature indicates that the study of the antiradical activity of extracts prepared in various proportions based on plant raw materials has important scientific and practical significance, and their use as a natural source of antioxidants is a promising direction.

Natural antioxidants are widely used in food products, medicinal plants, and various natural products that protect the body from oxidative stress by neutralizing free radicals. Spices, various vegetable oils, teas, seeds, grains, cocoa peels, fruits, and vegetables are used as natural antioxidants. They contain ascorbic acid, tocopherols, carotenoids, flavonoids (quercetin, campferol, miricitin), catechins (carnosol, rosmanol, rosamyridifenol), as well as polyphenols and phenolic acids, which have high antioxidant activity.

Based on this, within the framework of this work, the anti-radical activity (ARF) of extracts prepared in various ratios - **X1 (1:3), X2 (3:1), X3 (1:1)** was evaluated against the stable free radical **DPPG (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl)** . Extracts used in the work:

X1 extract (1:3) - Water pepper (*Persicaria minor*) and common chicory (*Cichorium intybus L*) leaves (*Cichorium intybus L*)

X2 extract (3:1) - Water pepper (*Persicaria minor*) and common chicory (*Cichorium intybus L*) leaves (*Cichorium intybus L*)

X3 extract (1:1) - Water pepper (*Persicaria minor*) and common chicory (*Cichorium intybus L*) leaves (*Cichorium intybus L*)

Preparation of the working solution of DPPN•. A 7.92 mM solution of DPPN• in ethanol was prepared in a 100 ml volumetric flask, wrapped in aluminum paper, and kept in a dark place at room temperature for 30 minutes.

Preparation of sample extracts. Preparation of sample extracts. Alcohol samples based on water pepper and common chicory (*Cichorium intybus L*) were prepared in various proportions to test antioxidant properties.

The preparation of the sample extracts was carried out by extracting 1 g of the plant sample in 25 ml of 96% ethanol for 20 minutes in an ultrasonic bath. The obtained extract was passed through a 0.45 µm syringe filter and used for analysis. [4]. All filtered samples were diluted by a factor of 10.

Determination of the anti-radical properties of the samples. 3 ml of DPFN solution and 100 µl of ethanol (empty sample) were added to a quartz cuvette with a volume of 4 ml, placed in a spectrophotometer, and the light absorption at a wavelength of 517 nm (D_1) was measured every 5 minutes for 30 minutes on a K7000 spectrophotometer manufactured by YOKE (China). To assess the antiradical properties of the sample, 25, 50, 75, 100 µl of the sample was mixed with 3 ml of DPPF solution and the light absorption at 517 nm (D_2) was measured in the above order. To bring the total volume of the solution in the cuvette to 3.1 ml, ethanol was added to the remaining portion. The anti-radical properties of the samples were calculated using the following formula:

$$ARF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100\%$$

The obtained results are presented in the following table:

Table 1. Empty and examined **water pepper leaf,** added to DPFN solution **Common sprinkler (*Cichorium intybus L*)** Measured light absorption and calculated anti-radical activity values of samples extracted with **alcohol in a 1:1 ratio.**

Size, µl	Time, min.	sample					
		Abs, D	ARF%		Time, min.	Abs, D	ARF%
25.	0	0.869	0.00	75.	0	0.869	0.00
	5.	0.823	5.29		5.	0.657	24.40
	10.	0.806	7.25		10.	0.639	26.47
	15.	0.784	9.78		15.	0.621	28.54
	20.	0.769	11.51		20.	0.606	30.26
	25.	0.756	13.00		25.	0.591	31.99
	30.	0.742	**14.61**		**30.**	0.578	**33.49**
50.	0	0.869	0.00	100.	0	0.869	0.00
	5.	0.741	14.73		5.	0.579	33.37
	10.	0.722	16.92		10.	0.558	35.79
	15.	0.703	19.10		15.	0.541	37.74
	20.	0.688	20.83		20.	0.522	39.93

	25.	0.666	23.36		25.	0.499	42.58
	30.	0.641	**26.24**		**30.**	0.471	**45.80**

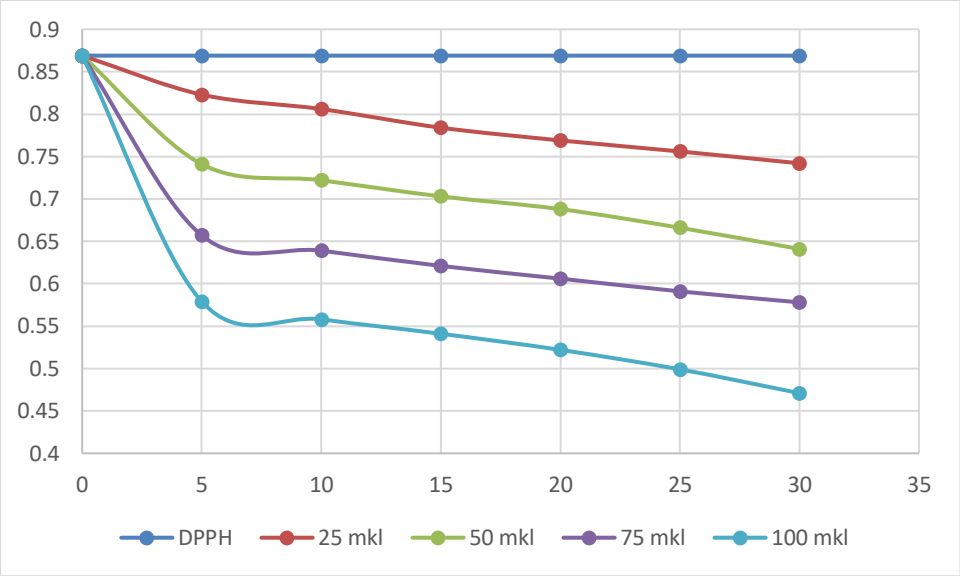


Figure 1. Graphical representation of the measured light absorption by solutions of empty and tested alcohol extraction samples added to the DPPH solution.

To calculate the inhibiting concentration of the samples $_{IC50}$ - 50% DPPN solution in each experiment, the following graph was constructed based on the anti-radical activity (ARA%) values at the 30th minute and the volume of added alcohol samples, and calculated based on the trend line function drawn on it.

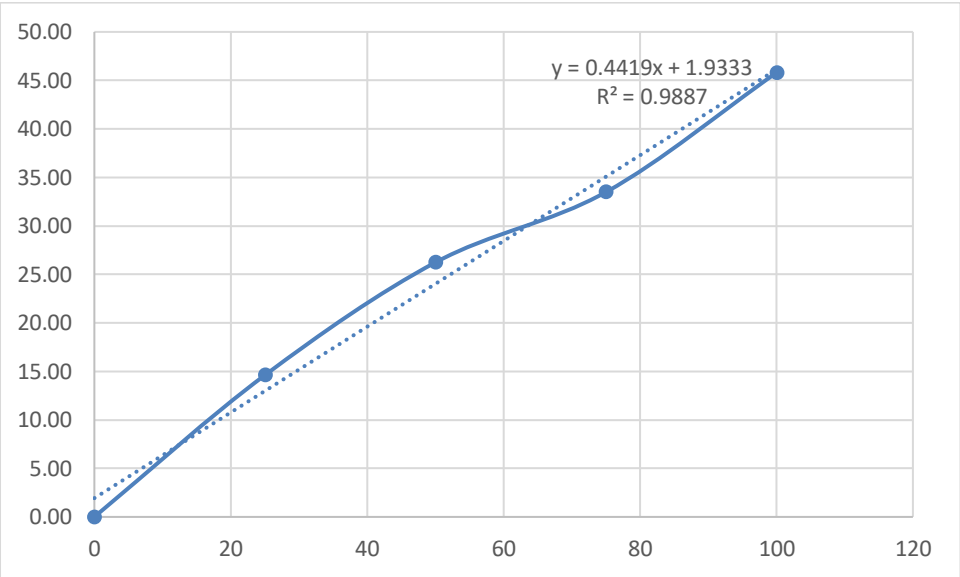


Figure 2. Graph of the dependence between ARA% and the volumes of the alcohol extracted sample, determined at the 10th minute.

The trend line transferred to the graph is calculated based on the formula of the function y=mx+b representing 50% of the volume ARA% (IC_{50}) using the formula x= (y-b) /m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 1{,}9333)}{0{,}4419} = 108{,}77\ mkl$$

Table 2. Empty and examined **water pepper leaf,** added to DPFN solution **Common sprinkler (*Cichorium intybus L*)** Measured light absorption values and calculated anti-radical activity values **alcohol** extraction in a ratio **3:1.**

Size, µl	Time, min.	sample					
		Abs, D	ARF%		Time, min.	Abs, D	ARF%
25.	0	0.866	0.00	75.	0	0.866	0.00
	5.	0.834	3.70		5.	0.667	22.98
	10.	0.803	7.27		10.	0.649	25.06
	15.	0.786	9.24		15.	0.633	26.91
	20.	0.765	11.66		20.	0.613	29.21
	25.	0.744	14.09		25.	0.598	30.95
	30.	0.728	**15.94**		**30.**	0.573	**33.83**
50.	0	0.866	0.00	100.	0	0.866	0.00
	5.	0.756	12.70		5.	0.607	29.91
	10.	0.737	14.90		10.	0.579	33.14
	15.	0.714	17.55		15.	0.544	37.18
	20.	0.697	19.52		20.	0.527	39.15
	25.	0.679	21.59		25.	0.505	41.69
	30.	0.657	**24.13**		**30.**	0.484	**44.11**

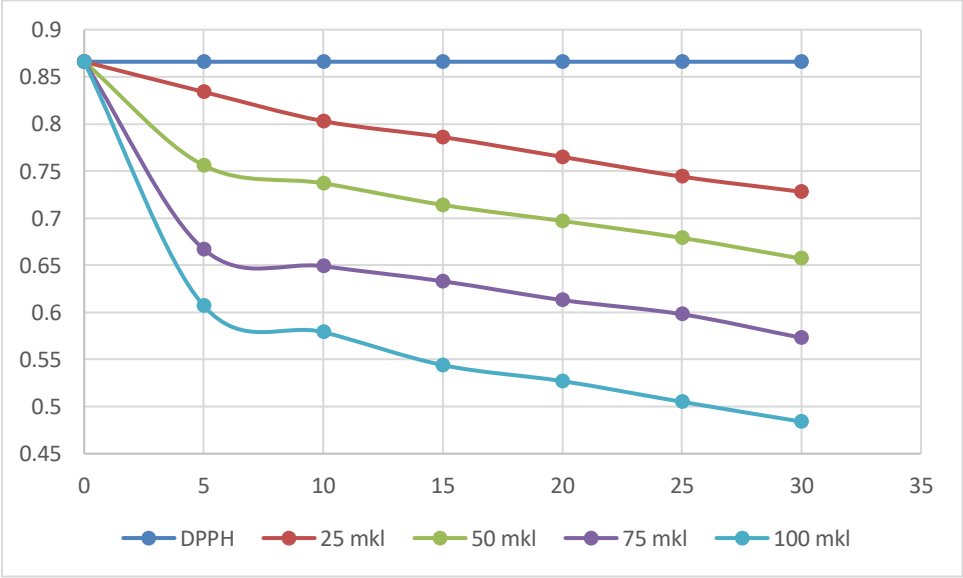


Figure 3. Graphical representation of the measured light absorption by solutions of empty and tested alcohol extraction samples added to the DPPH solution.

To calculate the inhibiting concentration of the samples IC_{50} - 50% DPPN solution in each experiment, the following graph was constructed based on the anti-radical activity (ARA%) values at the 30th minute and the volume of added alcohol samples, and calculated based on the trend line function drawn on it.

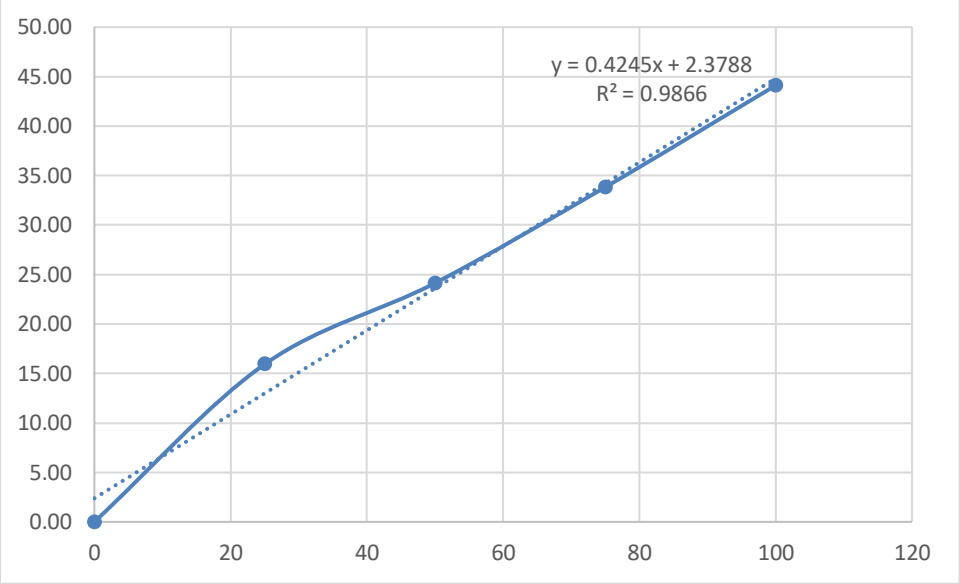


Figure 4. Graph of the dependence between ARA% and the volumes of the alcohol extracted sample, determined at the 10th minute.

The trend line transferred to the graph is calculated based on the formula of the function y=mx+b representing 50% of the volume ARA% (IC_{50}) using the formula x= (y-b) /m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 2{,}3788)}{0{,}4245} = 112{,}18\ mkl$$

Table 3. Empty and examined **water pepper leaf,** added to DPFN solution **Common sprinkler (*Cichorium intybus L*)** Measured light absorption values and calculated anti-radical activity values of samples extracted with **alcohol in a 1:3 ratio.**

Size, µl	Time, min.	sample					
		Abs, D	ARF%		Time, min.	Abs, D	ARF%
25.	0	0.867	0.00	75.	0	0.867	0.00
	5.	0.852	1.73		5.	0.76	12.34
	10.	0.836	3.58.		10.	0.738	14.88
	15.	0.827	4.61		15.	0.719	17.07
	20.	0.815	6.00		20.	0.699	19.38
	25.	0.794	8.42		25.	0.681	21.45
	30.	0.776	**10.50**		**30.**	0.664	**23.41**
50.	0	0.867	0.00	100.	0	0.867	0.00
	5.	0.803	7.38		5.	0.692	20.18

	10.	0.785	9.46		10.	0.673	22.38
	15.	0.76	12.34		15.	0.647	25.37
	20.	0.739	14.76		20.	0.625	27.91
	25.	0.726	16.26		25.	0.604	30.33
	30.	0.706	**18.57**		**30.**	0.586	**32.41**

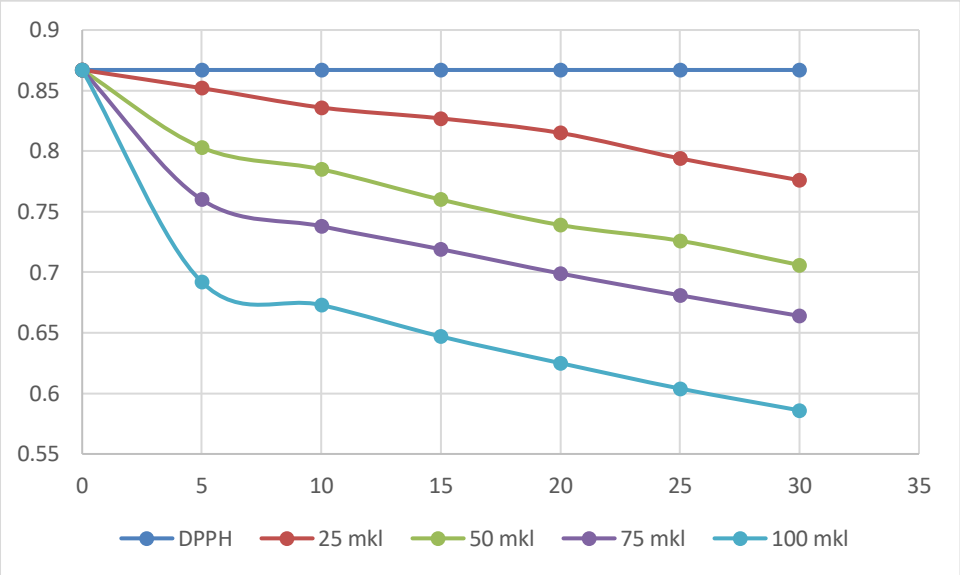


Figure 5. Graphical representation of the measured light absorption by solutions of empty and tested alcohol extraction samples added to the DPPH solution.

To calculate the inhibiting concentration of IC_{50} samples - DPPN solution up to 50% in each experiment, the following graph was constructed based on the anti-radical activity (ARA%) values at the 30th minute and the volume of added alcohol samples, and calculated based on the trend line function drawn on it.

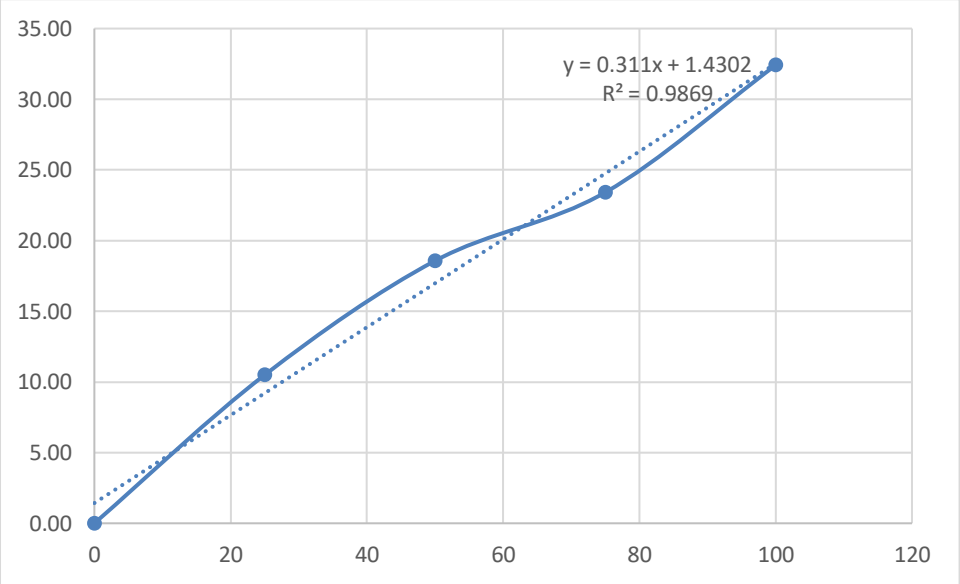


Figure 6. Graph of the dependence between ARA% and the volumes of the alcohol extracted sample, determined at the 10th minute.

The trend line transferred to the graph is calculated based on the formula of the function y=mx+b representing 50% of the volume ARA% (IC_{50}) using the formula x= (y-b) /m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 1{,}4302)}{0{,}311} = 156{,}17\ mkl$$

Table 4. Anti-radical activity values of 100 µl of alcohol extract samples for 30 minutes (ARA%)

Time	ARA%		
	Water pepper leaves - Common chicory (*Cichorium intybus L*) 1:1	**Water pepper leaves - Common chicory (*Cichorium intybus L*) 3:1**	**Water pepper leaves - Common chicory (*Cichorium intybus L*) 1:3**
30th minute	**45.80**	**44.11**	**32.41**

Table 5. IC_{50} of aqueous extracts of samples - inhibiting concentration (µl) of DPPN solution up to 50%

Time	IC_{50}		
	Water pepper leaves - Common chicory (*Cichorium intybus L*) 1:1	**Water pepper leaves - Common chicory (*Cichorium intybus L*) 3:1**	**Water pepper leaves - Common chicory (*Cichorium intybus L*) 1:3**
30th minute	**108.77**	**112.18**	**156.17**

Conclusion.Conducted studies have shown that extracts prepared from water pepper (*Persicaria minor*) leaves and common chicory (*Cichorium intybus L*) stems in various proportions exhibit natural antioxidant properties. When recalculating the results measured with a 10-fold dilution, it was found that the ability of extracts to inhibit free radicals (ARF%) increased 10 times, and IC50 was 10 times lower, which further increased their effectiveness as natural antioxidants. According to the 30-minute analysis results, among alcohol extracts, the highest anti-radical activity was observed in the extract of water pepper leaves and common chicory stem mixed in a 1:1 ratio: free radical inhibition showed the best results at ARF 45.80% and IC_{50} 108.77 µl.

References

1. Gulcin, I.; Beydemir, S.; Sat, I.G.; Kufrevioglu, O.I. Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Aliment. Hung. 2005, 34, 193–202.
2. Blois, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature 1958, 181, 1199–1200.
3.Askarov, I.R.; Muminov, M.M.; Yusupov, M.A. Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi 2024, 11, 173–177.
4. Askarov, I.R.; Abdullaev, S.S.; Mamatkulova, S.A.; Abdulloev, O.S. Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common unabi fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine 2024, 3(3), 179–205. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320

5. Gilca, M.; Stoian, I.; Atanasiu, V.; Virgolici, B. The oxidative hypothesis of senescence. J. Postgrad. Med. 2007, 53(3), 207–213.
6. Klebanova, E.M.; Balabolkin, M.I.; Kreminskaya, V.M.; Smirnov, L.D. Lipid-lowering and antioxidant effects of Mexicor in patients with diabetes. Therapevticheskiy Arkhiv 2006, 8, 67–70.
7. Fedoseeva, A.A. Antioxidant activity of tea infusions. Khimia Rastitel'nogo Sir'ya 2008, 3, 123–127.
8. Bergendi, L.; Benes, L.; Durackova, Z.; Ferencik, M. Chemistry, physiology and pathology of free radicals. Life Sci. 1999, 65(18–19), 1865–1874.
9. Feher, J.; Lengyel, G.; Blazovics, A. Oxidative stress in the liver and biliary tract diseases. Scand. J. Gastroenterol. 1998, 33, 38–46.
10. Juurlink, B.H.; Paterson, P.G. Review of oxidative stress in brain and spinal cord injury: suggestions for pharmacological and nutritional management strategies. J. Spinal Cord Med. 1998, 21(4), 309–334.
11. Spector, A. Review: Oxidative stress and disease. J. Ocul. Pharmacol. Ther. 2000, 16(2), 193–201.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

QALQONSIMON BEZ O‘SMALARINING ZAMONAVIY TASNIFI VA ULARNI DAVOLASH USULLARI

Ibragim Rahmonovich Asqarov
Andijon davlat universiteti, kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan ixtirochi, O‘zbekiston tabobat akademiyasi raisi
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Axrorjon Mirxalimovich Toshpulatov
Andijon viloyat onkologiya shifoxonasi, bosh shifokor
https://orcid.org/0009-0004-1882-1234
E-mail: toshpulatovaxrorjon1981@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.596

Kalit so'zlar: qalqonsimon bez, adenokarsinoma, qalqonsimon bez o‘smasi, radioterapiya, ximioterapiya

Annotatsiya

Qalqonsimon bez o‘smalari endokrin tizim kasalliklari ichida eng ko‘p uchraydigan onkologik kasalliklardan biri hisoblanadi. Keyingi yillarda dunyo bo‘yicha ushbu kasalliklarning aniqlanish ko‘rsatkichi sezilarli darajada oshdi. Bu holat, bir tomondan, diagnostika usullarining takomillashuvi, ayniqsa ultratovush tekshiruvlarining ommalashuvi bilan bog‘liq bo‘lsa, ikkinchi tomondan, atrof-muhit omillari, genetik va nurlanish ta’siri orqali tushuntiriladi.

Zamonaviy tibbiyotda qalqonsimon bez o‘smalarini erta bosqichda aniqlash, morfologik va molekulyar xususiyatlarini to‘g‘ri baholash hamda individuallashtirilgan davolash taktikasini tanlash bemor hayotini saqlab qolish va uning sifatini yaxshilashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bugungi kunda ushbu sohada ilmiy tadqiqotlar olib borish nihoyatda dolzarb muammolardan biri hisoblanadi.

Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, so‘nggi 30 yilda ushbu kasallikning tarqalishi bir necha barobar oshgan. Ayniqsa, karsinoma kabi sinflangan shakllar yoshlar orasida ham keng uchrayotganligi qayd etilgan. Qalqonsimon bez o‘smalari klinik jihatdan ko‘p hollarda belgisiz yoki yengil simptomlar bilan kechganligi uchun, kasallikka tashxis qo‘yish kechikishiga olib keladi.

Havola uchun

Asqarov, I. R., & Toshpulatov, A. M. QALQONSIMON BEZ O‘SMALARINING ZAMONAVIY TASNIFI VA ULARNI DAVOLASh USULLARI. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.596

Ushbu ilmiy tadqiqotni olib borishda quyidagi vazifalar bajarildi:

1. Qalqonsimon bezning anatomik va fiziologik xususiyatlari o‘rganildi;
2. Genetik va molekular omillarni o‘rganishni o‘z oldimizga maqsad qilib qo‘ydik;
3. Zamonaviy davolash usullarini qiyosiy tahlil qilish.

Ushbu olib borilgan tadqiqot natijalari shifokor-endokrinologlar, onkologlar va umumiy amaliyot vrachlari uchun amaliy qo‘llanma bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Qalqonsimon bez inson organizmidagi eng muhim endokrin a’zolardan biri bo‘lib, bo‘yinning old qismida, traxeyaning yuqori bo‘limlarini qoplab joylashgan. U ikki yon qism (o‘ng va chap) hamda ularni bog‘lovchi istmusdan iborat. Ayrim insonlarda uchinchi qism — piramidal o‘sma ham uchraydi.

Katta odamda qalqonsimon bezning og‘irligi o‘rtacha 15–25 grammni tashkil etadi. Bez yupqa kapsula bilan o‘ralgan bo‘lib, ichki qismi fibroz septalar orqali bo‘lakchalarga bo‘lingan. Har bir bo‘lakcha ko‘plab follikulalardan tashkil topgan. Follikulalar — qalqonsimon bezning asosiy funksional birligi

hisoblanadi. Ular ichida kolloid modda joylashgan bo‘lib, uning tarkibida tireoglobulin saqlanadi. Follikulyar hujayralar (tirotsitlar) follikulani o‘rab turadi va gormonlar sintezida ishtirok etadi. Shuningdek, bezda parafollikulyar yoki C-kletkalar mavjud bo‘lib, ular kalsitonin gormonini ishlab chiqaradi. Bu hujayralar medullyar rakning manbai hisoblanadi.

Qalqonsimon bez tomonidan ikkita gormon ishlab chiqariladi: tiroksin va triyodtironin. Bu gormonlar yod ionlari ishtirokida sintezlanadi. Moddalar almashinuvini tezlashtiradi — asosiy almashinuv darajasini oshiradi. Hujayralarda energiya ishlab chiqarishni tezlashtiradi. Asab tizimi faoliyatini yaxshilaydi, ayniqsa bolalikda miya rivoji uchun muhim. Yurak-qon tomir tizimiga ta’sir qiladi — yurak urish tezligini oshiradi. To‘qimalar o‘sishi va rivojlanishini boshqaradi. Qalqonsimon bez kalsitonin gormonini ham ishlab chiqaradi, u qondagi kalsiy miqdorini kamaytiradi va suyaklarda kalsiy saqlanishini ta’minlaydi.

Qalqonsimon bez faoliyati markaziy nerv va endokrin tizimi tomonidan qat’iy nazorat qilinadi. Bu tizim gipotalamus–gipofiz–qalqonsimon bez o‘qi deb ataladi. Gipotalamus

TRH (tireotropin-rilizing gormon) ni ishlab chiqaradi. Gipofiz

TRH ta’sirida TSH (tireotrop gormon) ni chiqaradi. Qalqonsimon bez

TSH ta’sirida T3 va T4 gormonlarini sintez qiladi.

Qonda T3 va T4 ko‘paysa, ular gipofiz va gipotalamusga manfiy qayta aloqa (negative feedback) qilib, TSH chiqishini kamaytiradi. Bu tizim organizmda gormonlar muvozanatini saqlab turadi.

Qalqonsimon bez raki dunyoda eng tez o‘sib borayotgan onkologik kasalliklardan biri hisoblanadi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) va GLOBOCAN ma’lumotlariga ko‘ra, har yili dunyo bo‘yicha 580 000 dan ortiq yangi qalqonsimon bez raki holatlari qayd etiladi. Oxirgi 30 yil ichida ushbu kasallikning tarqalishi 3–4 barobarga oshgan. Bu o‘sish, asosan, zamonaviy ultratovush va biopsiya usullari orqali erta aniqlanish bilan izohlanadi.

Markaziy Osiyo davlatlarida, jumladan O‘zbekiston, Qozog‘iston va Qirg‘izistonda ham qalqonsimon bez kasalliklari, ayniqsa yod tanqis hududlarda, keng tarqalgan. Yod tanqisligi endemik zob va keyinchalik o‘sma rivojlanishi uchun asosiy omillardan biri hisoblanadi. Qalqonsimon bez o‘smalari ayollarda erkaklarga nisbatan 3–5 marta ko‘p uchraydi. Bu holat gormonal omillar, ayniqsa estrogen gormonlarining ta’siri bilan bog‘liq deb hisoblanadi.

Differensiyalangan raklar (papillyar, follikulyar) ko‘pincha 30–55 yoshda aniqlanadi. Medullyar rak bolalik va yoshlikda ham uchrashi mumkin (ayniqsa irsiy shakllarda). Anaplastik rak esa, odatda, 60 yoshdan keyin uchraydi.

Qalqonsimon bez o‘smalari rivojlanishiga ta’sir ko‘rsatadi: Nurlanish

Bolalikda bosh va bo‘yin sohasiga radiatsiya ta’siri (rentgen, avariyalar) eng kuchli xavf omillaridan biri. Yod tanqisligi endemik hududlarda follikulyar rak ko‘proq uchraydi. Genetik omillar RET, BRAF, RAS mutatsiyalari o‘sma rivojlanishida muhim rol o‘ynaydi. Irsiy sindromlar MEN2 sindromi medullyar rak bilan bog‘liq. Gormonal o‘zgarishlar ayollarda homiladorlik va menopauza davrida xavf oshadi. Ekologik omillar og‘ir metallar, pestitsidlar, radiatsiya. Immun tizimi kasalliklari

autoimmun tireoidit fonida xavf oshadi. Qalqonsimon bez o‘smalari rivojlanishi hujayra genomi darajasidagi o‘zgarishlar bilan bog‘liq bo‘lib, bu o‘zgarishlar hujayralarning nazoratsiz ko‘payishi olib keladi. Patogenezda genetik mutatsiyalar va ular orqali faollashadigan signal yo‘llar asosiy rol o‘ynaydi.

Qalqonsimon bez o‘smalarida quyidagi asosiy genetik o‘zgarishlar aniqlangan: BRAF V600E — papillyar karsinomalarning katta qismida uchraydi. Bu mutatsiya hujayraning nazoratsiz ko‘payishiga olib keladi va agressiv klinik kechish bilan bog‘liq. RAS (HRAS, KRAS, NRAS) — follikulyar va kam differensiyalangan o‘smalarda ko‘p uchraydi. RET/PTC qayta uyushmalari — papillyar karsinomalarda. RET nuqta mutatsiyalari — medullyar rak uchun xos. TERT promotor mutatsiyalari — yuqori darajali va anaplastik raklarda aniqlanadi. Bu mutatsiyalar hujayralarda proliferatsiya, invaziya va metastazlanishni kuchaytiradi.

Genetik mutatsiyalar ikki asosiy hujayraviy signal yo‘lini faollashtiradi: MAPK yo‘li BRAF, RAS va RET mutatsiyalari orqali faollashadi. Bu yo‘l hujayralarning bo‘linishi, differensiyasi va

yashovchanligini nazorat qiladi. PI3K/AKT yo‘li Bu yo‘l follikulyar va anaplastik o‘smalarda ko‘proq faol. U hujayra o‘sishi, apoptozdan qochishi va metabolizmni oshiradi.

Jahon sog‘liqni saqlash tashkilotining 2022 yilda yangilangan 5-nashr tasnifiga ko‘ra, qalqonsimon bez o‘smalari endi faqat morfologik belgilarga emas, balki molekular-genetik xususiyatlariga ham asoslanib guruhlanadi. Bu yondashuv klinik prognoz va davolash taktikasini aniqlashda katta ahamiyatga ega.

Differensiyalangan karsinomalar follikulyar hujayralardan rivojlanadi va barcha holatlarning 85–90% ni tashkil etadi.

Papillyar karsinoma (PTC) Eng ko‘p uchraydigan shakl bo‘lib, o‘sishi sekin, prognoz yaxshi. Morfologik jihatdan papillyar tuzilish, yadro o‘zgarishlari bilan xarakterlanadi. Ko‘pincha BRAF V600E mutatsiyasi bilan bog‘liq.

Follikulyar karsinoma (FTC) Qon tomir orqali metastaz beradi. Yod tanqis hududlarda ko‘proq uchraydi. RAS mutatsiyalari bilan bog‘liq.

Medullyar rak S-kletkalardan rivojlanadi va kalsitonin ishlab chiqaradi. Barcha holatlarning 3–5% ni tashkil etadi.

RET genidagi mutatsiyalar bilan bog‘liq. Irsiy (MEN2) va sporadik shakllari mavjud.

Anaplastik rak Eng agressiv tur. Tez o‘sadi, qo‘shni to‘qimalarga tasir qiladi. TP53 va TERT mutatsiyalari xos. Prognoz juda yomon.

Kam uchraydigan turlar: Kam differensiyalangan rak, Yuqori darajali differensiyalangan rak, NTRK-fyujnli o‘smalar, Mukoepidermoid va saliva beziga o‘xshash karsinomalar

Qalqonsimon bez o‘smalari klinik jihatdan ko‘p hollarda uzoq vaqt simptomsiz kechkanligi uchun kasallikni erta bosqichda aniqlashni qiyinlashtiradi. Belgilar o‘smaning o‘lchami, joylashuvi va gistologik turiga bog‘liq.

Kasallikning ilk bosqichlarida bemorlarda quyidagi belgilar kuzatilishi mumkin: Bo‘yin old qismida kichik, og‘riqsiz tugun paydo bo‘lishi; Bez sohasida bosim hissi; Ovozda yengil bo‘g‘iqlik; Charchoq, haddan tashqari terlash; Tana vazni o‘zgarishi; Yurak urish tezlashishi yoki sekinlashishi. Bu belgilar ko‘pincha boshqa tireoid kasalliklar bilan chalkashib ketadi.

O‘sma kattalashgan sari quyidagi simptomlar paydo bo‘ladi: Bo‘yin shaklining o‘zgarishi; Yutishda qiyinchilik (disfagiya); Nafas olish qiyinlashishi; Doimiy ovoz bo‘g‘ilishi; Bo‘yin limfa tugunlarining kattalashishi; Qon aralash yo‘tal; Suyak og‘riqlari (metastazda).

Kalkonsimon bez kasalliklarida shu asoratlar kuzatilinadi: limfogen va gematogen metastazlar; Nafas yo‘llari siqilishi; Gipoparatireoz (operatsiyadan keyin); Retsidivlar; Psixologik muammolar. Qalqonsimon bez tez tashxis qo‘yish bemor hayotini saqlab qolish va davolash samaradorligini oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Diagnostika klinik, instrumental, laborator va molekular usullarni kompleks qo‘llashga asoslanadi.

Diagnostika birinchi navbatda bemor shikoyatlari va hayot tarzini o‘rganishdan boshlanadi.

Shifokor bo‘yin sohasini ko‘zdan kechiradi va palpatsiya qiladi. Tugunlar, limfa tugunlari, og‘riq, asimmetriya, ovoz o‘zgarishi baholanadi.

Ultratovush tekshiruvi asosiy skrining usuli hisoblanadi. U orqali tugunning o‘lchami, chegarasi, exogenligi, kalsinatlari aniqlanadi. KT va MRT katta o‘smalar, traxeya va qizilo‘ngach invaziyasida qo‘llanadi. PET-KT metastaz va retsidivni aniqlashda qo‘llaniladi.

Tonkoignali aspiratsion biopsiya hujayra tarkibini baholash imkonini beradi.

Natijalar Bethesda tizimi bo‘yicha 6 guruhga bo‘linadi (I–VI), har biri xavf darajasini belgilaydi. TTG, T3, T4, Tireoglobulin, Kalsitonin (medullyar rakda), CEA labaratoriya markerlaridan foydalaniladi. BRAF, RAS, RET, NTRK mutatsiyalari aniqlanadi target terapiyani tanlashda muxum ahamiyatga ega.

Qalqonsimon bez o‘smalarini davolash kompleks, individual yondashuvga asoslanadi va o‘smaning gistologik turi, bosqichi, molekular xususiyatlari hamda bemorning umumiy holatiga qarab aniklanadi.

2023 – 2025 yillar mobaynida biz tomonimizdan 120 ta kalkonsimon bez saratoni jarroxlik amaliyotidan otkizildi ulardan 80 dan ortik bemorlarda asorat berganligi kuzatildi. 40 ta bemorga jarrohlik

amaliyotidan so‘ng xalq tabobati usullari bilan davolash uchun biz tomonimizdan ixtiro qilingan “Malham - A” 1 kunda 3 marotaba surtildi, bundan tashqari “Majmuiy Rahmoniy” kapsulasidan 2 tadan 3 mahal, “Askalsiy” kapsulasidan 2 tadan 3 mahal ichish tavsiya etildi, «Alqayon» ozik–ovkat koshilmasidan 2 maxal ichish tavisiya etildi. 40 ta jarrohlikdan chiqqan bemorlardan 32 tasida asoratlar kuzatilmadi.

Total tireoidektomiya yoki lobektomiya o‘smaning hajmi va xavf darajasiga qarab tanlanadi. Metastaz bo‘lsa limfodisseksiya o‘tkaziladi.

I-131 differensiyalangan raklarda qoldiq hujayralarni yo‘q qilish uchun qo‘llanadi.

Bu usul fakat yodni o‘zlashtiruvchi o‘smalarda yaxshi natija beradi. Levotiroksin dan foydalanilganda TSH ni pasayadi o‘smaning qayta o‘sishini sekinlashtiradi.

Lenvatinib, Sorafenib, Selpercatinib, Pralsetinib kabi target terapiya usullaridan foydalaniladi. molekular mutatsiyaga qarab tanlanadi. Anaplastik va metastatik shakllarda radio terapiyadan foydalaniladi.

Xulosa qilib aytganda, qalqonsimon bez o‘smalarida erta tashxis, to‘g‘ri gistologik va molekular baholash, kompleks davolash hamda doimiy dinamik kuzatuv bemor hayotini saqlab qolish va uning sifatini yaxshilashda muxum ahamiyatga ega.

Adabiyotlar

1. Baloch, Z. W., Asa, S. L., Barletta, J. A., Ghossein, R. A., Juhlin, C. C., Jung, C. K., LiVolsi, V. A., Papotti, M. G., Sobrinho-Simões, M., Tallini, G., & Mete, O. (2022). Overview of the 2022 WHO Classification of Thyroid Neoplasms. Endocrine pathology, 33(1), 27–63. https://doi.org/10.1007/s12022-022-09707-3.
2. Haugen B. R. (2017). 2015 American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer: What is new and what has changed?. Cancer, 123(3), 372–381. https://doi.org/10.1002/cncr.30360.
3. National Comprehensive Cancer Network. (2025). NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: Thyroid carcinoma (Version 1.2025).
4. Schlumberger, M., Tahara, M., Wirth, L. J., Robinson, B., Brose, M. S., Elisei, R., Habra, M. A., Newbold, K., Shah, M. H., Hoff, A. O., Gianoukakis, A. G., Kiyota, N., Taylor, M. H., Kim, S.-B., Krzyzanowska, M. K., Dutcus, C. E., de las Heras, B., Zhu, J., & Sherman, S. I. (2015). Lenvatinib versus placebo in radioiodine-refractory thyroid cancer. New England Journal of Medicine, 372(7), 621–630. doi:10.1056/NEJMoa1406470
5. Brose, M. S., Nutting, C. M., Jarzab, B., Elisei, R., Siena, S., Bastholt, L., de la Fouchardiere, C., Pacini, F., Paschke, R., Shong, Y. K., Sherman, S. I., Smit, J. W. A., Chung, J., Kappeler, C., Peña, C., Molnár, I., Schlumberger, M. J., & DECISION investigators. (2014). Sorafenib in radioactive iodine-refractory, locally advanced or metastatic differentiated thyroid cancer: A randomised, double-blind, phase 3 trial. The Lancet, 384(9940), 319–328. doi:10.1016/S0140-6736(14)60421-9
6. Hadoux, J., Elisei, R., Brose, M. S., Hoff, A. O., Robinson, B. G., Gao, M., Jarzab, B., Isaev, P., Kopeckova, K., Wadsley, J., Führer, D., Keam, B., Bardet, S., Sherman, E. J., Tahara, M., Hu, M. I., Singh, R., Lin, Y., Soldatenkova, V., ... Wirth, L. J. (2023). Phase 3 trial of selpercatinib in advanced RET-mutant medullary thyroid cancer. New England Journal of Medicine, 389(20), 1851–1861. doi:10.1056/NEJMoa2309719
7. Wells, S. A., Jr., Robinson, B. G., Gagel, R. F., Dralle, H., Fagin, J. A., Santoro, M., Baudin, E., Elisei, R., Jarzab, B., Vasselli, J. R., Read, J., Langmuir, P., Ryan, A. J., & Schlumberger, M. J. (2012). Vandetanib in patients with locally advanced or metastatic medullary thyroid cancer: A randomized, double-blind phase III trial. Journal of Clinical Oncology, 30(2), 134–141. doi:10.1200/JCO.2011.35.5040
8. Elisei, R., Schlumberger, M. J., Müller, S. P., Schöffski, P., Brose, M. S., Shah, M. H., Licitra, L., Jarzab, B., Medvedev, V., Kreissl, M. C., Niederle, B., Cohen, E. E. W., Wirth, L. J., Ali, H., Hessel,

C., Yaron, Y., Ball, D., Nelkin, B., & Sherman, S. I. (2013). Cabozantinib in progressive medullary thyroid cancer. Journal of Clinical Oncology, 31(29), 3639–3646. doi:10.1200/JCO.2012.48.4659

9. Cabanillas, M. E., McFadden, D. G., & Durante, C. (2016). Thyroid cancer. The Lancet, 388(10061), 2783–2795. doi:10.1016/S0140-6736(16)30172-6
10. Fagin, J. A., & Wells, S. A., Jr. (2016). Biologic and clinical perspectives on thyroid cancer. New England Journal of Medicine, 375(11), 1054–1067. doi:10.1056/NEJMra1501993
11. Asqarov I. R. Toshpulatov A. M. «Rakni davosi bor» Xalq tabobati plus №1 Toshkent, 2026 yil
12. Asqarov I. R. Toshpulatov A. M. «Qalqonsimon bez osmalarining xalq tabobati usullari yordamida davolash» Xalq tabobati plus №1Toshkent 2026 yil.

СОВРЕМЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОПУХОЛЕЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И МЕТОДЫ ИХ ЛЕЧЕНИЯ

Ибрагим Рахманович Аскаров
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, председатель Академии ТАБОБАТ Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Ахроржон Мирхалимович Тошпулатов
Андижанская областная онкологическая больница, главный врач
https://orcid.org/0009-0004-1882-1234
E-mail: toshpulatovaxrorjon1981@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.596

Ключевые слова: щитовидная железа, аденокарцинома, опухоль щитовидной железы, радиотерапия, химиотерапия

Аннотация

Опухоли щитовидной железы относятся к числу наиболее распространённых онкологических заболеваний в структуре эндокринной патологии. В последние годы во всём мире отмечается существенный рост выявляемости данной группы заболеваний. Это явление, с одной стороны, связано с совершенствованием методов диагностики, прежде всего с широким внедрением ультразвукового исследования и повышением его доступности, а с другой стороны — объясняется влиянием факторов окружающей среды, генетической предрасположенности и радиационного воздействия.

В современной медицине раннее выявление опухолей щитовидной железы, корректная оценка их морфологических и молекулярных характеристик, а также выбор индивидуализированной лечебной тактики имеют решающее значение для сохранения жизни пациента и улучшения её качества. В связи с этим проведение научных исследований в данной области является одним из актуальнейших направлений.

По данным Всемирной организации здравоохранения, за последние 30 лет распространённость данных заболеваний увеличилась в несколько раз. Отмечается, что формы, классифицируемые как карциномы, всё чаще встречаются и среди молодого населения. Клиническая особенность опухолей щитовидной железы заключается в том, что они нередко протекают бессимптомно или с минимальными проявлениями, что приводит к задержке диагностики.

Как цитировать

Аскаров, И. Р., & Тошпулатов, А. М. СОВРЕМЕННАЯ КЛАССИФИКАЦИЯ ОПУХОЛЕЙ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ И МЕТОДЫ ИХ ЛЕЧЕНИЯ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.596

Цель и задачи исследования:

В рамках исследования была изучена анатомо-физиологическая организация щитовидной железы, поставлена задача проанализировать значение генетических и молекулярных факторов в формировании опухолевого процесса, а также проведён сравнительный анализ современных подходов к лечению. Результаты работы могут служить практическим материалом для врачей-эндокринологов, онкологов и специалистов общей врачебной практики.

Анатомия и физиология щитовидной железы

Щитовидная железа является одним из важнейших органов эндокринной системы и располагается в передней области шеи, покрывая верхние отделы трахеи. Анатомически она состоит из правой и левой долей, соединённых перешейком; у части людей дополнительно выявляется пирамидальная доля. Средняя масса щитовидной железы у взрослого человека составляет 15–25 г. Орган окружён тонкой капсулой, а внутренняя структура разделена фиброзными перегородками на дольки. Каждая долька представлена множеством фолликулов, которые являются основной функциональной единицей железы. В просвете фолликулов находится коллоидное содержимое, включающее тиреоглобулин. Стенки фолликулов образованы фолликулярными клетками (тироцитами), участвующими в синтезе гормонов. Помимо них в ткани железы присутствуют парафолликулярные клетки, или С-клетки, вырабатывающие кальцитонин; эти клетки рассматриваются как источник медуллярного рака.

Щитовидная железа синтезирует тироксин и трийодтиронин, причём их образование происходит при обязательном участии йода. Указанные гормоны ускоряют обмен веществ, повышают уровень основного обмена и интенсифицируют энергетические процессы в клетках. Они имеют существенное значение для функционирования нервной системы и особенно критичны для развития мозга в детском возрасте. Также тиреоидные гормоны оказывают влияние на сердечно-сосудистую систему, в частности повышают частоту сердечных сокращений, и участвуют в регуляции процессов роста и развития тканей. Дополнительно железа вырабатывает кальцитонин, который способствует снижению концентрации кальция в крови и обеспечивает его депонирование в костной ткани.

Регуляция активности щитовидной железы осуществляется по оси «гипоталамус — гипофиз — щитовидная железа». Гипоталамус секретирует тиреотропин-рилизинг-гормон (TRH), под действием которого гипофиз вырабатывает тиреотропный гормон (TSH). В ответ на стимуляцию TSH щитовидная железа синтезирует Т3 и Т4.

Повышение уровней Т3 и Т4 в крови приводит к механизму отрицательной обратной связи на уровне гипофиза и гипоталамуса, что снижает секрецию TSH и поддерживает гормональный баланс.

Эпидемиология и факторы риска

Рак щитовидной железы относится к числу наиболее быстро растущих по выявляемости онкологических заболеваний. По данным Всемирной организации здравоохранения и GLOBOCAN, ежегодно в мире регистрируется более 580 000 новых случаев. За последние 30 лет распространённость заболевания увеличилась в 3–4 раза, причём данный рост в значительной степени связывают с улучшением ранней диагностики благодаря широкому применению ультразвукового исследования и биопсии.

В странах Центральной Азии, включая Узбекистан, Казахстан и Кыргызстан, заболевания щитовидной железы широко распространены, особенно в регионах йодного дефицита. Йодная недостаточность рассматривается как один из ведущих факторов формирования эндемического зоба и последующего опухолевого процесса. Опухоли щитовидной железы у женщин выявляются в 3–5 раз чаще, чем у мужчин, что связывают с гормональными влияниями, в частности с участием эстрогенов. Дифференцированные формы, такие как папиллярная и фолликулярная карцинома, чаще диагностируются в возрасте 30–55 лет. Медуллярный рак может встречаться в детском и молодом возрасте, особенно при наследственных вариантах, тогда как анапластический рак, как правило, выявляется после 60 лет.

Развитие опухолей щитовидной железы ассоциируется с воздействием радиации, особенно при облучении головы и шеи в детском возрасте; с йодным дефицитом, при котором в эндемичных регионах чаще наблюдается фолликулярный рак; с генетическими и молекулярными изменениями, включая мутации RET, BRAF и RAS; с наследственными синдромами, в частности MEN2, связанным с медуллярным раком; с гормональными изменениями у женщин в период беременности и менопаузы; с экологическими воздействиями, такими как тяжёлые металлы, пестициды и

радиация; а также с иммунными нарушениями, включая аутоиммунный тиреоидит, на фоне которого риск может увеличиваться.

Молекулярно-генетические механизмы

Опухолевый процесс при новообразованиях щитовидной железы связан с геномными изменениями, приводящими к неконтролируемой пролиферации клеток. В патогенезе ведущую роль играют генетические мутации и активируемые ими сигнальные пути. Среди наиболее значимых изменений описываются мутация BRAF V600E, часто выявляемая при папиллярной карциноме и ассоциируемая с более агрессивным течением; мутации семейства RAS (HRAS, KRAS, NRAS), характерные для фолликулярных и низкодифференцированных опухолей; перестройки RET/PTC, встречающиеся при папиллярных карциномах; точечные мутации RET, типичные для медуллярного рака; а также мутации промотора TERT, более характерные для высокозлокачественных и анапластических форм и способствующие усилению пролиферации, инвазии и метастазирования.

Данные мутации приводят к активации двух ключевых внутриклеточных каскадов. MAPK-путь активируется преимущественно при мутациях BRAF, RAS и RET и регулирует деление, дифференцировку и выживаемость клеток. PI3K/AKT-путь чаще активен при фолликулярных и анапластических опухолях и связан с усилением клеточного роста, уходом от апоптоза и повышением метаболической активности.

Современная классификация (WHO, 2022)

Согласно обновлённой классификации Всемирной организации здравоохранения (5-е издание, 2022), опухоли щитовидной железы группируются не только по морфологическим признакам, но и с учётом молекулярно-генетических характеристик, что имеет существенное значение для определения прогноза и выбора лечения. Дифференцированные карциномы, происходящие из фолликулярных клеток, составляют 85–90% всех случаев. Папиллярная карцинома является наиболее распространённой формой, обычно отличается медленным ростом и благоприятным прогнозом; морфологически характеризуется папиллярными структурами и специфическими ядерными изменениями и часто ассоциируется с мутацией BRAF V600E.

Фолликулярная карцинома склонна к гематогенному метастазированию и чаще выявляется в йододефицитных регионах; её развитие нередко связано с мутациями RAS.

Медуллярный рак развивается из С-клеток, продуцирует кальцитонин и составляет 3–5% случаев; он ассоциирован с мутациями гена RET и представлен наследственными (в том числе при MEN2) и спорадическими формами. Анапластический рак является наиболее агрессивным вариантом, характеризуется быстрым ростом и инвазией в окружающие ткани; для него типичны мутации TP53 и TERT и крайне неблагоприятный прогноз. Помимо перечисленных, встречаются редкие варианты, включая низкодифференцированный рак, высокодифференцированные опухоли высокой степени, новообразования с NTRK-фьюзиями, а также мукоэпидермоидные и слюнноподобные карциномы.

Клинические проявления и осложнения

Клиническая картина опухолей щитовидной железы во многих случаях длительное время остаётся малосимптомной, что затрудняет раннюю диагностику. На начальных этапах у пациента может выявляться небольшой безболезненный узел в передней области шеи, чувство давления в зоне железы, лёгкая осиплость голоса, повышенная утомляемость, потливость, изменения массы тела, а также учащение или урежение сердцебиения. По мере увеличения опухоли возможны деформация шеи, нарушение глотания, затруднение дыхания, стойкая охриплость, увеличение шейных лимфатических узлов, кашель с примесью крови и костные боли при метастатическом поражении.

Среди осложнений могут наблюдаться лимфогенные и гематогенные метастазы, компрессия дыхательных путей, послеоперационный гипопаратиреоз, рецидивы, а также психологические

нарушения. В целом ранняя диагностика имеет определяющее значение для повышения эффективности лечения и сохранения качества жизни.

Диагностика

Диагностика основывается на комплексном подходе с применением клинических, инструментальных, лабораторных и молекулярных методов. Первичный этап включает анализ жалоб и анамнеза, осмотр и пальпацию области шеи с оценкой узловых образований, лимфатических узлов, асимметрии, болезненности и изменения голоса. Ультразвуковое исследование является основным скрининговым методом, позволяющим оценить размеры узла, контуры, эхогенность и наличие кальцинатов. Компьютерная и магнитно-резонансная томография применяются при крупных опухолях и подозрении на инвазию трахеи или пищевода, тогда как ПЭТ-КТ используется для выявления метастазов и рецидивов.

Тонкоигольная аспирационная биопсия позволяет оценить клеточный состав, а интерпретация результатов проводится по системе Bethesda (I–VI), где каждая категория отражает определённый уровень риска. Лабораторная диагностика включает определение TSH, T3, T4, тиреоглобулина, кальцитонина (при медуллярном раке) и CEA. Выявление мутаций BRAF, RAS, RET и NTRK имеет существенное значение при выборе таргетной терапии.

Лечение

Лечение опухолей щитовидной железы проводится комплексно и индивидуализированно и определяется гистологическим типом, стадией, молекулярными особенностями и общим состоянием пациента. По данным авторов, в 2023–2025 годах выполнено 120 хирургических вмешательств при раке щитовидной железы, причём более чем у 80 пациентов наблюдались осложнения. У 40 пациентов после операции применялись методы народной медицины: разработанный авторами препарат «Malham-A» наносился три раза в сутки, дополнительно рекомендовали капсулы «Majmuiy Rahmoniy» по 2 капсулы три раза в день, капсулы «Askalsiy» по 2 капсулы три раза в день, а также пищевую добавку «Alqayon» два раза в день. Из 40 прооперированных пациентов у 32 осложнения не наблюдались.

Выбор объёма операции — тотальная тиреоидэктомия или лобэктомия — определяется размером опухоли и категорией риска; при наличии метастатического поражения выполняется лимфодиссекция. Радиойодтерапия I-131 применяется при дифференцированных формах для уничтожения остаточных клеток и показывает наилучший эффект при опухолях, сохраняющих способность к накоплению йода. Назначение левотироксина используется для супрессии TSH и замедления возможного рецидивного роста.

В зависимости от выявленных мутаций применяются таргетные препараты, включая lenvatinib, sorafenib, selpercatinib и pralsetinib. При анапластических и метастатических формах используется лучевая терапия.

Заключение. Таким образом, при опухолях щитовидной железы решающее значение имеют ранняя диагностика, правильная гистологическая и молекулярная верификация, комплексное лечение и регулярное динамическое наблюдение, поскольку именно эти условия позволяют повысить эффективность терапии, сохранить жизнь пациента и улучшить её качество.

Литературы

1. Baloch, Z. W., Asa, S. L., Barletta, J. A., Ghossein, R. A., Juhlin, C. C., Jung, C. K., LiVolsi, V. A., Papotti, M. G., Sobrinho-Simões, M., Tallini, G., & Mete, O. (2022). Overview of the 2022 WHO Classification of Thyroid Neoplasms. Endocrine pathology, 33(1), 27–63. https://doi.org/10.1007/s12022-022-09707-3.
2. Haugen B. R. (2017). 2015 American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer: What is new and what has changed?. Cancer, 123(3), 372–381. https://doi.org/10.1002/cncr.30360.

3. National Comprehensive Cancer Network. (2025). NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: Thyroid carcinoma (Version 1.2025).
4. Schlumberger, M., Tahara, M., Wirth, L. J., Robinson, B., Brose, M. S., Elisei, R., Habra, M. A., Newbold, K., Shah, M. H., Hoff, A. O., Gianoukakis, A. G., Kiyota, N., Taylor, M. H., Kim, S.-B., Krzyzanowska, M. K., Dutcus, C. E., de las Heras, B., Zhu, J., & Sherman, S. I. (2015). Lenvatinib versus placebo in radioiodine-refractory thyroid cancer. New England Journal of Medicine, 372(7), 621–630. doi:10.1056/NEJMoa1406470
5. Brose, M. S., Nutting, C. M., Jarzab, B., Elisei, R., Siena, S., Bastholt, L., de la Fouchardiere, C., Pacini, F., Paschke, R., Shong, Y. K., Sherman, S. I., Smit, J. W. A., Chung, J., Kappeler, C., Peña, C., Molnár, I., Schlumberger, M. J., & DECISION investigators. (2014). Sorafenib in radioactive iodine-refractory, locally advanced or metastatic differentiated thyroid cancer: A randomised, double-blind, phase 3 trial. The Lancet, 384(9940), 319–328. doi:10.1016/S0140-6736(14)60421-9
6. Hadoux, J., Elisei, R., Brose, M. S., Hoff, A. O., Robinson, B. G., Gao, M., Jarzab, B., Isaev, P., Kopeckova, K., Wadsley, J., Führer, D., Keam, B., Bardet, S., Sherman, E. J., Tahara, M., Hu, M. I., Singh, R., Lin, Y., Soldatenkova, V., ... Wirth, L. J. (2023). Phase 3 trial of selpercatinib in advanced RET-mutant medullary thyroid cancer. New England Journal of Medicine, 389(20), 1851–1861. doi:10.1056/NEJMoa2309719
7. Wells, S. A., Jr., Robinson, B. G., Gagel, R. F., Dralle, H., Fagin, J. A., Santoro, M., Baudin, E., Elisei, R., Jarzab, B., Vasselli, J. R., Read, J., Langmuir, P., Ryan, A. J., & Schlumberger, M. J. (2012). Vandetanib in patients with locally advanced or metastatic medullary thyroid cancer: A randomized, double-blind phase III trial. Journal of Clinical Oncology, 30(2), 134–141. doi:10.1200/JCO.2011.35.5040
8. Elisei, R., Schlumberger, M. J., Müller, S. P., Schöffski, P., Brose, M. S., Shah, M. H., Licitra, L., Jarzab, B., Medvedev, V., Kreissl, M. C., Niederle, B., Cohen, E. E. W., Wirth, L. J., Ali, H., Hessel, C., Yaron, Y., Ball, D., Nelkin, B., & Sherman, S. I. (2013). Cabozantinib in progressive medullary thyroid cancer. Journal of Clinical Oncology, 31(29), 3639–3646. doi:10.1200/JCO.2012.48.4659
9. Cabanillas, M. E., McFadden, D. G., & Durante, C. (2016). Thyroid cancer. The Lancet, 388(10061), 2783–2795. doi:10.1016/S0140-6736(16)30172-6
10. Fagin, J. A., & Wells, S. A., Jr. (2016). Biologic and clinical perspectives on thyroid cancer. New England Journal of Medicine, 375(11), 1054–1067. doi:10.1056/NEJMra1501993
11. Asqarov I. R. Toshpulatov A. M. «Rakni davosi bor» Xalq tabobati plus №1 Toshkent, 2026 yil
12. Asqarov I. R. Toshpulatov A. M. «Qalqonsimon bez osmalarining xalq tabobati usullari yordamida davolash» Xalq tabobati plus №1Toshkent 2026 yil.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

MODERN CLASSIFICATION OF THYROID GLAND TUMORS AND METHODS OF THEIR TREATMENT

Ibragim R. Askarov
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemistry, Honored Inventor of Uzbekistan, Chairman of the TABOBAT Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Axrorjon M. Toshpulatov
Andijan Regional Oncology Hospital, Chief Doctor
https://orcid.org/0009-0004-1882-1234
E-mail: toshpulatovaxrorjon1981@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.596

Keywords: thyroid gland, adenocarcinoma, thyroid tumor, radiotherapy, chemotherapy

Annotation

Thyroid gland tumors are among the most common oncological diseases within endocrine system disorders. In recent years, the detection rate of these diseases has increased significantly worldwide. This trend is explained, on the one hand, by improvements in diagnostic methods—particularly the widespread use of ultrasound imaging—and, on the other hand, by environmental factors, genetic predisposition, and exposure to radiation.

In modern medicine, early detection of thyroid tumors, accurate assessment of their morphological and molecular characteristics, and the selection of individualized treatment strategies are of crucial importance for improving patient survival and quality of life. Therefore, conducting scientific research in this field remains an urgent priority.

According to data from the World Health Organization, the incidence of this disease has increased several-fold over the past 30 years. Notably, forms classified as carcinoma are increasingly being observed among younger populations. Clinically, thyroid tumors are often asymptomatic or present with mild symptoms, which can lead to delays in diagnosis.

How to Cite

Askarov, I. R., & Toshpulatov, A. M. MODERN CLASSIFICATION OF THYROID GLAND TUMORS AND METHODS OF THEIR TREATMENT. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.596

The following objectives were pursued in conducting this scientific research:

1. To study the anatomical and physiological characteristics of the thyroid gland;
2. To investigate genetic and molecular factors;
3. To perform a comparative analysis of modern treatment methods.

The results of this study may serve as a practical guide for endocrinologists, oncologists, and general practitioners.

The thyroid gland is one of the most important endocrine organs in the human body, located in the anterior part of the neck, covering the upper parts of the trachea. It consists of two lateral parts (right and left) and an isthmus connecting them. In some people, a third part, a pyramidal gland, is also found. In an adult, the thyroid gland weighs an average of 15–25 grams. The gland is surrounded by a thin capsule, and the inner part is divided into lobes by fibrous septa. Each lobe consists of numerous follicles. Follicles are the main functional unit of the thyroid gland. They contain a colloid substance, which stores thyroglobulin. Follicular cells (thyrocytes) surround the follicle and participate in the synthesis of hormones. The gland

also contains parafollicular or C-cells, which produce the hormone calcitonin. These cells are the source of medullary cancer.

The thyroid gland produces two hormones: thyroxine and triiodothyronine. These hormones are synthesized with the participation of iodine ions. Accelerates metabolism - increases the basal metabolic rate. Accelerates energy production in cells. Improves the functioning of the nervous system, especially important for brain development in childhood. Affects the cardiovascular system - increases heart rate. Controls the growth and development of tissues. The thyroid gland also produces the hormone calcitonin, which reduces the amount of calcium in the blood and ensures the retention of calcium in the bones.

The activity of the thyroid gland is tightly controlled by the central nervous and endocrine systems. This system is called the hypothalamus-pituitary-thyroid axis. The hypothalamus produces TRH (thyrotropin-releasing hormone). The pituitary gland, under the influence of TRH, releases TSH (thyroid-stimulating hormone). The thyroid gland, under the influence of TSH, synthesizes the hormones T3 and T4. When T3 and T4 increase in the blood, they provide negative feedback to the pituitary and hypothalamus, reducing the release of TSH. This system maintains the balance of hormones in the body.

Thyroid cancer is considered one of the fastest-growing oncological diseases worldwide. According to data from the World Health Organization (WHO) and GLOBOCAN, more than 580,000 new cases of thyroid cancer are diagnosed globally each year. Over the past 30 years, the incidence of this disease has increased by 3–4 times. This rise is primarily attributed to improved early detection through modern ultrasound imaging and biopsy techniques.

In Central Asian countries, including Uzbekistan, Kazakhstan, and Kyrgyzstan, thyroid diseases are also widespread, particularly in iodine-deficient regions. Iodine deficiency is considered one of the main contributing factors to the development of endemic goiter and subsequent tumor formation. Thyroid tumors occur 3–5 times more frequently in women than in men, which is thought to be associated with hormonal factors, particularly the influence of estrogen.

Differentiated cancers (papillary, follicular) are most often diagnosed between the ages of 30 and 55. Medullary cancer can also occur in childhood and adolescence (especially in hereditary forms). Anaplastic cancer, on the other hand, usually occurs after the age of 60.

Factors that affect the development of thyroid tumors include: Radiation

Radiation exposure to the head and neck area (X-rays, accidents) in childhood is one of the strongest risk factors. Follicular cancer is more common in areas where iodine deficiency is endemic. Genetic factors RET, BRAF, RAS mutations play an important role in tumor development. Hereditary syndromes MEN2 syndrome is associated with medullary cancer. Hormonal changes in women increase the risk during pregnancy and menopause. Environmental factors include heavy metals, pesticides, radiation. Immune system diseases

Risk increases against the background of autoimmune thyroiditis. The development of thyroid tumors is associated with changes at the cellular genome level, which lead to uncontrolled cell proliferation. Genetic mutations and the signaling pathways activated by them play a key role in pathogenesis.

The following major genetic alterations have been identified in thyroid tumors: BRAF V600E — found in a large proportion of papillary carcinomas. This mutation leads to uncontrolled cell proliferation and is associated with an aggressive clinical course. RAS (HRAS, KRAS, NRAS) — more common in follicular and poorly differentiated tumors. RET/PTC rearrangements — in papillary carcinomas. RET point mutations — characteristic of medullary cancer. TERT promoter mutations — found in high-grade and anaplastic cancers. These mutations enhance cell proliferation, invasion, and metastasis. Genetic mutations activate two major cellular signaling pathways: the MAPK pathway, which is activated by BRAF, RAS, and RET mutations. This pathway controls cell division, differentiation, and survival. PI3K/AKT pathway This pathway is more active in follicular and anaplastic tumors. It increases cell growth, apoptosis escape, and metabolism. According to the 5th edition of the World Health Organization classification, updated in 2022, thyroid tumors are now grouped not only based on morphological features,

but also on molecular-genetic characteristics. This approach is of great importance in determining clinical prognosis and treatment tactics.

Differentiated carcinomas arise from follicular cells and account for 85–90% of all cases.

Papillary carcinoma (PTC) The most common form, slow-growing, with a good prognosis. Morphologically characterized by papillary structure, nuclear changes. Often associated with the BRAF V600E mutation.

Follicular carcinoma (FTC) Metastases through the blood vessels. More common in iodine-deficient areas. Associated with RAS mutations.

Medullary carcinoma arises from C-cells and produces calcitonin. Accounts for 3–5% of all cases. Associated with mutations in the RET gene. There are hereditary (MEN2) and sporadic forms.

Anaplastic carcinoma is the most aggressive type of thyroid cancer. It demonstrates rapid growth and invades adjacent tissues. Mutations in TP53 and TERT are characteristic. The prognosis is extremely poor.

Rare types include poorly differentiated carcinoma, highly differentiated carcinoma, NTRK fusion-positive tumors, mucoepidermoid carcinoma, and salivary gland–like carcinomas.

Clinically, thyroid tumors are often asymptomatic for a prolonged period, which complicates early detection. The clinical manifestations depend on the size, location, and histological type of the tumor.

In the early stages of the disease, patients may experience the following symptoms: A small, painless lump in the front of the neck; A feeling of pressure in the gland; Mild hoarseness in the voice; Fatigue, excessive sweating; Weight gain; Fast or slow heartbeat. These symptoms are often confused with other thyroid diseases.

As the tumor grows, the following symptoms appear: Change in neck shape; Difficulty swallowing (dysphagia); Difficulty breathing; Constant hoarseness; Enlarged cervical lymph nodes; Cough with blood; Bone pain (in metastasis).

The following complications are observed in calcaneal gland diseases: Lymphogenous and hematogenous metastases; Complications of the respiratory tract; Hypoparathyroidism (after surgery); Relapses; Psychological problems. Rapid diagnosis of thyroid gland is crucial in saving the patient's life and improving the effectiveness of treatment. Diagnostics is based on the complex use of clinical, instrumental, laboratory and molecular methods.

Diagnosis primarily begins with an assessment of the patient’s complaints and studying the lifestyle of the patient.

The doctor examines and palpates the neck area. Nodes, lymph nodes, pain, asymmetry, and voice changes are assessed.

Ultrasound is the main screening method. It determines the size, boundaries, echogenicity, and calcifications of the node. CT and MRI are used for large tumors, tracheal and esophageal invasion. PET-CT is used to detect metastasis and recurrence.

Fine-needle aspiration biopsy allows you to assess the cellular composition.

The results are divided into 6 groups (I–VI) according to the Bethesda system, each of which determines the level of risk. Laboratory markers used are TSH, T3, T4, Thyroglobulin, Calcitonin (in medullary cancer), CEA. BRAF, RAS, RET, NTRK mutations are detected, which is important in choosing targeted therapy.

Treatment of thyroid tumors is based on a comprehensive, individual approach and is determined depending on the histological type, stage, molecular characteristics of the tumor and the general condition of the patient.

During 2023-2025, we performed 120 thyroid cancer surgeries, of which more than 80 patients had complications. 40 patients were treated with our own folk remedies after surgery, using “Malham-A” 3 times a day, in addition, they were recommended to take 2 capsules of “Majmuiy Rahmoniy” 3 times a day, 2 capsules of “Askalsiy” 3 times a day, and 2 capsules of “Alkayon” 2 times a day. Of the 40 patients who underwent surgery, no complications were observed in 32 patients.

Total thyroidectomy or lobectomy is selected depending on the size and risk of the tumor. In case of metastasis, lymphoedema is performed.

I-131 is used to destroy residual cells in differentiated cancers. This method gives good results only in tumors that absorb iodine. When using levothyroxine, it lowers TSH and slows down tumor regrowth.

Targeted therapy methods such as Lenvatinib, Sorafenib, Selpercatinib, Pralsetinib are used. are selected depending on the molecular mutation. Radiotherapy is used in anaplastic and metastatic forms.

In conclusion, early diagnosis, accurate histological and molecular evaluation, comprehensive treatment, and continuous dynamic follow-up are of crucial importance in preserving the life of patients with thyroid tumors and improving their quality of life.

References

1. Baloch, Z. W., Asa, S. L., Barletta, J. A., Ghossein, R. A., Juhlin, C. C., Jung, C. K., LiVolsi, V. A., Papotti, M. G., Sobrinho-Simões, M., Tallini, G., & Mete, O. (2022). Overview of the 2022 WHO Classification of Thyroid Neoplasms. Endocrine pathology, 33(1), 27–63. https://doi.org/10.1007/s12022-022-09707-3.

2. Haugen B. R. (2017). 2015 American Thyroid Association Management Guidelines for Adult Patients with Thyroid Nodules and Differentiated Thyroid Cancer: What is new and what has changed?. Cancer, 123(3), 372–381. https://doi.org/10.1002/cncr.30360.

3. National Comprehensive Cancer Network. (2025). NCCN Clinical Practice Guidelines in Oncology: Thyroid carcinoma (Version 1.2025).

4. Schlumberger, M., Tahara, M., Wirth, L. J., Robinson, B., Brose, M. S., Elisei, R., Habra, M. A., Newbold, K., Shah, M. H., Hoff, A. O., Gianoukakis, A. G., Kiyota, N., Taylor, M. H., Kim, S.-B., Krzyzanowska, M. K., Dutcus, C. E., de las Heras, B., Zhu, J., & Sherman, S. I. (2015). Lenvatinib versus placebo in radioiodine-refractory thyroid cancer. New England Journal of Medicine, 372(7), 621–630. doi:10.1056/NEJMoa1406470

5. Brose, M. S., Nutting, C. M., Jarzab, B., Elisei, R., Siena, S., Bastholt, L., de la Fouchardiere, C., Pacini, F., Paschke, R., Shong, Y. K., Sherman, S. I., Smit, J. W. A., Chung, J., Kappeler, C., Peña, C., Molnár, I., Schlumberger, M. J., & DECISION investigators. (2014). Sorafenib in radioactive iodine-refractory, locally advanced or metastatic differentiated thyroid cancer: A randomised, double-blind, phase 3 trial. The Lancet, 384(9940), 319–328. doi:10.1016/S0140-6736(14)60421-9

6. Hadoux, J., Elisei, R., Brose, M. S., Hoff, A. O., Robinson, B. G., Gao, M., Jarzab, B., Isaev, P., Kopeckova, K., Wadsley, J., Führer, D., Keam, B., Bardet, S., Sherman, E. J., Tahara, M., Hu, M. I., Singh, R., Lin, Y., Soldatenkova, V., ... Wirth, L. J. (2023). Phase 3 trial of selpercatinib in advanced RET-mutant medullary thyroid cancer. New England Journal of Medicine, 389(20), 1851–1861. doi:10.1056/NEJMoa2309719

7. Wells, S. A., Jr., Robinson, B. G., Gagel, R. F., Dralle, H., Fagin, J. A., Santoro, M., Baudin, E., Elisei, R., Jarzab, B., Vasselli, J. R., Read, J., Langmuir, P., Ryan, A. J., & Schlumberger, M. J. (2012). Vandetanib in patients with locally advanced or metastatic medullary thyroid cancer: A randomized, double-blind phase III trial. Journal of Clinical Oncology, 30(2), 134–141. doi:10.1200/JCO.2011.35.5040

8. Elisei, R., Schlumberger, M. J., Müller, S. P., Schöffski, P., Brose, M. S., Shah, M. H., Licitra, L., Jarzab, B., Medvedev, V., Kreissl, M. C., Niederle, B., Cohen, E. E. W., Wirth, L. J., Ali, H., Hessel, C., Yaron, Y., Ball, D., Nelkin, B., & Sherman, S. I. (2013). Cabozantinib in progressive medullary thyroid cancer. Journal of Clinical Oncology, 31(29), 3639–3646. doi:10.1200/JCO.2012.48.4659

9. Cabanillas, M. E., McFadden, D. G., & Durante, C. (2016). Thyroid cancer. The Lancet, 388(10061), 2783–2795. doi:10.1016/S0140-6736(16)30172-6

10. Fagin, J. A., & Wells, S. A., Jr. (2016). Biologic and clinical perspectives on thyroid cancer. New England Journal of Medicine, 375(11), 1054–1067. doi:10.1056/NEJMra1501993

11. Asqarov I. R. Toshpulatov A. M. «Rakni davosi bor» Xalq tabobati plus №1 Toshkent, 2026 yil

12. Asqarov I. R. Toshpulatov A. M. «Qalqonsimon bez osmalarining xalq tabobati usullari yordamida davolash» Xalq tabobati plus №1Toshkent 2026 yil.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

O‘T HAYDOVCHI YIG‘MANING FLAVONOID TARKIBINI YUSSX USULI BILAN ANIQLASH

Xamidullohon Umarxonov Vahobjon o‘gli
Toshkent farmatsevtika instituti, magistrant
https://orcid.org/0009-0005-0236-6609

Manzura Mullajonova Toxirovna
Toshkent Farmatsevtika Instituti, dotsent, PhD
https://orcid.org/0009-0001-7185-8202

Xo'jayeva Nafisaxon Toshtemirovna
Qo‘qon davlat universiteti, dotsent, PhD
https://orcid.org/0009-0002-1429-5375
E-mail: nafisaxonxudjayeva@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.588

Kalit so'zlar: YuSSX tahlili, flavonoidlar, rutin, gall kislotasi, antioksidant faollik.

Annotatsiya

O‘tkazilgan YuSSX tahlillari natijasida o‘t xaydovchi yig‘ma namunasi tarkibida biologik faol flavonoidlar va fenol kislotalarining mavjudligi aniqlandi. Tadqiqot natijalari mazkur namunaning flavonoid tarkibi jihatidan boy ekanligini ko‘rsatdi. Miqdoriy tahlilga ko‘ra, rutin flavonoidi eng yuqori miqdorda aniqlanib, u asosiy flavonoid komponent sifatida qayd etildi. Olingan natijalar o‘t xaydovchi yig‘ma namunasining antioksidant va farmakologik jihatdan istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi

Havola uchun

Umarxonov, X., Mullajonova, M. T., & Toshtemirovna, X. N. O‘T HAYDOVCHI YIG‘MANING FLAVONOID TARKIBINI YUSSX USULI BILAN ANIQLASH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.588

KIRISH. Ma’lumki, hozirgi kunda dunyo bo‘yicha jigar, o‘t yo‘llari va o‘t pufagi kasalliklari keng tarqalgan bo‘lib, ularni davolash tibbiyotning dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Ushbu kasalliklarning kelib chiqishida markaziy asab tizimi faoliyatining buzilishi, ichki a’zolarning turli xastaliklari, ekologik omillar, yuqumli kasalliklar, noto‘g‘ri ovqatlanish hamda ayrim dori vositalarining uzoq muddat qo‘llanilishi hisoblanadi [1].

So‘nggi yillarda jigar va o‘t yo‘li kasalliklarini davolashda dorivor o‘simliklar asosida tayyorlangan preparatlarga bo‘lgan talab sezilarli darajada oshib bormoqda. Bu eng avvalo, o‘simlik xomashyosidan olingan dori vositalarining sintetik preparatlarga nisbatan kam zaharliligi, organizmga yumshoq ta’sir ko‘rsatishi va ularni uzoq muddat qo‘llash imkoniyati bilan izohlanadi. Dorivor o‘simliklar tarkibidagi flavonoidlar, fenol kislotalari va boshqa biologik faol moddalarning gepatoprotektiv, antioksidant va o‘t haydovchi xususiyatlari ilmiy tadqiqotlar bilan tasdiqlangan [2].

Shu munosabat bilan, ushbu tadqiqotda ilmiy va amaliy ma’lumotlarga asoslangan holda to‘rtta dorivor o‘simlik asosida o‘t haydovchi yig‘ma tayyorlandi va ularning flavonoid tarkibi yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) usuli yordamida o‘rganildi.

Adabiyotlar tahlili va metodlar. Dorivor o‘simliklar va ularning biologik faol moddalari farmakognoziya va fitoterapiyada muhim o‘rin tutadi. Xususan, tirnoqgul (Calendula officinalis L.), na’matak (Rosa spp.), dastarbosh va moychechak (Matricaria chamomilla L.) kabi o‘simliklar xalq tabobati va zamonaviy tibbiyotda keng qo‘llaniladi [3].

Adabiyot manbalarida tirnoqgul gullari flavonoidlar, triterpenoidlar va karotinoidlarga boy bo‘lib, yallig‘lanishga qarshi, o‘t haydovchi va antioksidant xususiyatlarga ega ekanligi qayd etilgan. Na’matak mevalari esa askorbin kislotasi, flavonoidlar va fenol birikmalarining boy manbai hisoblanadi hamda jigar faoliyatini qo‘llab-quvvatlovchi ta’sir ko‘rsatadi [3].

Moychechak gullari tarkibidagi flavonoidlar va efir moylari spazmolitik va yallig‘lanishga qarshi xususiyatga ega bo‘lib, o‘t yo‘llari faoliyatini yaxshilaydi. Dastarbosh o‘simligi ham biologik faol moddalarga boy bo‘lib, xalq tabobatida o‘t haydovchi va tinchlantiruvchi vosita sifatida qo‘llaniladi [3-4].

Namuna tayyorlash va tadqiqot usullari. So‘nggi yillarda YuSSX usuli dorivor o‘simliklar va ularning yig‘malaridagi flavonoidlarni sifat va miqdoriy jihatdan aniqlashda eng ishonchli va aniqligi yuqori bo‘lgan usullardan biri sifatida e’tirof etilmoqda. Ushbu usul yordamida biologik faol moddalarning tarkibi va miqdorini aniq baholash imkoniyati mavjud.

Tadqiqot obyekti sifatida tirnoqgul gullari, na’matak mevalari, dastarbosh va moychechak gullaridan tashkil topgan o‘t haydovchi yig‘ma olindi. Yig‘ma quyidagi nisbatda tayyorlandi.

O’t haydovchi yig‘maning tarkibi:

Tirnoqgul gullari 1 qism

Na’matak mevalari 2 qism

Dastarbosh gullari 1 qism

Moychechak gullari 1 qism

Tadqiqot ishining maqsadi o’t haydovchi yig‘madan olingan ekstraktlarning flavonoid tarkibini yuqori samarali suyuqlik xromatografiya usuli yordamida o‘rganishdan iborat.

Flavonoidlarni o‘rganish uchun o‘simlik yig‘masining quritilgan organlari 0,1-1,5 mm gacha maydalandi, Aniq 1 g og‘irlikdagi o‘t haydovchi yig‘ma namunasi olindi va 99 ml 70% etanol yordamida 2 soat davomida 50-60 ºC haroratda, qaytarma sovutgich bilan jihozlangan tubi yassi kolbada intensiv aralashtirildi. Olingan eritma ultratovushli vannaga solindi va ekstraksiya 35 °C haroratda, 15 daqiqa davomida, 10 daqiqa intervallar bilan, ikki marta amalga oshirildi. Ekstrakt xona haroratigacha sovutildi. Avval eritma filtrlandi, so‘ng undan 2 ml eritma membrana filtri (0,2 µm) orqali o‘tkazildi. Ushbu eritmadan 100 µl alikvota olinib, elyuent bilan 1 ml gacha suyultirildi [5].

Standart eritmani tayyorlash. Flavonoidning standart namunasi (rabinin, izoramnetin, giperazid, rutin, apigenin, lyuteolin, gipolaetin, gall kislotasi) 10 mg miqdorida o‘lchab olindi, 100 ml o‘lchov kolbasiga joylandi va ustiga 80 ml metanol quyildi. Aralashmani to‘liq erib ketishi va chin eritma hosil qilishi uchun ultratovushli vannaga joylandi va bir jinsli eritma hosil bo‘lguncha eritildi. So‘ngra kolbaga metanol quyilib, kolbaning o‘lchamigacha yetkazildi va asosiy eritma olindi, eritmaning massa bo‘yicha konsentratsiyasi 0,1 mg/ml. 50 ml hajmidagi o‘lchov kolbasiga har bir standart namunadan 5 ml miqdorida o‘lchab quyildi va eritma hajmi metanol bilan kolbaning o‘lchamigacha yetkazildi. Shu yo‘l bilan standart namunalarning ishchi eritmalari tayyorlandi. Eritmaning massa bo‘yicha konsentratsiyasi 0,01 mg/ml. Bu eritmalar teshiklarining o‘lchami 0,45 mkm bo‘lgan filtrdan o‘tkazildi va xromatografga kiritildi.

Natijalarni qayd etish va hisoblashlar. Namunalarni miqdoriy aniqlash tashqi standartning xromatogrammadagi cho‘qqisiga solishtirish yo‘li bilan amalga oshiriladi.

Flavonoidlarning massa ulushi quyidagi formulaga ko‘ra aniqlandi:

$$X = \frac{S_2 C_1 V}{S_1 m} \ 1000$$

Bu yerda S_2 – namuna eritmasidagi flavonoidga tegishli cho‘qqining maydoni;

C_1 – ishchi eritmadagi flavonoidning massa bo‘yicha konsentratsiyasi (0,01 mg/ml);

V – tekshirilayotgan namuna eritmasi hajmi, ml;

S_1 – ishchi eritmadagi flavonoidga tegishli cho‘qqining maydoni;

m – namuna massasi, g;

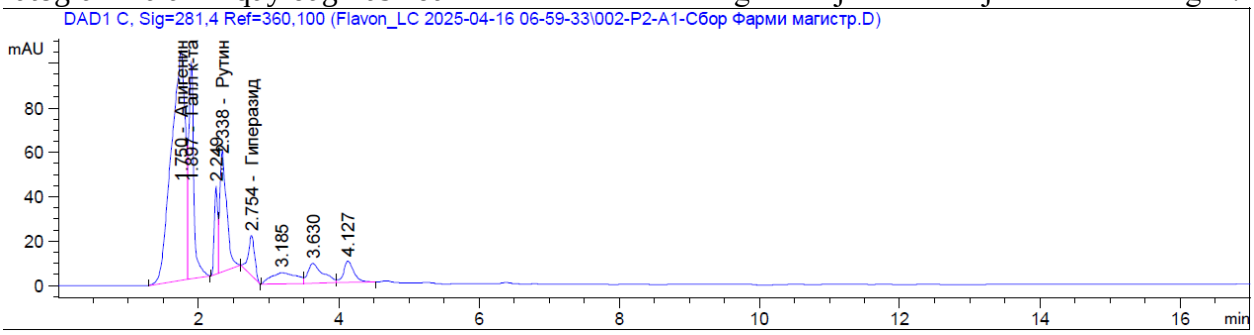
1000 – qayta hisoblash koeffitsienti.

Har bir namuna uchun analizlar uch qaytadan amalga oshirildi. Yakuniy natija esa uch qayta analizlardan olingan natijalarning o‘rgacha arifmetik qiymati orqali aniqlandi.

Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) usuli yordamida o‘t xaydovchi yig‘madagi flavonoidlarining sifat va miqdoriy tarkibi aniqlandi. Tahlil natijalari jadvalda keltirilgan.

Xromatografiyalashning shart va sharoitlari: detektor – elyurlangan gradient bosqichida va diodli massiv detektori (DMD); spektr sohasi – 200 dan 400 nm gacha bo‘lgan UB-spektral diapazon; harakatchan faza (gradient rejimi) – atsetonitril-bufer eritmasi pH = 2,92 (4%: 96%) 0-6 daq., (10%: 90%) 6-9 daq., (20%: 80%) 9-15 daq., (4%: 96%) 15-20 daq; ineksiya hajmi – 10 mkl; harakatchan faza tezligi – 0,75 ml/daq; qo‘zg‘almas faza (kolonka) – Zorbax Eclipse XDB C18, 5,0 mkm, 4,6x250 mm; diod-faol detektorlashning to‘lqin uzunliklari – 254, 272, 292, 297, 360 nm [6].

Natijalar va muhokama. Tadqiq etilayotgan o‘t xaydovchi yig‘madagi flavonoidlar tarkibini tahlil qilishda flavonoidlarning standart namunalaridan va ularga tegishli xromatografik ko‘rsatkichlardan foydalanildi. Standart namunalar sifatida rabinin, izoramnetin, giperazid, rutin, apigenin, lyuteolin, gipolaetin, gall kislotasi kabilar qo‘llanilgan. O‘t xaydovchi yig‘maning flavonoidlar tarkibi YuSS xromatogrammalarini quyidagi rasmda ko‘rish mumkin. Olingan natijalar tahlili jadvalda keltirilgan.



1-rasm. O‘t xaydovchi yig‘maning flavonoidlari xromatogrammasi.

1-jadval. O‘t xaydovchi yig‘madagi flavonoidlarning yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi usuli yordamida olingan natijalari.

№	Flavonoidlar nomi	Flavonoidlar miqdori mg/100ml	Namuna nomi
1	Apigenin	2.142	Yig‘ma -2
2	Rabinin	---	
3	Rutin	119.189	
4	Gipolayetin	0.258	
5	Izoramnetin	1.254	
6	Gall kislota	45.995	
7	Giperazid	10.214	
8	Lyuteolin	0.866	

Olingan YuSSX xromatogrammalarining tahliliga ko‘ra, **“Yig‘ma–2” namunasida** bir qator biologik faol flavonoidlar va fenol kislotalar mavjudligi aniqlandi. Tahlil natijalariga asosan, namuna tarkibida **rutin flavonoidi yetakchi komponent** hisoblanadi va uning miqdori **119,189 mg/100 ml** ni tashkil etdi. Bu ko‘rsatkich rutin flavonoidining mazkur namuna tarkibida asosiy flavonoidlardan biri ekanligini ko‘rsatadi.

Namuna tarkibida shuningdek **gall kislotasi** ham sezilarli miqdorda aniqlanib, uning miqdori **45,995 mg/100 ml** ni tashkil etdi. Gall kislotasi kuchli antioksidant xususiyatga ega bo‘lib, hujayralarni oksidlovchi stressdan himoya qilishda muhim ahamiyatga ega.

Giperazid flavonoidi namuna tarkibida **10,214 mg/100 ml** miqdorda mavjud bo‘lib, u o‘rtacha miqdordagi biologik faol birikmalar qatoriga kiradi. **Apigenin (2,142 mg/100 ml)** va **izoramnetin (1,254 mg/100 ml)** flavonoidlari esa nisbatan kam miqdorda aniqlangan bo‘lsa-da, ularning yallig‘lanishga qarshi va antioksidant xususiyatlari ilmiy adabiyotlarda keng yoritilgan.

Bundan tashqari, namuna tarkibida **lyuteolin (0,866 mg/100 ml)** hamda **gipolaetin (0,567 mg/100 ml)** past miqdorlarda qayd etildi. Ushbu flavonoidlar miqdor jihatidan kam bo‘lsa ham biologik faolligi jihatidan muhim hisoblanadi.

Rabinin flavonoidi esa tahlil natijalariga ko‘ra namuna tarkibida aniqlanmadi. Bu holat mazkur birikmaning namunada yo‘qligi yoki aniqlash chegarasidan past miqdorda ekanligi bilan izohlanadi.

Umuman olganda, ushbu namuna tarkibi flavonoidlar va fenol kislotalariga boy bo‘lib, ayniqsa **rutin va gall kislotasining yuqori miqdorda mavjudligi** ushbu namunani farmakologik va biologik jihatdan istiqbolli xomashyo sifatida baholash imkonini beradi. Ushbu birikmalar inson organizmida qon aylanishini yaxshilash, immun tizimini mustahkamlash hamda bakteriya va viruslarga qarshi himoya mexanizmlarini kuchaytirishda muhim ro‘l o‘ynaydi.

Xulosa. Shunday qilib, o‘tkazilgan tahlillari natijasida **o’t haydovchi yig’ma namunasi tarkibida biologik faol flavonoidlar va fenol kislotalarining mavjudligi** aniqlandi. Tadqiqot natijalari mazkur namuna flavonoid tarkibi jihatidan boy ekanligini ko‘rsatdi. Miqdoriy tahlil natijalariga ko‘ra, **rutin flavonoidi** namuna tarkibida eng yuqori miqdorda aniqlanib, bu esa rutin mazkur namunada asosiy flavonoid komponent ekanligini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, olingan natijalar **o’t haydovchi yig’ma namunasining farmakologik jihatdan istiqbolli ekanligini,** xususan, uning antioksidant, immun tizimini qo‘llab-quvvatlovchi hamda qon aylanishini yaxshilovchi xususiyatlarga ega bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari ushbu namuna asosida biologik faol qo‘shimchalar va dori vositalarini yaratish maqsadida ulardan amaliy foydalanish nuqtai nazaridan istiqbolli hisoblanadi.

Adabiyotlar

1. Karimov V., Shomaxmudov A. Xalq tabobati va zamonaviy ilmi tib-biyotda qo‘llaniladigan shifobaxsh o‘simliklar. Ibn-Sino nomidagi nashryot matbaa birlashmasi. Toshkent. 1993. 318 s.
2. Meliboyev S., Isroilov M., Isomiddinov Z., Abdunazarov X. va Tursunova Sh. O‘zbekiston florasida o‘suvchi dorivor o‘simliklar. “O‘quv qo‘llanma” Farg‘ona 2018-yil. 224 s.
3. Mavlonova M.A. Na’matak (rosa) turkumining turlari va ularni yetishtirish texnologiyasi. Tadqiqotlar jahon ilmiy – metodik jurnali. 2024-yil, №34-son. 3-to‘plam. 129-132 b.
4. Ergashev A., Ahmedov O‘, Abzalov A., Yulchiyeva M., Mamatkarimov A. Dorivor o‘simliklarni yetishtirish texnologiyasi fanidan amaliy mashg‘ulotlar. Toshkent-2009. 73-74 b.
5. Верниковская Н. А. Дисс. Хроматографическое определение фенольных соединений флавоноидов в лекарственных растениях канд. хим. наук. – Краснодар: КубГУ. 2011. – 187 с
6. Валентина Андреевна Сагарадзе, Елена Юрьевна, Елена Каленикова Бабаева. Определение флавоноидов в цветках с листьями боярышника методом ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием. Химико -фармацевтический журнал. 2017. 51(4). С. 30-33 DOI: 10.30906/0023-1134-2017-51-4-30-33

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДНОГО СОСТАВА ЖЕЛЧЕГОННОГО СБОРА МЕТОДОМ ВЭЖХ

Хамидиллохон Умархонов Вахобжон угли
Ташкентский фармацевтический институт, магистрант
https://orcid.org/0009-0005-0236-6609

Манзура Тохировна Муллажонова
Ташкентский фармацевтический институт, PhD, доцент
https://orcid.org/0009-0001-7185-8202

Ходжаева Нафисахон Тоштемировна
Кокандский государственный университет, PhD, доцент
https://orcid.org/0009-0002-1429-5375

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.588

Ключевые слова: ВЭЖХ-анализ, флавоноиды, рутин, галловая кислота, антиоксидантная активность.

Аннотация.

В результате проведённого ВЭЖХ-анализа в образце желчегонного сбора установлено наличие биологически активных флавоноидов и фенольных кислот. Полученные данные свидетельствуют о богатом флавоноидном составе исследуемого образца. Согласно результатам количественного анализа, флавоноид рутин был выявлен в наибольшем количестве и отмечен как основной флавоноидный компонент. Полученные результаты указывают на антиоксидантную активность и фармакологическую перспективность желчегонного сбора.

Как цитировать

Умархонов, Х., Муллажонова, М. Т., & Тоштемировна, Х. Н. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДНОГО СОСТАВА ЖЕЛЧЕГОННОГО СБОРА МЕТОДОМ ВЭЖХ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.588

ВВЕДЕНИЕ. Известно, что в настоящее время во всём мире широко распространены заболевания печени, желчевыводящих путей и желчного пузыря, и их лечение относится к числу актуальных проблем современной медицины. В возникновении данных заболеваний важную роль играют нарушения функции центральной нервной системы, различные патологии внутренних органов, экологические факторы, инфекционные заболевания, неправильное питание, а также длительное применение отдельных лекарственных средств [1].

В последние годы существенно возрастает спрос на препараты раститель-ного происхождения, применяемые при лечении заболеваний печени и желчевыводящих путей. Это прежде всего объясняется тем, что лекарствен-ные средства, полученные из растительного сырья, по сравнению с синтети-ческими препаратами обладают меньшей токсичностью, оказывают более мягкое воздействие на организм и могут применяться в течение длительного времени. Гепатопротекторные, антиоксидантные и желчегонные свойства флавоноидов, фенольных кислот и других биологически активных веществ, содержащихся в лекарственных растениях, подтверждены научными исследованиями [2].

В связи с этим в настоящем исследовании на основе научных и практических данных был приготовлен желчегонный сбор из четырёх лекарственных растений, а содержание флавоноидов в его составе изучено методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Обзор литературы и методы. Лекарственные растения и содержащиеся в них биологически активные вещества занимают важное место в фармакогнозии и фитотерапии. В частнос-ти, такие растения, как календула лекарственная (Calendula officinalis L.), шиповник (Rosa spp.), дастарбош и ромашка аптечная (Matricaria chamomilla L.), широко применяются в народной медицине и современной медицинской практике [3].

В литературных источниках отмечается, что цветки календулы богаты флавоноидами, тритерпеноидами и каротиноидами и обладают противовоспа-лительными, желчегонными и антиоксидантными свойствами. Плоды шиповника являются богатым источником аскорбиновой кислоты, флавонои-дов и фенольных соединений и оказывают поддерживающее влияние на функцию печени [3].

Флавоноиды и эфирные масла, содержащиеся в цветках ромашки, характеризуются спазмолитическим и противовоспалительным действием, способствуя улучшению функции желчевыводящих путей. Растение дастарбош также богато биологически активными веществами и в народной медицине применяется как желчегонное и седативное средство [3–4].

Подготовка образцов и методы исследования. В последние годы метод ВЭЖХ (высокоэффективной жидкостной хроматогра-фии) признаётся одним из наиболее надёжных и высокоточных методов качественного и количественного определения флавоноидов в лекарственных растениях и их сборах. Применение данного метода позволяет с высокой точностью оценивать состав и содержание биологически активных веществ.

В качестве объекта исследования был выбран желчегонный сбор, состоящий из цветков календулы, плодов шиповника, дастарбоша и цветков ромашки. Сбор был приготовлен в следующем соотношении:

Состав желчегонного сбора:

Цветки календулы — 1 часть

Плоды шиповника — 2 части

Цветки дастарбоша — 1 часть

Цветки ромашки — 1 часть

Целью настоящего исследования является изучение флавоноидного состава экстрактов, полученных из желчегонного сбора, методом высокоэф-фективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Для исследования флавоноидов высушенные органы растительного сбора измельчали до размера частиц 0,1–1,5 мм. Отбирали навеску желчегонного сбора массой точно 1 г и экстрагировали 99 мл 70%-ного этанола в течение 2 часов при температуре 50–60 °C в плоскодонной колбе, оснащённой обратным холодильником, при интенсивном перемешивании. Полученный раствор помещали в ультразвуковую ванну; экстракцию проводили при 35 °C в течение 15 минут с интервалом 10 минут, двукратно. Экстракт охлаждали до комнатной температуры. Сначала раствор фильтровали, затем 2 мл фильтрата пропускали через мембранный фильтр (0,2 мкм). Из полученного раствора отбирали аликвоту 100 мкл и разбавляли элюентом до 1 мл [5].

Приготовление стандартного раствора. Стандартные образцы флавоноидов (рабинин, изорамнетин, гиперазид, рутин, апигенин, лютеолин, гиполаэтин, галловая кислота) отбирали в количестве 10 мг, помещали в мерную колбу объёмом 100 мл и добавляли 80 мл метанола. Для полного растворения и получения истинного раствора смесь помещали в ультразвуковую ванну и растворяли до образования однородного раствора. Затем объём доводили метанолом до метки и получали основной раствор с массовой концентрацией 0,1 мг/мл. В мерную колбу объёмом 50 мл вносили по 5 мл каждого стандартного раствора и доводили объём до метки метанолом. Таким образом готовили рабочие стандартные растворы с массовой концентрацией 0,01 мг/мл. Полученные растворы фильтровали через фильтр с размером пор 0,45 мкм и вводили в хроматограф.

Регистрация результатов и расчёты. Количественное определение образцов проводили методом внешнего стандарта путём сравнения с пиком стандарта на хроматограмме.

Массовую долю флавоноидов рассчитывали по формуле (1) (формула приведена на рисунке):

$$X = (S_2 \cdot C_1 \cdot V) / (S_1 \cdot m) \cdot 1000$$

где S_2 - площадь пика, соответствующего флавоноиду в растворе образца;

C_1 - массовая концентрация флавоноида в рабочем стандартном растворе (0,01 мг/мл);

V - объём анализируемого раствора образца, мл;

S_1 - площадь пика, соответствующего флавоноиду в рабочем стандартном растворе;

m - масса навески образца, г;

1000 - коэффициент пересчёта.

Для каждого образца анализ выполняли в трёх повторностях. Окончательный результат определяли как среднее арифметическое значение по данным трёх измерений.

С использованием метода высокоэффективной жидкостной хромато-графии (ВЭЖХ, HPLC) был установлен качественный и количественный состав флавоноидов в желчегонном сборе. Результаты анализа представлены в таблице.

Условия и параметры хроматографирования: детектор – диодномат-ричный детектор (ДМД) при элюировании в градиентном режиме; спектраль-ная область - УФ-диапазон 200 - 400 нм; подвижная фаза (градиентный режим) – ацетонитрил-буферный раствор, pH = 2,92: (4%:96%) 0-6 мин, (10%:90%) 6-9 мин, (20%:80%) 9-15 мин, (4%:96%) 15-20 мин; объём инъекции - 10 мкл; скорость потока подвижной фазы - 0,75 мл/мин; неподвижная фаза (колонка) - Zorbax Eclipse XDB C18, 5,0 мкм, 4,6 × 250 мм; длины волн регистрации диодно-матричного детектора - 254, 272, 292, 297, 360 нм [6].

Результаты и обсуждение.При анализе флавоноидного состава исследуемого желчегонного сбора использовали стандартные образцы флавоноидов и соответствующие им хроматографические показатели. В качестве стандартных образцов применяли рабинин, изорамнетин, гиперазид, рутин, апигенин, лютеолин, гиполаэтин, галловую кислоту и др. Флавоноидный состав желчегонного сбора по данным хроматограмм ВЭЖХ представлен на следующем рисунке. Анализ полученных результатов приведён в таблице.

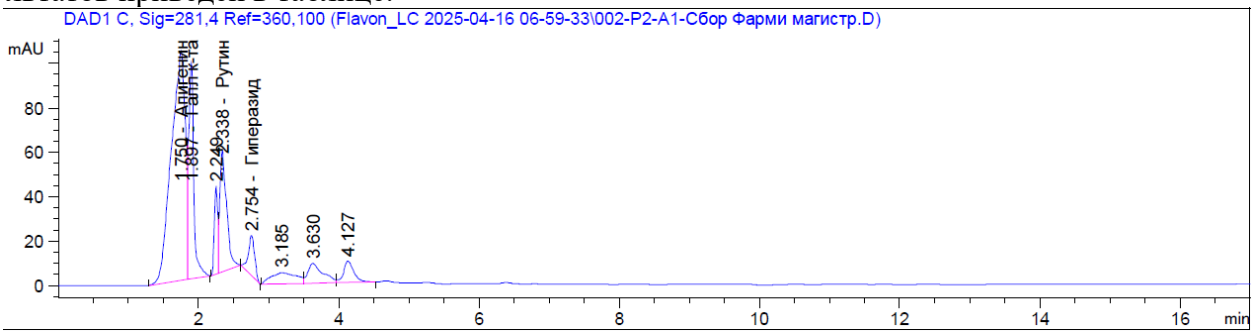


Рисунок 1. Хроматограмма флавоноидов желчегонного сбора.

Таблица 1. Результаты определения флавоноидов в желчегонном сборе методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

№	Наименование флавоноида	Содержание, мг/100 мл	Наименование образца
1	Апигенин	2,142	Сбор–2
2	Рабинин	—	
3	Рутин	119,189	
4	Гиполаэтин	0,258	
5	Изорамнетин	1,254	
6	Галловая кислота	45,995	
7	Гиперазид	10,214	
8	Лютеолин	0,866	

По результатам анализа хроматограмм ВЭЖХ установлено, что в образце «Сбор–2» присутствует ряд биологически активных флавоноидов и фенольных кислот. Согласно полученным

данным, ведущим компонентом является флавоноид рутин, содержание которого составило 119,189 мг/100 мл, что указывает на его доминирующую роль в составе исследуемого образца.

Также в образце в значительном количестве определена галловая кислота — 45,995 мг/100 мл. Галловая кислота характеризуется выраженными антиоксидантными свойствами и может играть важную роль в защите клеток от окислительного стресса.

Флавоноид гиперазид обнаружен в количестве 10,214 мг/100 мл и относится к соединениям со средним уровнем содержания. Апигенин (2,142 мг/100 мл) и изорамнетин (1,254 мг/100 мл) выявлены в меньших количествах; при этом в научной литературе широко описаны их противовоспалительные и антиоксидантные свойства.

Кроме того, в составе образца отмечены лютеолин (0,866 мг/100 мл) и гиполаэтин (0,258 мг/100 мл) в низких концентрациях. Несмотря на сравнительно небольшое содержание, данные соединения представляют интерес с точки зрения биологической активности.

По данным анализа рабинин в исследуемом образце не выявлен, что может быть обусловлено его отсутствием либо содержанием ниже предела обнаружения применяемого метода.

В целом образец характеризуется высоким содержанием флавоноидов и фенольных кислот; особенно значимые уровни рутина и галловой кислоты позволяют рассматривать данный сбор как перспективное растительное сырьё для дальнейшей фармакологической и биологической оценки.

Заключение. Таким образом, по результатам проведённых исследований установлено наличие биологически активных флавоноидов и фенольных кислот в составе образца желчегонного сбора. Полученные данные свидетельствуют о том, что исследуемый образец характеризуется богатым флавоноидным составом.

Согласно результатам количественного анализа, флавоноид рутин был выявлен в наибольшем количестве, что подтверждает его роль в качестве основного флавоноидного компонента данного образца.

В целом полученные результаты указывают на фармакологическую перспективность желчегонного сбора, в частности на возможное проявление антиоксидантных свойств, поддерживающего влияния на иммунную систему, а также способности улучшать кровообращение. Результаты исследования позволяют рассматривать данный образец как перспективное растительное сырьё для практического применения при разработке биологически активных добавок и лекарственных средств.

Литературы

1. Karimov V., Shomaxmudov A. Xalq tabobati va zamonaviy ilmi tib-biyotda qo‘llaniladigan shifobaxsh o‘simliklar. Ibn-Sino nomidagi nashryot matbaa birlashmasi. Toshkent. 1993. 318 s.
2. Meliboyev S., Isroilov M., Isomiddinov Z., Abdunazarov X. va Tursunova Sh. O‘zbekiston florasida o‘suvchi dorivor o‘simliklar. “O‘quv qo‘llanma” Farg‘ona 2018-yil. 224 s.
3. Mavlonova M.A. Na’matak (rosa) turkumining turlari va ularni yetishtirish texnologiyasi. Tadqiqotlar jahon ilmiy – metodik jurnali. 2024-yil, №34-son. 3-to‘plam. 129-132 b.
4. Ergashev A., Ahmedov O‘, Abzalov A., Yulchiyeva M., Mamatkarimov A. Dorivor o‘simliklarni yetishtirish texnologiyasi fanidan amaliy mashg‘ulotlar. Toshkent-2009. 73-74 b.
5. Верниковская Н. А. Дисс. Хроматографическое определение фенольных соединений флавоноидов в лекарственных растениях канд. хим. наук. – Краснодар: КубГУ. 2011. – 187 с
6. Валентина Андреевна Сагарадзе, Елена Юрьевна, Елена Каленикова Бабаева. Определение флавоноидов в цветках с листьями боярышника методом ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием. Химико -фармацевтический журнал. 2017. 51(4). С. 30-33 DOI: 10.30906/0023-1134-2017-51-4-30-33

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

DETERMINATION OF THE FLAVONOID COMPOSITION OF A CHOLERETIC HERBAL MIXTURE BY HPLC METHOD

Khamidillokhon V. Umarkhonov
Tashkent Pharmaceutical Institute, Master's student
https://orcid.org/0009-0005-0236-6609

Manzura T. Mullajonova
Tashkent Pharmaceutical Institute, Associate Professor, PhD
https://orcid.org/0009-0001-7185-8202

Nafisakhon T. Khojayeva
Kokand State University, Associate Professor, PhD
https://orcid.org/0009-0002-1429-5375

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.588

Keywords: HPLC analysis, flavonoids, rutin, gallic acid, antioxidant activity.

Annotation.
As a result of the HPLC analysis, the presence of biologically active flavonoids and phenolic acids was identified in the choleretic herbal mixture sample. The obtained results indicate that the studied sample is rich in flavonoid compounds. According to the quantitative analysis, the flavonoid rutin was detected in the highest amount and was identified as the main flavonoid component. The results demonstrate the antioxidant activity and pharmacological potential of the choleretic herbal mixture.

How to Cite
Umarkhonov, X., Mullajonova, M. T., & Toshtemirovna X. N. DETERMINATION OF THE FLAVONOID COMPOSITION OF A CHOLERETIC HERBAL MIXTURE BY HPLC METHOD. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.588

Introduction. It is known that, worldwide, diseases of the liver, biliary tract, and gallbladder are highly prevalent, and their treatment remains one of the pressing problems of modern medicine. The development of these diseases is associated with dysfunction of the central nervous system, various disorders of internal organs, environmental factors, infectious diseases, improper nutrition, as well as the long-term use of certain medications [1].

In recent years, the demand for herbal preparations for the treatment of liver and biliary tract diseases has increased markedly. This is primarily explained by the lower toxicity of plant-derived medicines compared with synthetic drugs, their milder effects on the body, and the possibility of long-term use. Scientific studies have confirmed the hepatoprotective, antioxidant, and choleretic properties of flavonoids, phenolic acids, and other biologically active compounds found in medicinal plants [2].

In this regard, the present study, based on scientific and practical evidence, prepared a choleretic herbal mixture from four medicinal plants, and its flavonoid composition was investigated using high-performance liquid chromatography (HPLC).

Literature review and methods. Medicinal plants and their biologically active compounds play an important role in pharmacognosy and phytotherapy. In particular, marigold (Calendula offi-cinalis L.), rosehip (Rosa spp.), dastarbosh, and chamomile (Matricaria chamomilla L.) are widely used in traditional medicine and modern clinical practice [3].

The literature reports that marigold flowers are rich in flavonoids, triterpenoids, and carotenoids and exhibit anti-inflammatory, choleretic, and antioxidant properties. Rosehip fruits are a rich source of ascorbic acid, flavonoids, and phenolic compounds and exert a supportive effect on liver function [3].

Flavonoids and essential oils contained in chamomile flowers have antispasmodic and anti-inflammatory effects and improve biliary tract function. The dastarbosh plant is also rich in biologically active substances and is used in traditional medicine as a choleretic and sedative agent [3-4].

Sample preparation and analytical methods. In recent years, HPLC has been recognized as one of the most reliable and highly accurate methods for the qualitative and quantitative determination of flavonoids in medicinal plants and their mixtures. This method enables precise assessment of the composition and content of biologically active substances.

The study object was a choleretic herbal mixture composed of marigold flowers, rosehip fruits, dastarbosh, and chamomile flowers. The mixture was prepared in the following ratio.

Composition of the choleretic herbal mixture:

Marigold flowers - 1 part

Rosehip fruits - 2 parts

Dastarbosh flowers - 1 part

Chamomile flowers - 1 part

The aim of the study was to investigate the flavonoid composition of extracts obtained from the choleretic herbal mixture using high-performance liquid chromatography.

To study flavonoids, the dried plant materials of the mixture were ground to a particle size of 0.1-1.5 mm. A precisely weighed 1 g sample of the choleretic mixture was taken and extracted with 99 mL of 70% ethanol for 2 h at 50–60 °C in a flat-bottom flask equipped with a reflux condenser under intensive stirring. The resulting solution was placed in an ultrasonic bath, and extraction was performed twice at 35 °C for 15 min with a 10-min interval. The extract was cooled to room temperature. The solution was first filtered; then 2 mL of the filtrate was passed through a membrane filter (0.2 µm). An aliquot of 100 µL was taken from this solution and diluted with the eluent to a final volume of 1 mL [5].

Preparation of the standard solution. Standard compounds (rabinin, isorhamnetin, hyperoside, rutin, apigenin, luteolin, hypolaetin, and gallic acid) were weighed in an amount of 10 mg, transferred to a 100 mL volumetric flask, and 80 mL of methanol was added. To ensure complete dissolution and obtain a true solution, the mixture was placed in an ultrasonic bath and dissolved until a homogeneous solution was formed. The volume was then brought to the mark with methanol to obtain a stock solution with a mass concentration of 0.1 mg/mL. Into a 50 mL volumetric flask, 5 mL of each stock standard solution was transferred, and the volume was brought to the mark with methanol. In this way, working standard solutions were prepared with a mass concentration of 0.01 mg/mL. These solutions were filtered through a 0.45 µm pore-size filter and injected into the chromatograph.

Recording of Results and Calculations

Quantitative determination of the samples was performed by comparison with the peak of the external standard on the chromatogram.

The mass fraction of flavonoids was calculated according to the following equation:

$$X = (S_2 \cdot C_1 \cdot V) / (S_1 \cdot m) \cdot 1000$$

where S_2 is the peak area corresponding to the flavonoid in the sample solution; C_1 is the mass concentration of the flavonoid in the working standard solution (0.01 mg/mL);

V is the volume of the analyzed sample solution, mL;

S_1 is the peak area corresponding to the flavonoid in the working standard solution;

m is the sample mass, g;

1000 is the conversion factor.

For each sample, the analysis was performed in triplicate. The final result was determined as the arithmetic mean of the three replicate measurements.

Using high-performance liquid chromatography (HPLC), the qualitative and quantitative composition of flavonoids in the choleretic herbal mixture was determined. The analytical results are presented in the table.

Chromatographic conditions: detector-diode-array detector (DAD) under gradient elution; spectral range-UV 200–400 nm; mobile phase (gradient mode)-acetonitrile - buffer solution, pH = 2.92: (4%:96%) 0 - 6 min, (10%:90%) 6-9 min, (20%:80%) 9-15 min, (4%:96%) 15-20 min; injection volume-10 µL; flow rate-0.75 mL/min; stationary phase (column) - Zorbax Eclipse XDB C18, 5.0 µm, 4.6 × 250 mm; DAD monitoring wavelengths - 254, 272, 292, 297, and 360 nm [6].

Results and Discussion

In the analysis of the flavonoid composition of the investigated choleretic herbal mixture, standard flavonoid compounds and their corresponding chromatographic parameters were used. The following standards were employed: rabinin, isorhamnetin, hyperoside, rutin, apigenin, luteolin, hypolaetin, and gallic acid.

The flavonoid profile of the choleretic mixture, as obtained from the HPLC chromatograms, is shown in the figure below. The analysis of the obtained results is presented in the table.

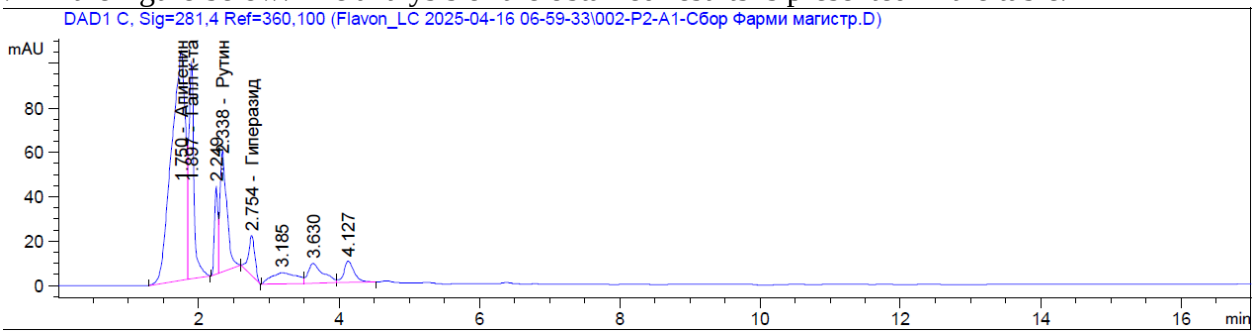


Figure 1. HPLC chromatogram of flavonoids in the choleretic herbal mixture.

Table 1. Results of flavonoid determination in the choleretic herbal mixture obtained by high-performance liquid chromatography (HPLC).

No.	Flavonoid name	Amount (mg/100 mL)	Sample name
1	Apigenin	2.142	Mixture - 2
2	Rabinin	—	
3	Rutin	119.189	
4	Hypolaetin	0.258	
5	Isorhamnetin	1.254	
6	Gallic acid	45.995	
7	Hyperoside	10.214	
8	Luteolin	0.866	

According to the analysis of the obtained HPLC chromatograms, the presence of several biologically active flavonoids and phenolic acids was confirmed in the “Mixture–2” sample. Based on the analytical results, rutin was the predominant flavonoid component, with a concentration of 119.189 mg/100 mL. This finding indicates that rutin is one of the major flavonoids in the investigated sample.

Gallic acid was also detected at a considerable level (45.995 mg/100 mL). Gallic acid is known for its strong antioxidant properties and plays an important role in protecting cells from oxidative stress.

Hyperoside was present at 10.214 mg/100 mL and can be classified among moderately abundant bioactive compounds. Although apigenin (2.142 mg/100 mL) and isorhamnetin (1.254 mg/100 mL) were detected in relatively lower amounts, their anti-inflammatory and antioxidant activities have been widely reported in the scientific literature.

In addition, luteolin (0.866 mg/100 mL) and hypolaetin (0.258 mg/100 mL) were recorded at low concentrations. Despite their comparatively low levels, these flavonoids are considered important due to their biological activity.

Rabinin was not detected in the sample according to the analytical results, which may indicate its absence in the mixture or a concentration below the detection limit of the method.

Overall, the sample is rich in flavonoids and phenolic acids. In particular, the high levels of rutin and gallic acid allow the “Mixture–2” sample to be regarded as a promising plant-based raw material from pharmacological and biological perspectives. These compounds may contribute to improved blood circulation, strengthening of the immune system, and enhancement of protective mechanisms against bacterial and viral agents in the human body.

Conclusion. Thus, the analyses confirmed the presence of biologically active flavonoids and phenolic acids in the choleretic herbal mixture sample. The results indicate that the investigated sample is rich in flavonoid constituents.

According to the quantitative analysis, rutin was identified as the most abundant flavonoid, confirming its role as the main flavonoid component of this sample.

In general, the findings suggest that the choleretic herbal mixture has pharmacological potential, particularly with possible antioxidant activity, immune-supporting effects, and the ability to improve blood circulation. From a practical standpoint, the results indicate that this sample is promising for application in the development of biologically active supplements and medicinal products.

References

1. Karimov V., Shomaxmudov A. Xalq tabobati va zamonaviy ilmi tib-biyotda qo‘llaniladigan shifobaxsh o‘simliklar. Ibn-Sino nomidagi nashryot matbaa birlashmasi. Toshkent. 1993. 318 s.
2. Meliboyev S., Isroilov M., Isomiddinov Z., Abdunazarov X. va Tursunova Sh. O‘zbekiston florasida o‘suvchi dorivor o‘simliklar. “O‘quv qo‘llanma” Farg‘ona 2018-yil. 224 s.
3. Mavlonova M.A. Na’matak (rosa) turkumining turlari va ularni yetishtirish texnologiyasi. Tadqiqotlar jahon ilmiy – metodik jurnali. 2024-yil, №34-son. 3-to‘plam. 129-132 b.
4. Ergashev A., Ahmedov O‘, Abzalov A., Yulchiyeva M., Mamatkarimov A. Dorivor o‘simliklarni yetishtirish texnologiyasi fanidan amaliy mashg‘ulotlar. Toshkent-2009. 73-74 b.
5. Верниковская Н. А. Дисс. Хроматографическое определение фенольных соединений флавоноидов в лекарственных растениях канд. хим. наук. – Краснодар: КубГУ. 2011. – 187 с
6. Валентина Андреевна Сагарадзе, Елена Юрьевна, Елена Каленикова Бабаева. Определение флавоноидов в цветках с листьями боярышника методом ВЭЖХ со спектрофотометрическим детектированием. Химико -фармацевтический журнал. 2017. 51(4). С. 30-33 DOI: 10.30906/0023-1134-2017-51-4-30-33

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

DALACHOY, GAZANDA VA ERMON O‘SIMLIKLARINING ANTIRADIKALLIK FAOLLIGINI O‘RGANISH

Ibrohimjon Rahmonovich Asqarov
Andijon davlat universiteti kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan ixtirochi, O‘zbekiston tabobat akademiyasi raisi
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Umidjon Shokirjonovich Xusanov
Andijon davlat tibbiyot instituti, Tibbiy kimyo kafedrasi dotsenti, PhD
https://orcid.org/0009-0005-2882-9157

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.578

Kalit so'zlar: Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l, antiradikal faollik, ingibirlash, IC50, ARF%

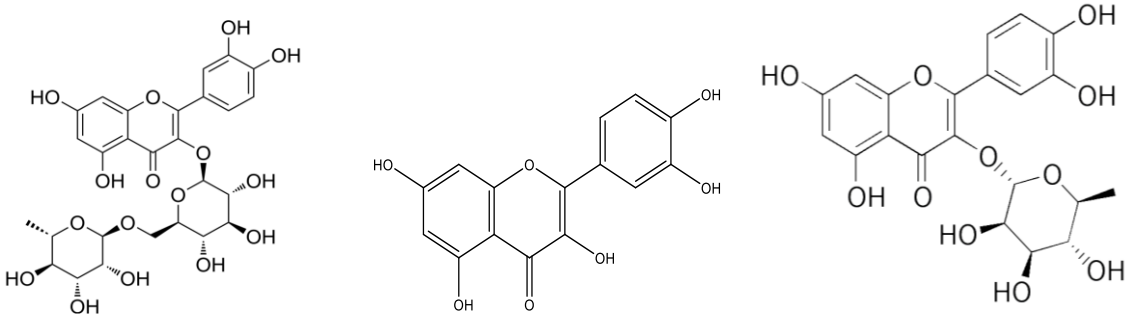
Annotatsiya

Ushbu maqola dalachoy, gazanda va ermon o‘simliklarining antiradikal faolligini o‘rganishga bag‘ishlangan. O‘simliklarning yer ustki qismlaridan tayyorlangan namunalar spektrofotometrik usulda tahlil qilinib, 2,2-difenil-1-pikrilgidrozil (DPPH) erkin radikalini so’ndirish usulida baholash tadqiqot natijalari keltirilgan. Olti xil nisbatdagi (1:1:1, 3:1:1, 1:3:1, 1:1:3, 3:2:1, 2:3:1,) aralashmalar tahlili shuni ko‘rsatdiki, eng yuqori ingibirlash darajasi 76.17 % bo‘lib Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l larning 1:1:1 aralashmasida kuzatilgan. Tahlillar 25, 50, 75, 100 mkl gacha bo‘lgan miqdorlarda o‘tkazilib, konsentratsiya ortishi bilan ingibirlanish darajasini ortishi aks ettirilgan. Olingan natijalar mazkur aralashmaning biologik faolligini va samaradorligini tasdiqlaydi.

Havola uchun

Хусанов, У. DALACHOY, GAZANDA VA ERMON O‘SIMLIKLARINING ANTIRADIKALLIK FAOLLIGINI O‘RGANISH . Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.578

Kirish. Dalachoy O’zbekiston hududining barcha joylarida o’suvchi, bo ‘yi 30-100 sm atrofida bo‘lgan ko‘p yillik o‘simlik. Dalachoy jigar sirrozi kasalliklarini davolashda ishlatiladi[1]. Uning tarkibida quyidagi flavonoidlar uchraydi.

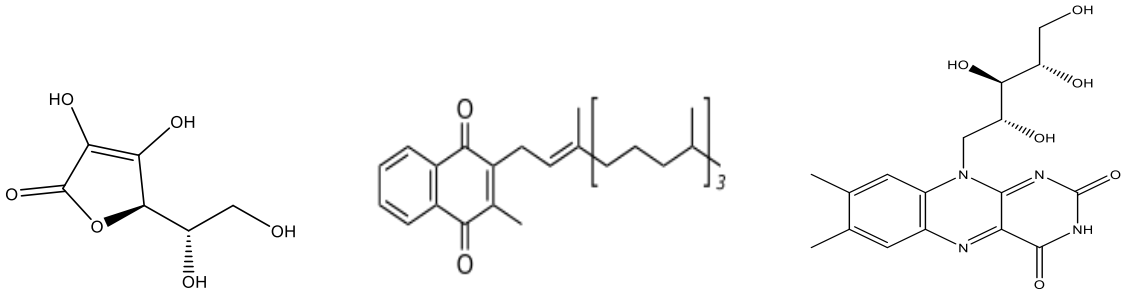


rutin kversetin kversetrin

1-rasm. Dalachoy o’simligi tarkibida uchrovchi fenolli birikmalar.

1-ramda ko’rsatilgan dalachoy o’simligi tarkibidagi bu fenolli birikmalar antioksidantlik va antiradikallik xolatini namoyon qilishiga asos bo’la oladi[2].

Gazanda mamlakatimizning barcha tumanlarida uchraydigan, bo’yi 60-150 sm bo’lgan ko’p yillik o’simlik.Uning maydalangan bargida jigar yallig’lanishi, ildizidan esa jigar sirrozi kasalliklarini davolashda ishlatiladi. Bu o’simlik tarkibida asosan quyidagi vitaminlar uchraydi.

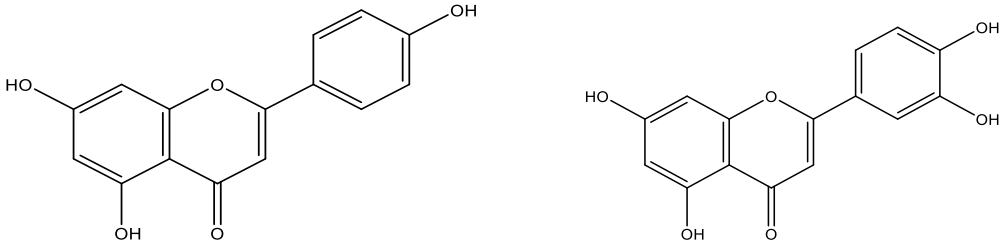


vitamin C vitamin K vitamin B_2

2-rasm. Gazanda o'simligi tarkibida uchrovchi vitaminlar.

2-rasm gazanda o'simligining barg qismida uchrovchi vitamin-C organizmda erkin radikallarni zararsizlantiradi, hujayralarni oksidlovchi stressdan himoya qiladi, vitamin –K **jigar faoliyatida ishtirok etadi,** ivish omillari asosan jigarda sintezlanadi, vitamin-B_2 esa antioksidant himoya bo'lib, glutation reduktaza fermenti faoliyati orqali hujayralarni erkin radikallardan himoya qiladi.

Ermon bo'yi 50-100 sm bo'gan ko'p yillik o'simlik. Bu o'simlikning yer ustki qismi jigar yallig'lanishiga qarshi ishlatiladi. Ermon poyasi va bargida asosan antioksidantlik xossasini namoyon qiluvchi, kversetin, apigenin, luteolin kabi flavonoidlar uchraydi[1].



apigenin luteolin

3-rasm. Ermon o'simligi tarkibida uchrovchi ayrim flavonoidlar

3-rasmda ko'rsatilgan flavonoidlar organizmda erkin radikallarni neytrallaydi, **jigarni himoyalash (gepatoprotektiv),** toksinlarni zararsizlantirish jarayonini qo'llab-quvvatlaydi va jigar hujayralarini tiklanishiga yordam beradi [3].

Tabiiy birikmalar terapevtik ta`sirga ega bo'lgan dori-darmonlarning bitmas-tuganmas manbai hisoblanadi. Ma'lumki organizmda erkin radikallar barcha organlar va organlar tizimini normal faolyatini tashkil qilish uchun inson tanasida boradigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlari, kislorod va azotning faol shakllaridan kelib chiqadi va organizmdagi turli endogen tizimlar, har xil fizik-kimyoviy sharoitlar yoki patofiziologik sharoitlar ta'sirida natijasida doimiy ravishda hosil bo`ladi. Erkin radikallar lipidlarni, oqsillarni va DNKni salbiy o'zgartirishi mumkin bu esa jigar, yurak-qon tomirlari kasalliklari, dibet va saraton kasalliklarini qo'zg'atadi. Organizmning radikallanish va oksidlanish jarayonini pasaytirishning eng muhim yo'llaridan biri, kelib chiqishi o'simlik bo'lgan foydali kompanentlarga boy tabiiy, ekzogen oziq-ovqat qo'shilmalarini iste'mol qilishdir[4].

O.Ganiyu boshchiligidagi Nigeriyalik biokimyogarlar o'simliklardan olingan bioaktiv moddalarning antioksidant (erkin radikalni tutuvchi) faolligini o'rganish bo'yicha keng qamrovli tadqiqotlar olib borganlar

Marsden Blois-DPPH (2,2-diphenil-1-pikrilgidrazil) radikalning tutish usulini tavsiflagan olimlardan biridir, bu usul butun dunyoda o'simlik ekstraktlarining antiradikallik faolligini o'lchashda standart usullardan biri sifatida qabul qilingan.

H.Yıldız, G.Tüzün va E. Erbayraktarlar Hypericum *perforatum l* o'simligining ekstraktlarida antioksidant faol moddalarning mavjudligi va ularning radikalga qarshi xossalarini o'rganishgan[5].

Turkiyalik olimlar M. Zengin va uning jamoasi Urtica dioica l. hamda boshqa o'simliklar birga fenol tabiatli moddalarni va ularning antiradikallik faolligi tekshirganlar Urtica dioica l ning radikalni tutish qobiliyati borligini aniqladilar [6].

I.Ismael va uning shogirtlari Artemisia absinthium l o‘simligining in-vitro va in-vivo o‘sib chiqqan namunalaridagi umumiy fenolik birikmalar, flavonoidlar va antioksidant faoliyatni tahlil qilganlar. Antioksidant faoliyat DPPH erkin radikalini yutish qobiliyati orqali baholangan[7].

Dorivor o‘simliklarning antiradikal faolligini o‘rganish hozirda ilmiy jamoatchilik tamonidan e‘tibor qaratilayotgan masalalardan biridir. Shulardan kelib chiqib biz ilmiy tadqiqotimizda *Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l,* o‘simliklarini antiradikallik faolligini o‘rganishni vazifa qilib oldik. Biz namunaning antiradikallik xususiyatini DPPH metodi bilan aniqladik, bu usul binafsha rangli 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil (DPPH) eritmasining rangsizlanishi vodorod atomi yoki elektronni beruvchi xususiyatlarga ega bo'lgan ba'zi sof antioksidant birikmalar mavjudligini aniqlash imkonini beradi. Barqaror DPPH• bu spektrofotometrik tahlilda ishlatiladigan reagentdir [8]. Mazkur tajribada Blois tomonidan amalga oshirilgan usul DPPH• erkin radikallarini ingibirlash xususiyatini baholash usuli kichik o'zgartirishlar bilan foydalanildi [9].

EKSPRIMENTAL QISM. DPPH ishchi eritmasini tayyorlash. 100 ml hajmli o‘lchov kolbasida etanolda 7.92 mM DPPH eritmasi tayyorlanib, alyuminiy qog‘ozga o‘ralib 30 daqiqa xona haroratida qorong‘i joyda saqlab qo‘yildi.

Namunalar ekstraktlarini tayyorlash. Dalachoy, gazanda, ermon o‘simliklaridan jami 6 xil hajmiy nisbatda 1:1:1, 3:1:1, 1:3:1, 1:1:3, 3:2:1, 2:3:1 spirtli va suvli ekstraktlar tayyorlandi. Namunalarning ekstraktlarini tayyorlashda 1 g o’simlik namunasini 25 ml 96 % li etanolda 20 daqiqa ultratovushli vannada ektraksiya qilish bilan amalga oshirildi. Olingan ekstrakt 0,45 mkm li shpritsli filtrdan o’tkazilib, analiz uchun foydalanildi [10]. Filtrlab olingan spirtli namunalar 10 barobar suyultirildi.

Tajriba qism. *Namunalarning antiradikallik xususiyatini aniqlash***.** 4 ml hajmli kvarts kyuvetaga 3 ml DPPH eritmasi va 100 mkl etanol (bo‘sh namuna) qo‘shib, spektrofotometrga joylashtirildi hamda 30 daqiqa davomida har 5 daqiqada 17 nm to‘lqin uzunligida nur yutilishi (D_1) YOKE (Xitoy) tomonidan ishlab chiqarilgan K7000 spektrofotometrida o‘lchandi. Namunaning antiradikallik xususiyatini baholash uchun 25, 50, 75, 100 mkl namuna 3 ml DPPH eritmasi bilan aralashtirilib, yuqoridagi tartibda 517 nm dagi nur yutilishi (D_2) o‘lchandi. Kyuvetadagi eritmaning umumiy hajmini 3,1 ml ga yetkazish uchun qolgan qismiga etanol qo‘shildi. Namunalarning antiradikallik xususiyati quyidagi formula bilan hisoblandi:

$$ARF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100\%$$

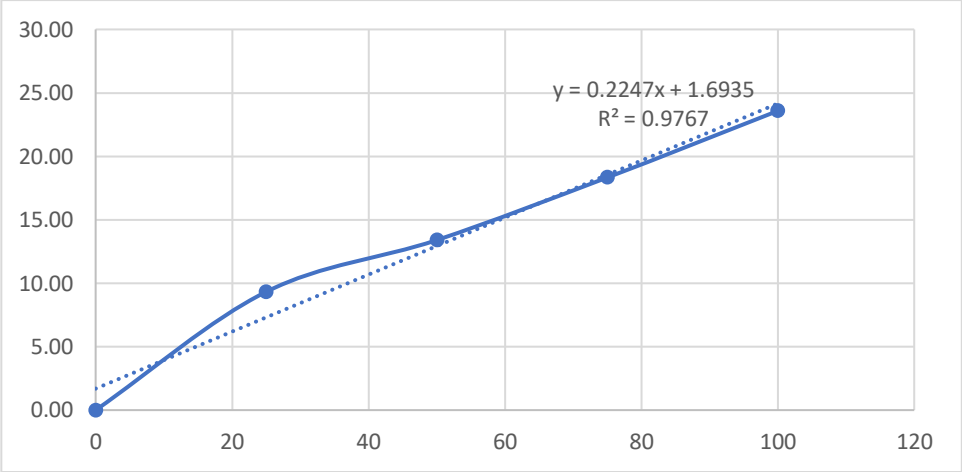
Olingan natijalar quyidagi 1-jadvalda berildi:

1-jadval. DPPH eritmasiga qo’shilgan bo’sh va tekshiriladigan Dalachoy-Gazanda-Ermonning (1:1:1) hajmiy nisbatdagi spirtli ektraksiya qilingan namunalarning o‘lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	Namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	0,933	0,00	75	0	0.933	0.00
	5	0.893	4.29		5	0.839	10.08
	10	0.865	7.29		10	0.793	15.01
	15	0.861	7.72		15	0.784	15.97
	20	0.855	8.36		20	0.775	16.93
	25	0.851	8.79		25	0.769	17.58
	30	0.846	**9.32**		**30**	0.762	**18.33**
50	0	0.933	0.00	100	0	0.933	0.00
	5	0.871	6.65		5	0.803	13.93
	10	0.831	10.93		10	0.751	19.51
	15	0.826	11.47		15	0.741	20.58
	20	0.82	12.11		20	0.73	21.76
	25	0.815	12.65		25	0.723	22.51

	30	0.808	**13.40**		**30**	0.713	**23.58**

1-jadvalda DPPH eritmasiga qo'shilgan spirtli ekstraksiyalarning nur yutilishi ko'rsat-kichlari keltirilgan bo'lib, namunalarning IC_{50} – DPPH eritmasining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasini hisoblash uchun har bir tajribaning 30-daqiqadagi antiradikallik faolliklari (ARF%) qiymatlari va qo'shilgan spirtli namunalar hajmi asosida quyidagi grafik tuzildi hamda unga o'tkazilgan trend chizig'i funktsiyasi asosida hisoblab topildi.



4-rasm. Spirtli estraksiya qilingan namunaning 10-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o'rastidagi bog'liqlik grafiki.

4-rasmda ko'rsatilgan grafikga o'tkazilgan trend chizig'i funksiya formulasi y=mx+b dan 50 % ARF% namoyon qiluvchi hajmni (IC_{50}) x=(y-b)/m formulasi asosida hisoblandi:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.9767)}{0.2247} = 218.17\ mkl$$

Huddi shunday metod bilan qolgan hajmiy nisbatda olingan na'munalarning spirtli ekstraktlarining ham antiradikallik faoligi o'lchangan, olingan natijalar 2–jadvalda ko'rsatilgan.

2-jadval. Namunalarning 10 barobar suyultirilgan spirtli ekstraklarining 100 mkl hajmi 30-daqiqadagi antiradikallik faolliklari qiymatlari (ARF%) va IC_{50} – DPPH radikallarining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasi (mkl)

Vaqt	*Hyrericum perforatum L, Urtica dioica L, Artemisia absinthium L* o'simliklarining turli nisbatdagi kompozitsiyalari					
	Dalachoy-Gazanda-Ermon 1:1:1	***Dalachoy-Gazanda-Ermon 3:1:1***	***Dalachoy-Gazanda-Ermon 1:3:1***	***Dalachoy-Gazanda-Ermon 1:1:3***	***Dalachoy-Gazanda-Ermon 3:2:1***	***Dalachoy-Gazanda-Ermon 2:3:1***
ARF%	23.58	19.83	15.29	20.07	14.67	23.37
IC_{50} mkl	218.17	257.5	341.7	256.2	335.3	216.5

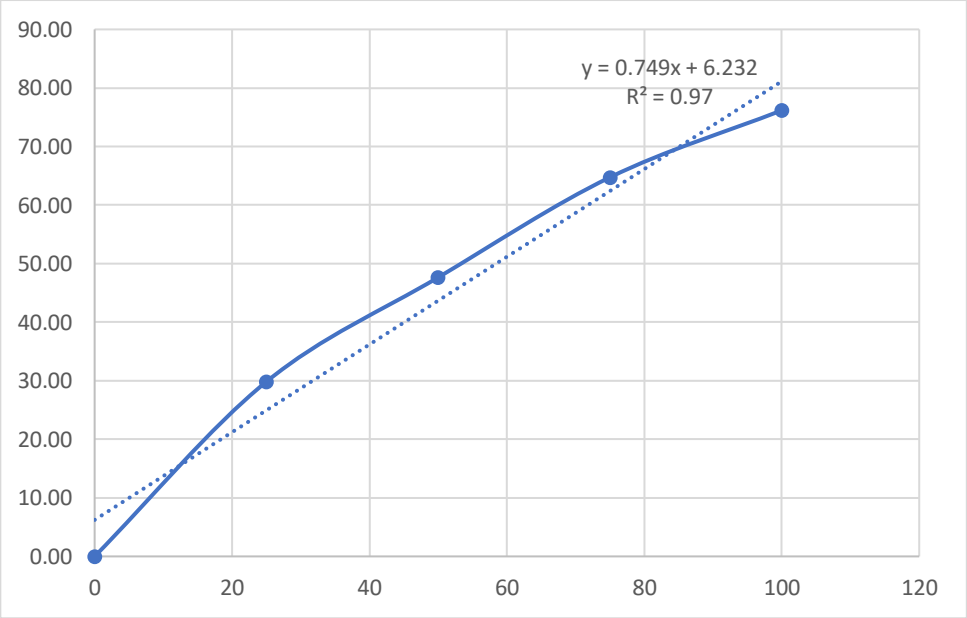
Yuqorida ko'rsatilgan 2-jadvalda dalachoy, gazanda va ermon o'simliklarining spirtli ekstraksiyalarida antiradikal faolligi 1:1:1 hajmiy nisbatlarda eng yuqori 23.58% ni ko'rsatmoqda. IC_{50} – DPPH radikallarining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasi (mkl) esa *Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l* o'simliklarining spirtli ekstraklarida eng yuqori 1:1:1 hajmiy nisbatdagi aralashmada 218.17 mkl ni tashkil etmoqda.

Dalachoy, gazanda va ermon o'simliklari suvli ekstratsiyalarining antiradikallik faolligik qiymatlari ham shu usul bilan hisoblandi. Olingan natijalar 3-jadvalda ko'rsatilgan.

3-jadval. DPPH eritmasiga qo'shilgan bo'sh va tekshiriladigan *Dalachoy-Gazanda-Ermon(1:1:1)nisbatdagi* suvli ektraksiya qilingan namunalarning o'lchangan nur yutilishi va hisoblangan antiradikallik faollik qiymatlari

Hajm, mkl	Vaqt, daq.	Namuna					
		Abs, D	ARF%		Vaqt, daq.	Abs, D	ARF%
25	0	0,831	0,00	75	0	0,831	0,00
	5	0,707	14,92		5	0,546	34,30
	10	0,662	20,34		10	0,442	46,81
	15	0,636	23,47		15	0,391	52,95
	20	0,614	26,11		20	0,353	57,52
	25	0,597	28,16		25	0,317	61,85
	30	0,583	**29,84**		**30**	0,293	**64,74**
50	0	0,831	0,00	100	0	0,831	0,00
	5	0,625	24,79		5	0,447	46,21
	10	0,559	32,73		10	0,364	56,20
	15	0,519	37,55		15	0,297	64,26
	20	0,487	41,40		20	0,251	69,80
	25	0,459	44,77		25	0,224	73,04
	30	0,435	**47,65**		**30**	0,198	**76,17**

3-jadvalda 25 mkl, 50 mkl, 75 mkl va 100 mkl li na'munalarni nur yutish ko'rsatkichlari keltirilgan. Namunalarning IC50 – DPPH eritmasining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasini hisoblash uchun har bir tajribada 30-daqiqadagi antiradikallik faolliklari (ARF%) qiymatlari va qo'shilgan suvli namunalar hajmi asosida quyidagi grafik tuzildi hamda unga o'tkazilgan trend chizig'i funktsiyasi asosida hisoblab topildi.



5-rasm. Suvli estraksiya qilingan namunaning 10-daqiqada aniqlangan ARF% lari va hajmlari o‘rastidagi bog’liqlik grafiki.

5-rasmdagi grafikga o‘tkazilgan trend chizig‘i funksiya formulasi y=mx+b dan 50 % ARF% namoyon qiluvchi hajmni (IC_{50}) x=(y-b)/m formulasi asosida hisoblandi:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 6.232)}{0.749} = 58.44\ mkl$$

Huddi shunday usul yordamida qolgan hajmiy nisbatda olingan na’munalarning suvli ekstraklarini ham antiradikallik faoligi aniqlangan, olingan natijalar 4–jadvalda to‘liq bayon etib ko’rsatilgan.

4-jadval. Namunalar suvli ekstraklarining 100 mkldagi 30 daqiqadagi antiradikallik faolliklari qiymatlari (ARF%), hamda suvli ekstraklarining IC_{50} – DPPH eritmasining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasi (mkl)

Vaqt	*Hyrericum perforatum L, Urtica dioica L, Artemisia absinthium L* o‘simliklarining turli nisbatdagi kompozitsiyalari					
	Dalachoy-Gazanda-Ermon 1:1:1	***Dalachoy-Gazanda-Ermon 3:1:1***	***Dalachoy-Gazanda-Ermon 1:3:1***	***Dalachoy-Gazanda-Ermon 1:1:3***	***Dalachoy-Gazanda-Ermon 3:2:1***	***Dalachoy-Gazanda-Ermon 2:3:1***
ARF%	76.17	71.48	40.35	44.22	48.02	44.54
IC_{50} mkl	58.44	65.16	123.6	117.9	92.39	107

Yuqorida ko‘rsatilgan 4-jadvalda dalachoy, gazanda va ermon o‘simliklarining suvli ekstraksiyalarining antiradikal faolligi 30-daqiqada eng yuqori 1:1:1 hajmiy nisbatda 76.17% namoyon etmoqda. IC_{50} – DPPH radikallarining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasi (mkl) esa *Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l* o‘simliklarining suvli ekstraklarida eng yuqori 1:1:1 hajmiy nisbatdagi aralashmada 58.44 mkl ni tashkil etmoqda.

XULOSA. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, tekshirilgan namunalar asosida tayyorlangan spirtli va suvli ekstraktlar antiradikal faollik namoyon qilmoqda. Spirtli ekstraktning 100 mkl miqdori 30 daqiqada erkin radikallarni *(Dalachoy-Gazanda-Ermon 10 barobar suyultirilgan (1:1:1)* 23.58 % ga kamaytirdi. Mazkur ekstraktning IC_{50} qiymati spirtli ekstrakda *(Dalachoy-Gazanda-Ermon -10x barobar suyultirilgan (1:1:1))* 218.17 **mkl** ni tashkil etdi. Suvli ekstratlarida ham erkin radikallarni *1:1:1 hajmiy nisbatdagi namuna 76*.17 % ga, IC_{50} – DPPH eritmasining 50 % gacha ingibirlash konsentratsiyasini (mkl) esa 58.44% kamaytirdi. Olingan natijalar *Dalachoy-Gazanda-Ermon* o‘simliklarining 1:1:1 spirtli hamda suvli ekstraktsiyalari tabiiy antioksidant manbai sifatida istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi.

Bu nisbatda olingan suvli va spirtli namunalar jigar toksinlardan tozalashda, jigar hujayralarini qayta tiklashda, jigar yallig’lanishida hamda jigar serrozi kasalliklarini davolashda biologik faol oziq-ovqat qo’shilmasi sifatida xalq tabobati foydalanish mumkinligini ko’rsatadi.

Adabiyotlar

1. Asqarov I.R. Tabobat qomusi. T. “Mumtoz so‘z” nashriyoti.- Toshkent 2019 y-b 198;250;949
2. Sh.I.Irnazarov ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЯ ЗВЕРОБОЙ ОБЫКНОВЕННЫЙ И СПОСОБЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В НАРОДНОЙ МЕДИЦИНЕ JOURNAL OF NEW CENTURY INNOVATIONS 2025. Volume–73_Issue-2_March- https: //scientific-il.com/new
3. Sanoyev Z.I, Turdiyev P. Q, Alimova N. X. FARMAKOGNOZIYA DARSLIK Toshkent – 2023-b 102-105; 184-186
4. S.A.Mamatqulova, B.R. Obidova XALQ TABOBATI PLUS 2025.№3(24); 4-6-b

5. Tarihçesi.M ISPEC Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(1):27-32, 2022 ISPEC Journal of Science Institute, 1(1):27-32, 2022 DOI: https://doi.org/10.18016/10.5281/zenodo.8384409
6. Zengin.M, Aslihan.S, Zehra G, Yilmaz.Ö, Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 13(11): 3230-3235, 2025 DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v13i11.3230-3235.7924
7. Amin.R, Kaur.S, Shahid.M, Raja a Journal of Advances in Biology & Biotechnology Volume 28, Issue 6, Page 764-770, 2025; Article no.JABB.136230 ISSN: 2394-1081
8.Blois, M,S, Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature 1958, 181, 1199–1200.
9. Askarov I.R, Muminov M.M., Yusupov M.A, STUDY OF ANTIRADICAL PROPERTIES OF ARTICHOKE (CYNARA SCOLYMUS L,) AND MILK THISTLE (SYLYBUM MARIANUM L,) VEGETABLE OILS, NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, p,173-177,
10. Askarov.I.R, Abdullaev.S.S, Mamatkulova.S.A, & Abdulloev.O. S, (2024), ANTIOXIDANT ACTIVITY AND ELEMENTAL COMPOSITION OF MIXTURES OF FIG AND COMMON UNABI FRUITS, Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(3), 179–205,, https://doi,org/10,55475/jcgtm/vol3,iss3,2024,320.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ИЗУЧЕНИЕ АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЗВЕРОБОЯ ОБЫКНОВЕННОГО, КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ И ПОЛЫНИ ГОРЬКОЙ

Ибрагим Рахманович Аскаров
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, председатель Академии ТАБОБАТ Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Умиджон Шокиржонович Хусанов
Андижанский государственный медицинский институт, доцент кафедры медицинской химии, кандидат наук.
https://orcid.org/0009-0005-2882-9157

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.578

Ключевые слова: Зверобой обыкновенный, крапива двудомная, полынь горькая, антирадикальная активность, ингибирование, IC50 , ARF%., Зверобой обыкновенный, крапива двудомная, полынь горькая, антирадикальная активность, ингибирование, IC50, ARF%

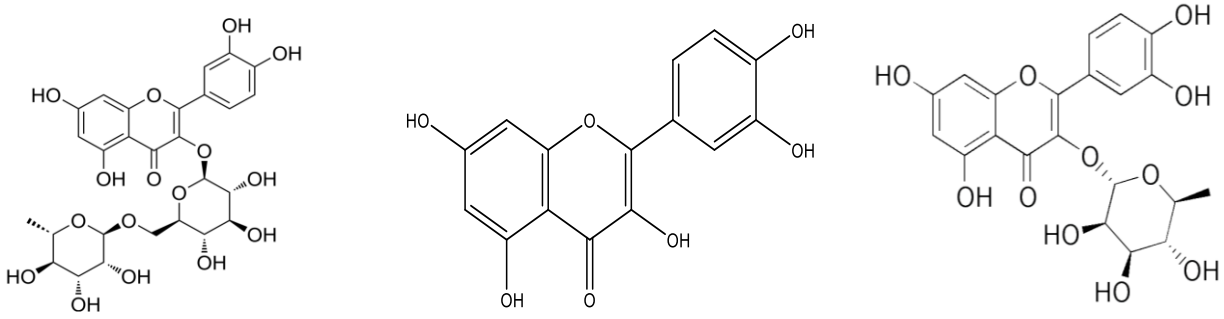
Аннотация

Данная статья посвящена изучению антирадикальной активности зверобоя обыкновенного, крапивы двудомной и полыни горькой. Образцы, приготовленные из надземных частей растений, были проанализированы спектрофотометрически, а результаты исследования представлены методом гашения свободного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидрозила (DPPH). Анализ смесей в шести различных соотношениях (1:1:1, 3:1:1, 1:3:1, 1:1:3, 3:2:1, 2:3:1) показал, что наивысший уровень ингибирования составил 76,17%, что наблюдалось в смеси Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l. в соотношении 1:1:1 соответственно. Анализы проводились в объемах 25, 50, 75, 100 мкл, и наблюдалось увеличение уровня ингибирования с увеличением концентрации. Полученные результаты подтверждают биологическую активность и эффективность данной смеси.

Как цитировать

Хусанов, У. ИЗУЧЕНИЕ АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЗВЕРОБОЯ ОБЫКНОВЕННОГО, КРАПИВЫ ДВУДОМНОЙ И ПОЛЫНИ ГОРЬКОЙ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.578

ВВЕДЕНИЕ. Зверобой обыкновенный — многолетнее растение, произрастающее по всему Узбекистану, достигающее высоты 30-100 см. Зверопой используется для лечения цирроза печени [1]. Он содержит следующие флавоноиды.

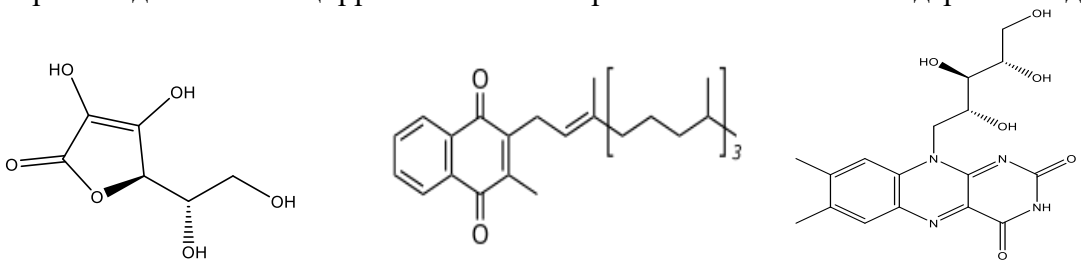


Рутин кверцетин кверцетрин

Рисунок 1. Третичные фенольные соединения в составе растения зверобой обыкновенный.

Эти фенольные соединения в растении зверобой обыкновенный, показанные в рисунке 1, могут быть основой его антиоксидантных и антирадикальных свойств[2].

Крапива двудомная — многолетнее растение высотой 60-150 см, произрастающее во всех регионах нашей страны. Измельченные листья используются для лечения воспаления печени, а корни — для лечения цирроза печени. Это растение в основном содержит следующие витамины.

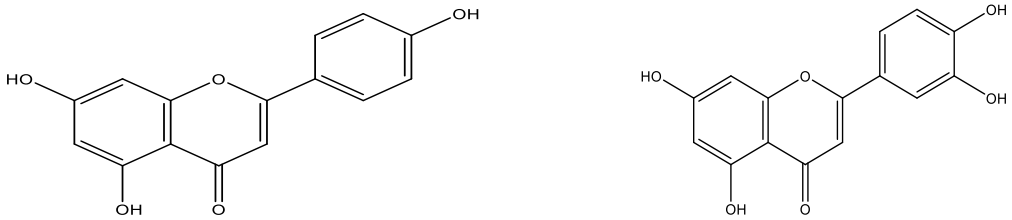


витамин С витамин К витамин B_2

Рисунок 2. Витамины, содержащиеся в растении крапива двудомная.

Состав витамина С, показанный на рисунке 2, содержащийся в листьях крапивы, нейтрализует свободные радикалы в организме, защищая клетки от окислительного стресса; витамин К участвует в работе печени, факторы свертывания крови в основном синтезируются в печени; а витамин B_2 является антиоксидантом, защищая клетки от свободных радикалов благодаря активности фермента глутатионредуктазы.

Полынь горькая — многолетнее растение, достигающее высоты 50-100 см. Надземная часть этого растения используется против воспаления печени. Стебель и листья полыни в основном содержат флавоноиды, такие как кверцетин, апигенин и лютеолин, которые обладают антиоксидантными свойствами[1].



апигенин лутеолин

Рисунок 3. Некоторые флавоноиды, обнаруженные в растении полынь горькая.

Флавоноиды, показанные на рисунке 3, нейтрализуют свободные радикалы в организме, защищают печень (гепатопротекторное действие), поддерживают процесс детоксикации токсинов и способствуют регенерации клеток печени [3].

Природные соединения являются неисчерпаемым источником лекарственных средств с терапевтическим эффектом. Известно, что свободные радикалы в организме возникают в результате окислительно-восстановительных процессов, активных форм кислорода и азота, которые происходят в организме человека для организации нормальной деятельности всех органов и систем органов, и постоянно образуются в результате действия различных эндогенных систем организма, различных физико-химических условий или патофизиологических состояний. Свободные радикалы могут негативно изменять липиды, белки и ДНК, что провоцирует заболевания печени, сердечно-сосудистой системы, диабет и рак. Одним из важнейших способов снижения радикализации и окислительных процессов в организме является употребление натуральных, экзогенных пищевых добавок, богатых полезными компонентами растительного происхождения [4].

Биохимики из Нигерии во главе с О. Ганию провели обширные исследования антиоксидантной (нейтрализующей свободные радикалы) активности биологически активных веществ, полученных из растений.

Марсден Блуа — один из ученых, описавших метод нейтрализации радикала DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил), который во всем мире признан одним из стандартных методов измерения антирадикальной активности растительных экстрактов.

Х. Йылдыз, Г. Тюзюн и Э. Эрбайрактар изучали наличие антиоксидантных активных веществ в экстрактах *Hypericum perforatum l.* и их антирадикальные свойства[5].

Турецкие ученые М. Зенгин и его команда исследовали фенольные вещества *Urtica dioica l* и других растений и их антирадикальную активность и обнаружили, что *Urtica dioica l* обладает способностью захватывать радикалы[6].

И. Исмаил и его студенты проанализировали общее количество фенольных соединений, флавоноидов и антиоксидантную активность в образцах *Artemisia absinthium l,* выращенных in vitro и in vivo. Антиоксидантная активность оценивалась по способности поглощать свободный радикал DPPH [7].

Изучение антирадикальной активности лекарственных растений в настоящее время является одним из вопросов, которым уделяет внимание научное сообщество. Исходя из этого, в наших научных исследованиях мы поставили перед собой задачу изучить антирадикальную активность растений *Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l.* Антирадикальные свойства образцов определяли методом DPPH, который позволяет определить наличие некоторых чистых антиоксидантных соединений, обладающих свойствами отдавать атом водорода или электрон при изменении цвета пурпурного раствора 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH). Стабильный DPPH• — это реагент, используемый в спектрофотометрическом анализе [8]. В этом эксперименте для оценки ингибирования свободных радикалов DPPH• использовали метод, разработанный Блуа, с небольшими модификациями [9].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ. Приготовление рабочего раствора DPPH. Раствор DPPH с концентрацией 7,92 мМ в этаноле был приготовлен в мерной колбе объемом 100 мл, обернутой алюминиевой фольгой, и хранился в темноте при комнатной температуре в течение 30 минут.

Подготовка экстрактов образцов. Спиртовые и водные экстракты были приготовлены из растений зверобой обыкновенный, крапива двудомная и полынь горькая в общей сложности в 6 различных объемных соотношениях: 1:1:1, 3:1:1, 1:3:1, 1:1:3, 3:2:1, 2:3:1. Приготовление экстрактов образцов проводилось путем экстракции 1 г образца растения в 25 мл 96% этанола в течение 20 минут в ультразвуковой ванне. Полученный экстракт пропускали через шприцевой фильтр с порами 0,45 мкм и использовали для анализа [10]. Отфильтрованные спиртовые образцы разбавляли в 10 раз.

Экспериментальная часть. Определение антирадикальных свойств образцов. Кварцевую кювету объемом 4 мл заполняли 3 мл раствора DPPH и 100 мкл этанола (контрольный образец) и помещали в спектрофотометр. Абсорбцию (D1) при длине волны 17 нм измеряли каждые 5 минут в течение 30 минут с помощью спектрофотометра K7000 производства YOKE (Китай). Для оценки антирадикальных свойств образца 25, 50, 75, 100 мкл образца смешивали с 3 мл раствора DPPH, и абсорбцию (D2) при 517 нм измеряли в указанной выше последовательности. К оставшейся части добавляли этанол, доводя общий объем раствора в кювете до 3,1 мл. Антирадикальные свойства образцов рассчитывали по следующей формуле:

$$ARF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100\%$$

Полученные результаты приведены в таблице 1 ниже:

Таблица 1. Измеренные значения поглощения света и рассчитанные значения антирадикальной активности образцов, экстрагированных спиртом, контрольного и исследуемого растворов Зверобой обыкновенный- Крапива двудомная- Полынь горькая (1:1:1), добавленных в раствор DPPH

Объем, мкл	Время, мин.	Образец					
		Abs, D	ARF%		Время, мин.	Abs, D	ARF%
25	0	0,933	0,00	75	0	0.933	0.00
	5	0.893	4.29		5	0.839	10.08
	10	0.865	7.29		10	0.793	15.01
	15	0.861	7.72		15	0.784	15.97
	20	0.855	8.36		20	0.775	16.93
	25	0.851	8.79		25	0.769	17.58
	30	0.846	**9.32**		**30**	0.762	**18.33**
50	0	0.933	0.00	100	0	0.933	0.00
	5	0.871	6.65		5	0.803	13.93
	10	0.831	10.93		10	0.751	19.51
	15	0.826	11.47		15	0.741	20.58
	20	0.82	12.11		20	0.73	21.76
	25	0.815	12.65		25	0.723	22.51
	30	0.808	**13.40**		**30**	0.713	**23.58**

В таблице 1 представлены характеристики поглощения света спиртовыми экстрактами, добавленными к раствору DPPH. Для расчета IC_{50} образцов — концентрации, вызывающей 50% ингибирование раствора DPPH, — был построен следующий график на основе значений антирадикальной активности (АРФ%) за 30 минут каждого эксперимента и объема добавленных спиртовых образцов, а расчеты производились с помощью функции трендовой линии.

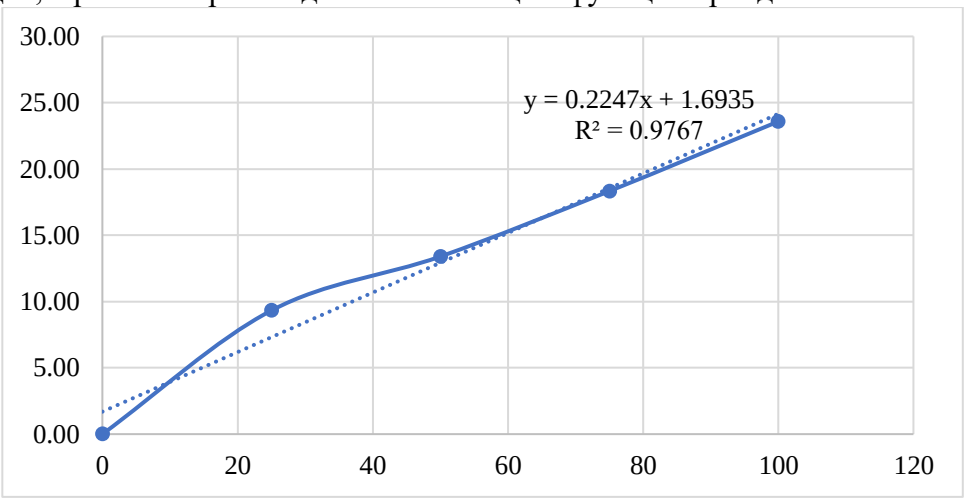


Рисунок 4. График зависимости ARF% от объемов, определенных через 10 минут после экстракции спиртом образца.

Линия тренда, изображенная на рисунке 4, была рассчитана по формуле функции y=mx+b, а объем, выражающий 50% ARF% (IC_{50}), был рассчитан по формуле x=(y-b)/m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.9767)}{0.2247} = 218.17\ mkl$$

Антирадикальная активность спиртовых экстрактов оставшихся объемных фракций образцов измерялась тем же методом, результаты представлены в таблице 2.

Таблица 2. Значения активности поглощения антирадикалов (ARF%) и IC_{50} – концентрация ингибирования 50% радикалов DPPH (мкл) через 30 минут для 100 мкл 10-кратно разбавленных спиртовых экстрактов образцов

Время	*Hyrericum perforatum L, Urtica dioica L, Artemisia absinthium L* составы различных растительных соединений

	Зверобой-Крапива-Полынь 1:1:1	***Зверобой-Крапива-Полынь 3:1:1***	***Зверобой-Крапива-Полынь 1:3:1***	***Зверобой-Крапива-Полынь 1:1:3***	***Зверобой-Крапива-Полынь 3:2:1***	***Зверобой-Крапива-Полынь 2:3:1***
ARF%	23.58	19.83	15.29	20.07	14.67	23.37
IC_{50} mkl	218.17	257.5	341.7	256.2	335.3	216.5

В таблице 2 выше антирадикальная активность спиртовых экстрактов растений далакой, газанда и эрмон достигает наивысшего значения 23,58% при объемном соотношении 1:1:1. IC_{50} – концентрация ингибирования радикалов DPPH до 50% (мкл) – в спиртовых экстрактах *Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l* достигает наивысшего значения 218,17 мкл при объемном соотношении смеси 1:1:1.

Значения антирадикальной активности водных экстрактов растений зверобой обыкновенный, крапива двудомная и полынь горькая также были рассчитаны с использованием того же метода. Результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3. Измеренные значения поглощения света и рассчитанные значения антирадикальной активности контрольных и исследуемых образцов водного экстракта Зверобой обыкновенный-Крапива двудомная- Полынь горькая (1:1:1), добавленных в раствор DPPH

Объем, мкл	Время, мин..	Образец					
		Abs, D	ARF%		Время, мин.	Abs, D	ARF%
25	0	0,831	0,00	75	0	0,831	0,00
	5	0,707	14,92		5	0,546	34,30
	10	0,662	20,34		10	0,442	46,81
	15	0,636	23,47		15	0,391	52,95
	20	0,614	26,11		20	0,353	57,52
	25	0,597	28,16		25	0,317	61,85
	30	0,583	**29,84**		**30**	0,293	**64,74**
50	0	0,831	0,00	100	0	0,831	0,00
	5	0,625	24,79		5	0,447	46,21
	10	0,559	32,73		10	0,364	56,20
	15	0,519	37,55		15	0,297	64,26
	20	0,487	41,40		20	0,251	69,80
	25	0,459	44,77		25	0,224	73,04

В таблице 3 показаны значения поглощения света для образцов объемом 25 мкл, 50 мкл, 75 мкл и 100 мкл. Для расчета IC_{50} образцов — концентрации ингибирования раствора DPPH до 50% — был построен следующий график на основе значений антирадикальной активности (АРФ%) через 30 минут в каждом эксперименте и объема добавленных водных образцов, а расчеты производились с помощью функции трендовой линии.

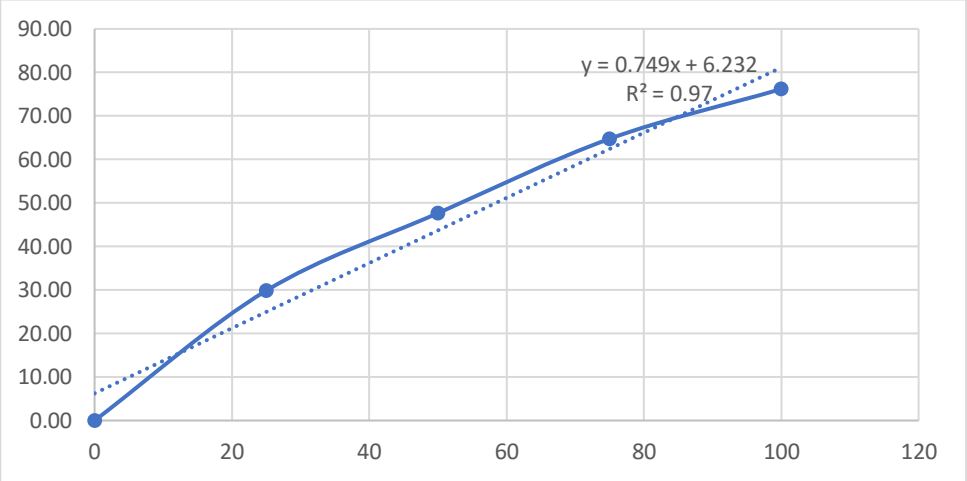


Рисунок 5. График зависимости ARF% от объемов, определенных через 10 минут после экстракции водного раствора.

Линия тренда, нанесенная на график на рисунке 5, была рассчитана по формуле функции y=mx+b на основе формулы x=(y-b)/m для объема, демонстрирующего 50% ARF%:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 6.232)}{0.749} = 58.44\ mkl$$

Аналогичным методом была также определена антирадикальная активность водных экстрактов образцов, взятых в оставшихся объемных пропорциях; полученные результаты подробно описаны в таблице 4.

Таблица 4. Значения антирадикальной активности через 30 минут (ARF%) водных экстрактов образцов в 100 мкл и IC50 водных экстрактов - ингибирующая концентрация раствора DPPH до 50% (мкл)

Время	*Hyrericum perforatum L, Urtica dioica L, Artemisia absinthium L* составы различных растительных соединений					
	Зверобой-Крапива-Полынь 1:1:1	***Зверобой-Крапива-Полынь 3:1:1***	***Зверобой-Крапива-Полынь 1:3:1***	***Зверобой-Крапива-Полынь 1:1:3***	***Зверобой-Крапива-Полынь 3:2:1***	***Зверобой-Крапива-Полынь 2:3:1***
ARF%	76.17	71.48	40.35	44.22	48.02	44.54
IC_{50} mkl	58.44	65.16	123.6	117.9	92.39	107

В таблице 4 выше показано, что антирадикальная активность водных экстрактов растений далакой, газанда и эрмон достигает максимума в 76,17% при объемном соотношении 1:1:1 через 30 минут. IC_{50} – концентрация ингибирования радикалов DPPH до 50% (мкл) в водных экстрактах *Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l* составляет 58,44 мкл при максимальном объемном соотношении смеси 1:1:1.

ВЫВОД. Полученные результаты показывают, что спиртовые и водные экстракты, приготовленные из исследуемых образцов, обладают антирадикальной активностью. 100 мкл спиртового экстракта снижали количество свободных радикалов (Зверобой обыкновенный-Крапива двудомная- Полынь горькая, разбавленный в 10 раз (1:1:1)) на 23,58% за 30 минут. Значение IC_{50} этого экстракта в спиртовом экстракте (Зверобой обыкновенный- Крапива двудомная-Полынь горькая, разбавленный в 10 раз (1:1:1)) составило 218,17 мкл. В водных экстрактах образец в объемном соотношении 1:1:1 снижал количество свободных радикалов на 76,17%, а IC_{50} -

концентрация ингибирования 50% (мкл) раствора DPPH составила 58,44%. Полученные результаты указывают на то, что спиртовые и водные экстракты растений Зверобой обыкновенный- Крапива двудомная- Полынь горькая в соотношении 1:1:1 являются перспективным источником природных антиоксидантов.

Полученные в таком соотношении водные и спиртовые растворы эффективны для очищения печени от токсинов, восстановления клеток печени, лечения воспаления печени, а также в использовании в народной медицине в качестве биологически активной пищевой добавки при лечении цирроза печени.

Литературы

1. Asqarov I.R. Tabobat qomusi. T. “Mumtoz so‘z” nashriyoti.- Toshkent 2019 y-b 198;250;949
2. Sh.I.Irnazarov ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЯ ЗВЕРОБОЙ ОБЫКНОВЕННЫЙ И СПОСОБЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В НАРОДНОЙ МЕДИЦИНЕ JOURNAL OF NEW CENTURY INNOVATIONS 2025. Volume–73_Issue-2_March- https: //scientific-il.com/new
3. Sanoyev Z.I, Turdiyev P. Q, Alimova N. X. FARMAKOGNOZIYA DARSLIK Toshkent – 2023-b 102-105; 184-186
4. S.A.Mamatqulova, B.R. Obidova XALQ TABOBATI PLUS 2025.№3(24); 4-6-b
5. Tarihçesi.M ISPEC Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(1):27-32, 2022 ISPEC Journal of Science Institute, 1(1):27-32, 2022 DOI: https://doi.org/10.18016/10.5281/zenodo.8384409
6. Zengin.M, Aslihan.S, Zehra G, Yilmaz.Ö, Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 13(11): 3230-3235, 2025 DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v13i11.3230-3235.7924
7. Amin.R, Kaur.S, Shahid.M, Raja a Journal of Advances in Biology & Biotechnology Volume 28, Issue 6, Page 764-770, 2025; Article no.JABB.136230 ISSN: 2394-1081
8.Blois, M,S, Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature 1958, 181, 1199–1200.
9. Askarov I.R, Muminov M.M., Yusupov M.A, STUDY OF ANTIRADICAL PROPERTIES OF ARTICHOKE (CYNARA SCOLYMUS L,) AND MILK THISTLE (SYLYBUM MARIANUM L,) VEGETABLE OILS, NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, p,173-177,
10. Askarov.I.R, Abdullaev.S.S, Mamatkulova.S.A, & Abdulloev.O. S, (2024), ANTIOXIDANT ACTIVITY AND ELEMENTAL COMPOSITION OF MIXTURES OF FIG AND COMMON UNABI FRUITS, Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(3), 179–205,, https://doi,org/10,55475/jcgtm/vol3,iss3,2024,320.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

STUDY OF ANTIRADICAL ACTIVITY OF HYRERICUM PERFORATUM L, URTICA DIOICA L, ARTEMISIA ABSINTHIUM L AND HERBS

Ibragim R. Askarov
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemistry, Honored Inventor of Uzbekistan, Chairman of the TABOBAT Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Umidjon Sh. Xusanov
Andijan State Medical Institute, Associate Professor, Department of Medical Chemistry, PhD
https://orcid.org/0009-0005-2882-9157

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.578

Keywords: Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l, antiradical activity, inhibition, IC50, ARF%

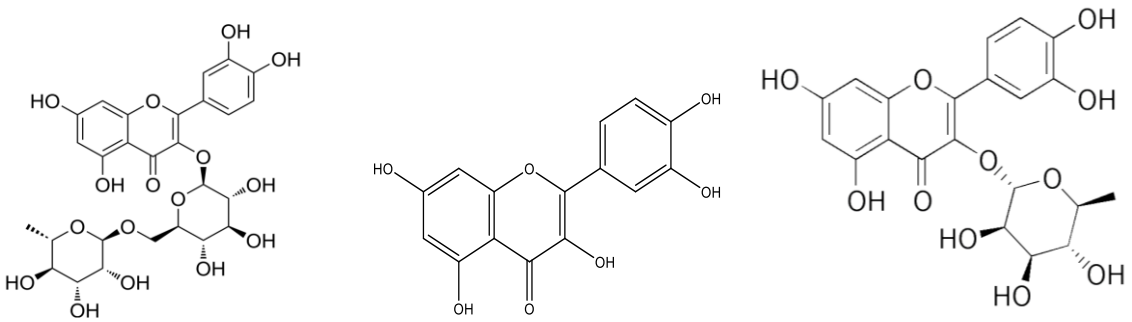
Annotation.

This article is devoted to the study of the antiradical activity of Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l plants. Samples prepared from the above-ground parts of the plants were analyzed spectrophotometrically, and the results of the study were presented by the method of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrozyl (DPPH) free radical scavenging. The analysis of mixtures in six different ratios (1 :1:1 , 3 : 1 : 1 , 1 :3: 1, 1 : 1 :3 , 3:2:1, 2 : 3 :1 ,) showed that the highest inhibition rate was 76.17 % . Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l was observed in a 1 :1:1 mixture. The assays were performed at 25, 50, 75, 100 µl , and the degree of inhibition increased with increasing concentration. The results obtained confirm the biological activity and efficacy of this mixture.

How to Cite

Хусанов, У. STUDY OF ANTIRADICAL ACTIVITY OF HYRERICUM PERFORATUM l, URTICA DIOICA l, ARTEMISIA ABSINTHIUM l AND HERBS. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.578

INTRODUCTION. Hyrericum perforatum l is a perennial plant growing throughout Uzbekistan, growing to a height of 30-100 sm. Hyrericum perforatum l is used in the treatment of liver cirrhosis[1]. It contains the following flavonoids.

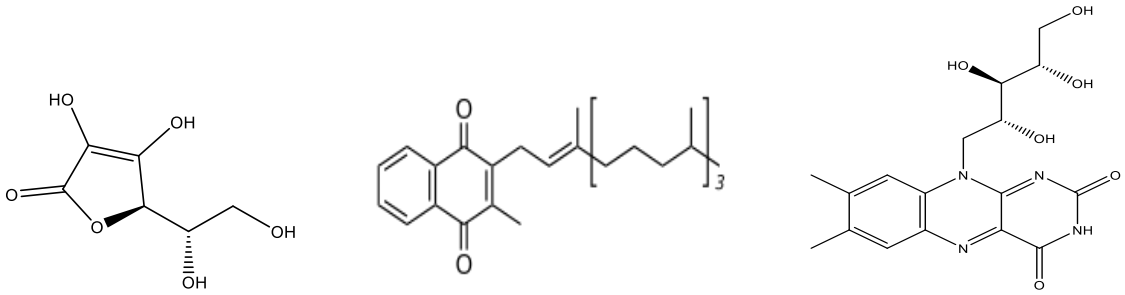


rutin quercetin quercetrin

Figure 1. Tertiary phenolic compounds in the composition of the Hyrericum perforatum plant.

These phenolic compounds in the wild rose plant, shown in Box 1, may provide the basis for its antioxidant and antiradical properties [2].

Urtica dioica l is a perennial plant growing to a height of 60-150 cm, found in all regions of our country. Its crushed leaves are used to treat liver inflammation, and its roots are used to treat liver cirrhosis. This plant mainly contains the following vitamins.

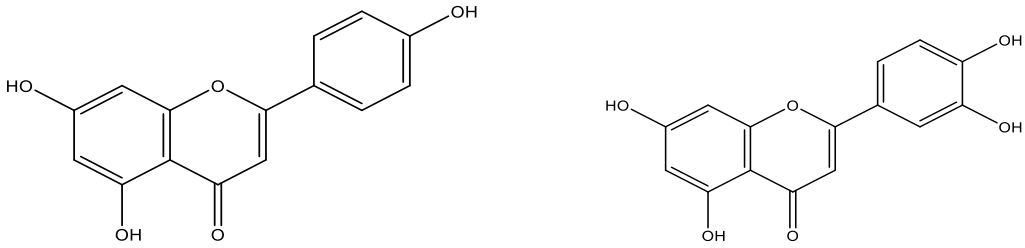


vitamin C vitamin K vitamin B 2

Figure 2. Vitamins present in the Urtica dioica plant.

Figure 2: Vitamin C, which is found in the leaves of the Urtica dioica plant , neutralizes free radicals in the body, protecting cells from oxidative stress, vitamin K **participates in liver function,** clotting factors are mainly synthesized in the liver, and vitamin B_2 is an antioxidant and protects cells from free radicals through the activity of the glutathione reductase enzyme .

The Artemisia absinthium l is a perennial plant growing 50-100 cm tall . The above-ground part of this plant is used against liver inflammation. The Artemisia absinthium stem and leaves mainly contain flavonoids such as quercetin, apigenin, and luteolin, which exhibit antioxidant properties[1].



apigenin luteolin

Figure 3. Some flavonoids found in the Artemisia absinthium plant

The flavonoids shown in Figure 3 neutralize free radicals in the body, **protecting the liver (hepatoprotective).**It supports the detoxification process and helps liver cells regenerate [3].

Natural compounds are an inexhaustible source of drugs with therapeutic effects. It is known that free radicals in the body arise from oxidation-reduction processes, active forms of oxygen and nitrogen, which occur in the human body to organize the normal activity of all organs and organ systems, and are constantly formed as a result of the action of various endogenous systems in the body, various physicochemical conditions or pathophysiological conditions . Free radicals can negatively alter lipids, proteins, and DNA, which It causes liver, cardiovascular diseases, diabetes, and cancer . One of the most important ways to reduce the body's radicalization and oxidation processes is to consume natural, exogenous food supplements rich in beneficial components of plant origin [4] .

Nigerian biochemists led by O. Ganiyu have conducted extensive research into the antioxidant (free radical scavenging) activity of bioactive substances derived from plants.

Marsden is one of the scientists who described the Blois-DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) radical scavenging method , which has been accepted worldwide as one of the standard methods for measuring the antiradical activity of plant extracts .

H.Yıldız**,** G. Tüzün and E. Erbayraktars *Hypericum perforatum* The presence of antioxidant active substances and their anti-radical properties in extracts of the plant have been studied[5] .

Turkish scientists M. Zengin and his team examined the phenolic compounds and their antiradical activity *in Urtica dioica l* . and other plants and found that *Urtica dioica l.* has the ability to scavenge radicals [6].

I.Ishmael and his disciples Artemisia absinthium l analyzed the total phenolic compounds, flavonoids, and antioxidant activity of in vitro and in vivo grown samples of the plant . Antioxidant activity was assessed by DPPH free radical scavenging ability [7].

Antiradical activity of medicinal plants is one of the issues currently receiving attention from the scientific community. Based on this, in our scientific research we used *Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l,* we set out to study the antiradical activity of *Artemisia absinthium l. plants. We determined the antiradical activity of the sample by the DPPH method, which* allows us to determine the presence of certain pure antioxidant compounds that have the property of donating a hydrogen atom or an electron by the discoloration of a purple solution of 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH). Stable DPPH• is a reagent used in spectrophotometric analysis [8] . In this experiment, the method developed by Blois was used with minor modifications to evaluate the inhibition of DPPH• free radicals [9] .

EXPERIMENTAL PART. DPPH Preparation of working solution. A 7.92 mM DPPH solution in ethanol was prepared in a 100 ml volumetric flask, wrapped in aluminum foil, and stored in the dark at room temperature for 30 minutes.

Preparation of sample extracts. Alcoholic and aqueous extracts were prepared from the plants of *Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, and Artemisia absinthium l* in a total of 6 different volume ratios: 1:1:1, 3:1:1, 1:3:1, 1:1:3, 3:2:1, 2:3:1. The preparation of sample extracts was carried out by extracting 1 g of plant sample in 25 ml of 96% ethanol for 20 minutes in an ultrasonic bath. The obtained extract was passed through a 0.45 µm syringe filter and used for analysis [10] . The filtered alcohol samples were diluted 10 times.

Experimental part. *Determination of the antiradical properties of the samples* **.** 3 ml of DPPH solution and 100 µl of ethanol (blank sample) were added to a 4 ml quartz cuvette, placed in a spectrophotometer, and the light absorption (D_1) at a wavelength of 17 nm was measured every 5 minutes for 30 minutes using a K7000 spectrophotometer manufactured by YOKE (China). The antiradical properties of the sample were determined For evaluation, 25, 50, 75, 100 µl of the sample were mixed with 3 ml of DPPH solution and the absorbance (D_2) at 517 nm was measured in the above order. Ethanol was added to the remaining part to bring the total volume of the solution in the cuvette to 3.1 ml. The antiradical property of the samples was calculated using the following formula:

$$ARF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \cdot 100\%$$

The results obtained are given in Table 1 below:

Table 1. Measured light absorption and calculated antiradical activity values of the alcohol extracted samples of blank and tested Hyrericum perforatum-Urtica dioica-Artemisia absinthium (1:1:1) volume ratio added to DPPH solution

Volume, µl	Time, min.	Sample					
		Abs , D	ARF%		Time, min.	Abs , D	ARF%
25	0	0.933	0.00	75	0	0.933	0.00
	5	0.893	4.29		5	0.839	10.08
	10	0.865	7.29		10	0.793	15.01
	15	0.861	7.72		15	0.784	15.97
	20	0.855	8.36		20	0.775	16.93
	25	0.851	8.79		25	0.769	17.58
	30	0.846	**9.32**		**30**	0.762	**18.33**
50	0	0.933	0.00	100	0	0.933	0.00
	5	0.871	6.65		5	0.803	13.93
	10	0.831	10.93		10	0.751	19.51
	15	0.826	11.47		15	0.741	20.58

	20	0.82	12.11		20	0.73	21.76
	25	0.815	12.65		25	0.723	22.51
	30	0.808	**13.40**		**30**	0.713	**23.58**

Table 1 presents the light absorption characteristics of alcoholic extracts added to DPPH solution. To calculate the IC_{50} of the samples- the 50% inhibitory concentration of DPPH solution - the following graph was constructed based on the 30-minute antiradical activity (ARF%) values of each experiment and the volume of added alcoholic samples and calculated based on the trend line function applied to it.

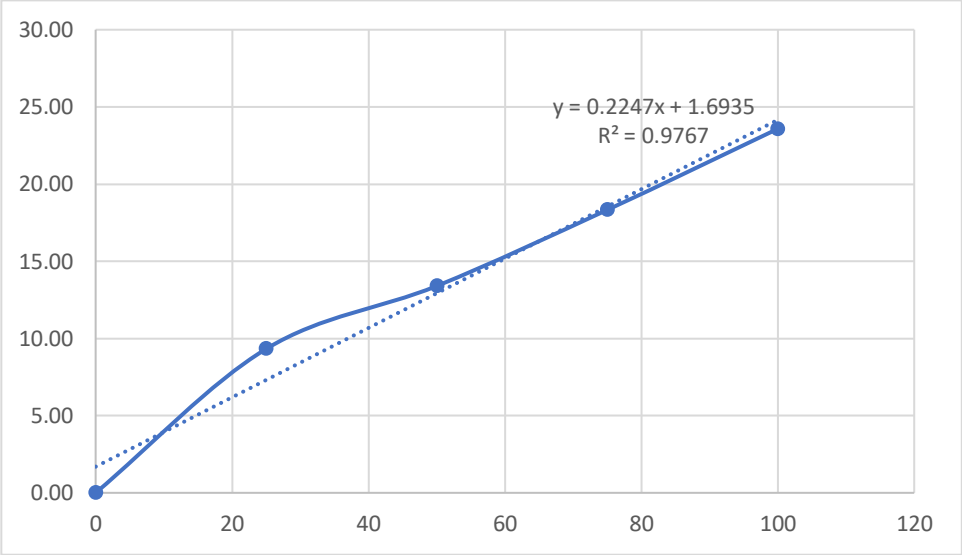


Figure 4. Graph of the relationship between ARF% and volumes determined at 10 minutes of an alcohol extracted sample.

The trend line plotted in Figure 4 was calculated from the function formula y=mx+b, and the volume exhibiting 50% ARF% (IC_{50}) was calculated based on the formula x=(yb)/m:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 0.9767)}{0.2247} = 218.17\ mkl$$

The antiradical activity of the alcohol extracts of the remaining volume fractions of the samples was measured using the same method, and the results are shown in Table 2.

Table 2. 100 µl of 10-fold diluted alcoholic extracts of the samples were tested for 30-minute antiradical activity values (ARF%) and IC_{50} – DPPH radical scavenging activity.

50% inhibition concentration (µl)

Time	*Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l,* Compositions of *Artemisia absinthium l plants in different proportions*					
	H.perforatum -U.dioica- A.absinthium 1:1:1	***H.perforatum -U.dioica- A.absinthium 3:1:1***	***H.perforatum -U.dioica- A.absinthium 1:3:1***	***H.perforatum -U.dioica- A.absinthium 1:1:3***	***H.perforatum -U.dioica- A.absinthium 3:2:1***	***H.perforatum -U.dioica- A.absinthium 2:3:1***
ARF%	23.58	19.83	15.29	20.07	14.67	23.37
IC50 mkl	218.17	257.5	341.7	256.2	335.3	216.5

In Table 2 above, the antiradical activity of alcoholic extracts of dalacoy, gazanda and ermon plants in the 1 :1:1 volume ratio shows the highest 23.58%. IC_{50} – the concentration of inhibition of DPPH radicals up to 50% (µl) is *Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l,* The highest concentration of alcohol extracts of *Artemisia absinthium l in a mixture with a volume ratio of 1* :1:1 was 218.17 µl. The antiradical activity values of aqueous extracts of Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l, Artemisia absinthium l plants were also calculated using the same method. The results are shown in Table 3.

Table 3. Hyrericum perforatum-Urtica dioica-Artemisia absinthium *(1:1:1)* aqueous extracted samples added to DPPH solution

Volume, µl	Time, min.	Sample					
		Abs , D	ARF%		Time, min.	Abs , D	ARF%
25	0	0.831	0.00	75	0	0.831	0.00
	5	0.707	14.92		5	0.546	34.30
	10	0.662	20.34		10	0.442	46.81
	15	0.636	23.47		15	0.391	52.95
	20	0.614	26.11		20	0.353	57.52
	25	0.597	28.16		25	0.317	61.85
	30	0.583	**29.84**		**30**	0.293	**64.74**
50	0	0.831	0.00	100	0	0.831	0.00
	5	0.625	24.79		5	0.447	46.21
	10	0.559	32.73		10	0.364	56.20
	15	0.519	37.55		15	0.297	64.26
	20	0.487	41.40		20	0.251	69.80
	25	0.459	44.77		25	0.224	73.04
	30	0.435	**47.65**		**30**	0.198	**76.17**

Table 3 shows the light absorption values of 25 µl, 50 µl, 75 µl and 100 µl samples. To calculate the IC_{50}- of the samples – the 50% inhibition concentration of DPPH solution , the following graph was constructed based on the 30-minute antiradical activity (ARF%) values and the volume of added aqueous samples in each experiment and calculated based on the trend line function applied to it.

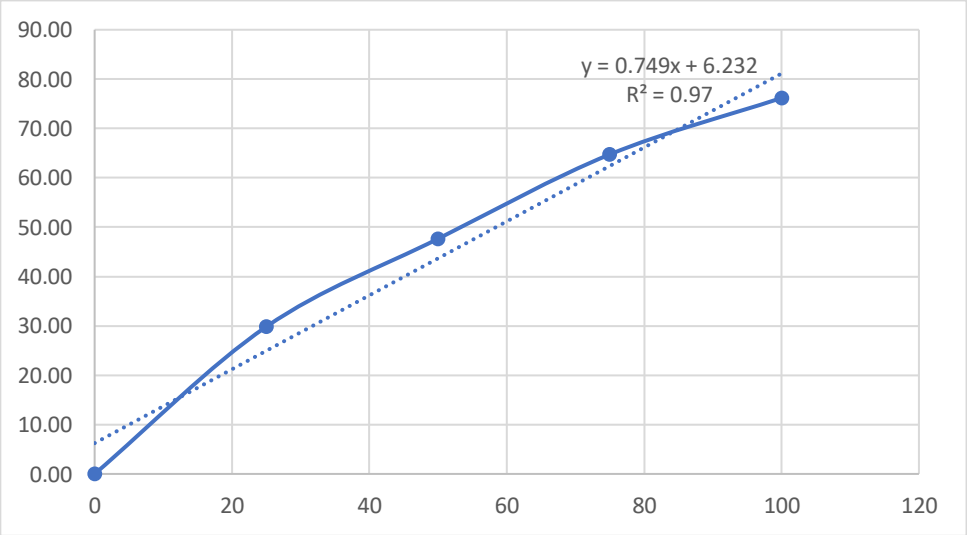


Figure 5. Relationship graph between ARF% and volume determined at 10 minutes of the aqueous extracted sample.

The trend line plotted in Figure 5 was calculated from the function formula y=mx+b, based on the formula x=(yb)/m, which represents the volume that exhibits 50 % ARF%:

$$IC_{50} = \frac{(50 - 6.232)}{0.749} = 58.44\ mkl$$

Using the same method, the antiradical activity of aqueous extracts of samples taken in the remaining volumetric proportions was also determined, and the results obtained are fully described in Table 4.

Table 4. Antiradical scavenging activity values (ARF%) of aqueous extracts of samples in 100 µl for 30 minutes, and IC_{50} of aqueous extracts – 50% inhibition concentration of DPPH solution (µl)

Time	*Hyrericum perforatum L, Urtica dioica L,* Compositions of *Artemisia absinthium L plants in different proportions*					
	H.perforatum-U.dioica-A.absinthium 1:1:1	***H.perforatum-U.dioica-A.absinthium 3:1:1***	***H.perforatum-U.dioica-A.absinthium 1:3:1***	***H.perforatum-U.dioica-A.absinthium 1:1:3***	***H.perforatum-U.dioica-A.absinthium 3:2:1***	***H.perforatum-U.dioica-A.absinthium 2:3:1***
ARF%	76.17	71.48	40.35	44.22	48.02	44.54
IC50 mkl	58.44	65.16	123.6	117.9	92.39	107

shows the highest 76.17% at 30 minutes in a 1 :1:1 volume ratio. IC_{50} – DPPH radicals inhibition concentration (µl) up to 50% is *Hyrericum perforatum l, Urtica dioica l,* The highest concentration in aqueous extracts of *Artemisia absinthium l* . is 58.44 µl in a mixture with a volume ratio of 1 :1:1 .

CONCLUSION . The results obtained show that the alcoholic and aqueous extracts prepared on the basis of the tested samples exhibit antiradical activity. 100 µl of the alcoholic extract reduced free radicals *(Hyrericum perforatum-Urtica dioica-Artemisia absinthium 10x diluted (1:1:1))* by 23.58% in 30 minutes. The IC_{50} value of this extract in the alcoholic extract *(Hyrericum perforatum-Urtica dioica-Artemisia absinthium-10x diluted (1:1:1))* is 218.17 **The aqueous extracts also** reduced free radicals by 76.17% *in a 1:1:1 volume ratio , and* the IC_{50} – 50% inhibition concentration (µl) of DPPH solution by 58.44% . The results obtained indicate that 1:1:1 alcoholic and aqueous extracts of *Hyrericum perforatum-Urtica dioica-Artemisia absinthium* plants are promising as a source of natural antioxidants.

Aqueous and alcoholic samples obtained in this ratio indicate that it can be used in folk medicine as a biologically active food additive in cleansing the liver of toxins, restoring liver cells, treating liver inflammation, and treating liver cirrhosis.

References

1. Asqarov I.R. Tabobat qomusi. T. “Mumtoz so‘z” nashriyoti.- Toshkent 2019 y-b 198;250;949
2. Sh.I.Irnazarov ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ РАСТЕНИЯ ЗВЕРОБОЙ ОБЫКНОВЕННЫЙ И СПОСОБЫ ЕГО ПРИМЕНЕНИЯ В НАРОДНОЙ МЕДИЦИНЕ JOURNAL OF NEW CENTURY INNOVATIONS 2025. Volume–73_Issue-2_March- https: //scientific-il.com/new
3. Sanoyev Z.I, Turdiyev P. Q, Alimova N. X. FARMAKOGNOZIYA DARSLIK Toshkent – 2023-b 102-105; 184-186
4. S.A.Mamatqulova, B.R. Obidova XALQ TABOBATI PLUS 2025.№3(24); 4-6-b
5. Tarihçesi.M ISPEC Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 1(1):27-32, 2022 ISPEC Journal of Science Institute, 1(1):27-32, 2022 DOI: https://doi.org/10.18016/10.5281/zenodo.8384409
6. Zengin.M, Aslihan.S, Zehra G, Yilmaz.Ö, Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology, 13(11): 3230-3235, 2025 DOI: https://doi.org/10.24925/turjaf.v13i11.3230-3235.7924
7. Amin.R, Kaur.S, Shahid.M, Raja a Journal of Advances in Biology & Biotechnology Volume 28, Issue 6, Page 764-770, 2025; Article no.JABB.136230 ISSN: 2394-1081
8.Blois, M,S, Antioxidant determinations by the use of a stable free radical, Nature 1958, 181, 1199–1200.
9. Askarov I.R, Muminov M.M., Yusupov M.A, STUDY OF ANTIRADICAL PROPERTIES OF ARTICHOKE (CYNARA SCOLYMUS L,) AND MILK THISTLE (SYLYBUM MARIANUM L,) VEGETABLE OILS, NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, p,173-177,

10. Askarov.I.R, Abdullaev.S.S, Mamatkulova.S.A, & Abdulloev.O. S, (2024), ANTIOXIDANT ACTIVITY AND ELEMENTAL COMPOSITION OF MIXTURES OF FIG AND COMMON UNABI FRUITS, Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 3(3), 179–205,, https://doi,org/10,55475/jcgtm/vol3,iss3,2024,320.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ARPA SOLODI BILAN BOYITILGAN YOGURTLARNING VITAMINLAR TARKIBINI O'RGANISH

Dilorom To`ychiyevna Xasanova
Andijon davlat universiteti, Tabiiy birikmalar kimyosi va oziq-ovqat kimyosi kafedrasi dotstenti, kimyo fanlari doktori (DSc)
https://orcid.org/0009-0001-5574-6999
E-mail: xasanovadilorom188@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.593

Kalit so'zlar: arpa, undirilgan arpa, solod, boshoqli donlar, vitaminlar, minerallar, BFQ, antioksidantlar

Annotatsiya

Maqolada arpa doni va solodining kimyoviy tarkibi, xossalari, organizmga ta'sir qilish doirasi haqida ma'lumotlar keng yoritilgan. Shuningdek, arpa solodining foydali jihatlari haqida ma'lumotlar berilgan. Arpa tarkibidagi muhim uglevodlar va ularni suvli muhitdagi biokimyoviy o'zgarishlari tushuntirilgan. Arpa solodini quritishda noan'anaviy usullardan foydalanish taklif etilgan. Arpa solodi tarkibida ozuqaviy to'qimalarning ko'pligi sababli zararli moddalarni organizmdan tozalashi va ichak tizimi faoliyatiga ijobiy ta'siri xaqida ma'lumotlar berilgan. Shu sababli arpa solodi bilan boyitilgan yogurtlarni biologik faol qo'shimcha deyish mumkinligi izohlangan.

Havola uchun

Xasanova, D. T. ARPA SOLODI BILAN BOYITILGAN YOGURTLARNING VITAMINLAR TARKIBINI O'RGANISH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.593

Kirish. Arpa donidan hozirgi kunda shifobaxsh BFQ lar olishda asosiy va yordamchi hom ashyo sifatida keng qo'llanilmoqda. Arpa doni tarkibida barcha ingredientlar to'plami mavjud. Uning tarkibida doimiy ovqatlanish uchun zarur bo'lgan - oqsillar, tez hazm bo'ladigan uglevodlar, oziq-ovqat tolalari, minerallar, vitaminlar, bundan tashqari, rang beruvchi va polifenol birikmalar, shuningdek o'simlik fermentlari va gormonlar xam ko'p miqdorda uchraydi. SHuning uchun arpa solodi qo'shib tayyorlangan oziq ovqat qo'shilmalari mahsulotlaridan nafaqat sog'lom ovqatlanishda, balki dorivor, parhez ozuqa sifatida ham foydalanish mumkin [1].

Arpa doni tarkibida vitaminlar, mikroelementlar, shuningdek, eriydigan va erimaydigan oziq-ovqat tolalarini ko'p miqdorda bo'lishi uning funktsionallik ahamiyatini oshiradi [2].

Arpa doni tarkibidagi uglevodlar asosan kraxmal shaklida bo'lib, endospermda to'planadi. Uning asosiy qiymati dondagi uglevodlar (arpada 60%) miqdorini ko'pligidadir. Undirilgan arpa solodi xalq tabobatida organizm uchun foydali bir-biri bilan bog'langan va biologik faol moddalarga boy bo'lgan, shifobaxsh hususiyatga ega bo'lgan, mahsulot sanaladi [3]. Undan olingan shifobaxsh BFQ lar metabolizmni yaxshilaydi, vitamin va minerallar yetishmasligini to'ldiradi xamda, immun tizimini oshiradi. Bundan tashqari inson organizmini zararli toksinlardan tozalashga yordam beradi. SHuning uchun arpa solodi turli xil sog'lomlashtiruvchi ta'sir ko'rsatib, ko'plab organlarning faoliyatini normallashtiradi va har qanday yoshdagi odamlarning salomatligiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi [4].

Arpa doni tarkibida deyarli barcha V guruh vitaminlari uchraydi, ya'ni 0,4-0,7 mg% tiamin, 0,2 mg% ga yaqin riboflavin va 2-5 mg% nikotinamiddan iborat. Bundan tashqari, ular tarkibida piridoksin (0,5 mg%), pantoten va para aminobenzoy kislotalar, inozit va biotin, shuningdek, tokoferollar ham mavjud. Arpa va bug'doy donlari tarkibidagi vitaminlar ham asosan uning murtak va qobig'ida mavjud bo'lib, donning bu qismlaridan ajratib olingan murtak moyi, vitaminlar, aminokislotalar biologik qiymatini

yuqoriligi bilan ajralib turadi. SHuning uchun OOQ tayyorlashda donning murtak qismi va qobig'idan foydalanish samarali natija beradi [5].

Arpaning shifobaxshligi sababli tabiiy oziq-ovqat qo'shilmalari tarkibiga turli ko'rinishda qo'shiladi. Uning shifobaxshligi tarkibidagi vitaminlarga ham bog'liq bo'ladi. Ular asosida olingan BFQ moddalardan qondagi xolesterin miqdorini kamaytirishda, yurak-qon tomir kasalliklari havfini oldini olish va asosan oshqozon-ichak trakti kasalliklarida keng qo'llanib kelinmoqda. Quyidagi jadvalda arpa va bug'doy donlari tarkibidagi vitaminlar va ularning miqdorlari taqqoslangan [6].

1 – jadval. Arpa va bug'doy donlarinning vitaminlar tarkibi, 100 gr/mg

Nomi	Arpa, mg	Bug'doy, mg
Vitamin C, mg	0,9	1,6
Tiamin (B_1), mg	0,44	0,23
Riboflavin (B_2), mg	0,2	0,16
Niatsin (PP), mg	5,3	3,09
Pantoten kislota (B_5), mg	1,15	0,95
Piridoksin (B_6), mg	0,53	0,27
Folie kislota (B_9), mkg	37,5	38
Vitamin A, mkg	1,0	0,8
Vitamin E, mg	3,0	0,69

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ayrim vitaminlar (tiamin B_1, niatsin, pantoten kislotalar) arpa donida ko'p bo'lsa, ayrimlari esa (vitamin C, foliy kislotalar) bug'doy donida ko'proq miqdorda bo'ladi. Umumiy olganda esa bug'doy doniga nisbatan arpa doni vitaminlarga boy ekanligi aniqlangan [7].

Quyidagi jadvalda esa arpa doni va solodi tarkibidagi vitaminlar miqdorlari keltirilgan:

2 – jadval. Arpa doni va solodi tarkibidagi vitaminlar

Nutrientlar	Arpa	Undirilgan arpa
vitamin B_1, tiamin	0,33 mg	0,18 mg
vitamin B_2, riboflavin	0,13 mg	0,07 mg
vitamin B_4, xolin	110 mg	61,8 mg
vitamin B_5, pantoten	0,7 mg	0,39 mg
vitamin B_6, piridoksin	0,47 mg	0,26 mg
vitamin B_9, folatlar	40 mkg	22,5 mkg
vitamin E, al`fa tokoferol, TE	1,7 mg	0,95 mg
vitamin H, biotin	11 mkg	6,17 mkg
Niatsin	4,5 mg	2,53 mg

Shuningdek, arpa donida 15 foizgacha oqsil, 3,5 foizgacha yog'lar, 75 foizgacha uglevodlar, shuningdek, gemitsellyuloza, dag'al tola, pektin moddalar bor. Arpa donidagi oqsil tarkibida almashtirib bo'lmaydigan, to'la qimmatli V guruh vitaminlari, vitamin Ye, karotin va boshqalar, shuningdek, turli kimyoviy elementlar – makro va mikroelementlar mavjud.

Arpa doni eramizda uch ming yil oldin ham ma'lum bo'lgan. U ko'p joylarda ozuqa va yem sifatida ekib kelinadi. Arpa uni va suvi qadimdan xalq tabobatida turli kasalliklarni davolashda ishlatilgan [8].

Arpa unidan tayyorlangan qaynatma xalq tabobatida yallig'lanishni qaytaruvchi, umumiy quvvatni oshiruvchi, siydik xaydovchi va diabetga qarshi vosita tariqasida qo'llanib kelinadi.

Ibn Sinoning yozishicha, arpa tozolovchi va ochuvchidir. Biroq ozuqaviy qiymati bug'doyga nisbatan kamroq. Arpa suvi ko'krak qafasi a'zolari xastaliklarida fenxelь urug'i bilan isьtemol qilinganda foydali bo'lib, ona sutini ko'paytirish xususiyatiga ega. Kepagi kuchli siydik xaydovchi xisoblanadi. Arpani behi va uzum sirkasi bilan qo'shib tayyorlangan sharbati bo'g'im og'rig'ida yordam beradi. Muhammad Hasrat o'zining "Husayn tuhfasi" asarida arpaning mijozi quruq-sovuq bo'lib, suvi yo'talga shifo bo'lishi keltirilgan. SHuningdek, burun, tomoq yo'llarini ochib, ko'p yel paydo qilishini izoxlab bergan [9].

Arpani yoqib, kulini tuz bilan aralashtirib, tishlarga surtilsa, oqartiradi va yaltiratadi. Suvi ko'krakdagi turli kista va bezlarni yumshatadi va yo'talni davolaydi. Undan qaynatma tayyorlab, turli og'riqlarni kompres qilish orqali davolash mumkin. Unidan atala tayyorlab iste'mol qilinsa, oshqozonni sovitadi [10].

Xalq tabobatida uni, solodi va har xil mahsulotlari parhez taomlar tayyorlashda, gastrit, me'da va ichak yaralarida, ateroskeleroz, qandli diabet, gipertoniya va boshqa ko'pgina kasalliklarda ishlatiladi.

Zamonaviy tibbiyotda arpadan parxez taomlar uchun masalliq tariqasida keng foydalaniladi. Donidan un, yorma, pivo va kvas tayyorlanadi. Arpada odam tanasiga singmaydigan kletchatka (biriktiruvchi to'qima) ko'p bo'lganligi uchun vazni ortiqcha odamlarni ozishlariga yordam beradi. Tarkibida oson singiydigan vitaminlar bo'lganligi uchun arpadan tayyorlanadigan parxez taomlar yiringli teri kasalliklari va psariaz kasalligida sezilarli natija beradi. Gastrit, me'da-ichaklarning yara kasalligi, ateroskeleroz, gipertoniya, qandli diabet bilan og'rigan kasallarga ham arpa uni va yormasidan tayyorlangan taomlar buyuriladi [11].

Yogurt tayyorlash jarayonidagi sut kislotali bijg'ishda, uglevodga sut kislotasi bakteriyalari tomonidan ajraladigan laktoza (β - galaktozidaza) fermenti ta'sir qiladi. Glyukozani sut kislotagacha parchalanishiga sut kislotali bakteriyalar (laktobakteriyalar) yordam beradi. Natijada qo'shimcha jarayonlar ham kuzatiladi. Laktozani sut kislotali bijg'ishidan ayrim uchuvchi kislotalar, SO_2 va boshqalar hosil bo'lishi mumkin. Sut shakari parchalanishidan aromat hosil qiluvchi bakteriyalar ta'sirida diatsetil va atseton hosil bo'ladi. Bu esa mahsulotga o'ziga xos hid beradi.

Tajriba qism. 1-Tajriba. Biz tomonimizdan quyidagi sinov tajribalari amalga oshirildi. Sinov tajribalarini o'tkazish uchun arpa donlari namunasidan 5 kg tortib olindi.

Sinov tajriba uchun olingan arpa donlari gidroponika usulida an'anaviy texnologiyaga binoan undirildi. Arpa donlarini undirilishi uchun optimal sharoit donlarni tavsifidan kelib chiqib tanlandi. Arpa doni undirilishining optimal borishi uchun quyidagi sharoitlar tanlangan: xona xarorati 16-18℃ bo'lgan qorong'u joyda 7-8 sutka davomida undirildi.

Ishning bajarilishi: Tadqiqotlarimizni davom ettirib, xalq tabobatiga mo'ljallangan yangi turdagi boyitilgan yogurt olish uchun "Express milk" MCHJ da ishlab chiqarilgan sifat ko'rsatkichlari TSH 31981 – 2013 talablariga mos keluvchi tayyor yogurt massalari maxsus ishlov berilgan arpa solodi bilan boyitildi. Bunda arpa solodlari o'ta yuqori chastotali elektr magnit maydonida quyidagicha ishlov berish sharoitida: O'YuCH chastotasi – 2450 mGts; ishlov berish quvvati – 150 Vt; ishlov berish vaqti – 10-12 min; material namligi – 8-10%; zarracha o'lchami 0,4-0,6 mkm bo'lgan, 1 mm li elakda 10 minut davomida elanganda 80-85% miqdorida o'tadigan darajagacha maydalandi. Qayta ishlangan undirilgan arpa solodlaridan hamda, ular yordamida tayyorlangan yangi boyitilgan yogurtlar olish orqali, belgilangan vazifalarni (shifobaxsh tovar) amalga oshirish maqsad qilindi.

Biz yuqoridagi arpa solodi bilan boyitilgan yogurt tarkibidagi vitaminlarni o'rganishni asosiy maqsad qilib oldik.

2-Tajriba. Suvda eruvchan vitaminlarni ekstraksiya qilish uchun tekshiriladigan namunadan 1 gr o'lchab olinib, 50 ml hajmli konussimon kolbaga solindi va 25 ml 0,1 N li HCl eritmasi qo'shildi. Aralashma GT SONIC-D3 (Xitoy) markali ultratovushli vannada 60 ^oC haroratda 20 daqiqa davomida ekstraksiya qilindi. So'ngra aralashma sovitilib, filtrlandi hamda o'lchov kolbasida suv bilan 25 ml ga yetkazildi. Ekstraktdan 1,5 ml miqdori 0,45 mkm li shpritsli filtrda filtrlanib vialaga solindi hamda analiz uchun foydalanildi.

Ishning bajarilishi: Standart eritmalar va namuna ekstrakti LC-40D nasosi, SIL-40 avtosampleri, SPD-M40 foto-diod matritsali detektoridan (PDA) iborat LC-40 Nexera Lite yuqori samarali suyuqlik xromatografi va LabSolutions ver. 6.92 dasturiy ta'minoti yordamida tahlil qilindi. Shim pack GIST C18 (150 × 4,6 mm; 5 mkm, Shimadzu, Yaponiya) teskari fazali kolonkasi hamda asetonitril (A) va sirka kislotaning suvdagi 0,25 % li eritmasi (B) dan tashkil topgan gradientli harakatchan faza (1-jadval) qo'llanildi. In'ektsiya hajmi 10 mkl, oqim tezligi 0,9 ml/min va kolonka termostati harorati 35 °C etib

belgilandi. Har bir vitaminning analitik signali (cho'qqi maydoni) uchta to'lqin uzunliklari 265, 291, 550 nm da qayd etildi.

Xromatografik sharoitlar: Standart eritmalar va namuna ekstrakti LC-40D nasosi, SIL-40 avtosampleri, SPD-M40 foto-diod matritsali detektoridan (PDA) iborat LC-40 Nexera Lite yuqori samarali suyuqlik xromatografi va LabSolutions ver. 6.92 dasturiy ta'minoti yordamida tahlil qilindi. Shim pack GIST C18 (150 × 4,6 mm; 5 mkm, Shimadzu, Yaponiya) teskari fazali kolonkasi hamda asetonitril (A) va sirka kislotaning suvdagi 0,25 % li eritmasi (B) dan tashkil topgan gradientli harakatchan faza (1-jadval) qo'llanildi. In'ektsiya hajmi 10 mkl, oqim tezligi 0,9 ml/min va kolonka termostati harorati 35 °C etib belgilandi. Har bir vitaminning analitik signali (cho'qqi maydoni) uchta to'lqin uzunliklari 265, 291, 550 nm da qayd etildi.

Olingan natijalar muxokamasi. Tadqiqot natijalari bo'yicha olingan xromotogrammalarining taxlili ya'ni olingan tovarlarning 100 gr namunasidagi miqdori bo'yicha natijalar quyidagi jadvalda keltirildi:

3 – jadval. Arpa solodi bilan boyitilgan yogurtlar tarkibidagi suvda eruvchi vitaminlar miqdori

Vitamin	Ushlanish vaqti, sek	Konsentratsiya, mg/l	100 g namunadagi miqdor, mg
Arpa solodi bilan boyitilgan yogurt			
Vitamin B_1	1,927	0,506	1,265
Vitamin C	Aniqlanmadi	0	0,000
Vitamin B_9	14,029	0,297	0,743
Vitamin B_2	14,316	0,405	1,013
Vitamin B_6	4,864	0,101	0,253
Vitamin B_{12}	Aniqlanmadi	0	0,000

Jadvaldan ko'rinib turibdiki, arpa solodi boyitilgan yogurt tarkibidagi suvda eruvchi vitaminlar miqdori keltirildi. Arpa solodi bilan boyitilgan namunada eng ko'p miqdorda vitamin B_1(1,265 mg) bo'lsa, vitamin B_2 (1,013 mg) ekanligi aniqlandi. Vitamin B_9 (0,743 mg) va B_6 (0,253 mg) lar oz miqdorda bo'lib, vitamin C va vitamin B_{12} aniqlanmadi.

Tadqiqot natijalarimizdan kelib chiqib, sutkasiga 150 gr yogurt iste'mol qilinganda, vitaminlarga bo'lgan kunlik extiyojni qondirilishi taxlil qilindi va olingan tadqiqot natijalari keltirildi. Boyitilgan yogurtning 150 gr miqdori tarkibidagi vitaminlar miqdori, olingan tadqiqot natijalarining 100 g namuna tarkibidagi vitaminlar miqdoriga nisbatan arifmetik xisoblab olindi.

4 – jadval. Olingan tovarlar tarkibidagi vitaminlarni sutkalik qondirilishi

№	Vitaminlar	Sutkalik extiyoj	150 gr miqdorida	Sutkalik extiyojni qondirilishi,%
			Arpa	Arpa
1	B_1	1,5	1,9	127
2	B_2	2-3	1,52	50,67
3	B_6	1,3-1,5	0,38	25
4	B_9	300	1,11	0,37
5	C	75-80	0	0

Izox - Sutkalik extiyojni qondirilishi sutkalik extiyojning yuqori qiymatiga ko'ra xisoblangan

Xulosa. Jadvaldan ko'rinib turibdiki, ushbu boyitilgan yogurtdan kunlik iste'mol miqdori 150 g bo'lganda, vitamin B_1 ga bo'lgan extiyoj to'liq qondiriladi, vitamin B_2 va B_6 ga bo'lgan extiyojlar xam mos ravishda 50,67 va 25 foiz miqdorlarida qondirilishiga erishiladi. Arpa solodi tarkibidagi ozuqaviy to'qimalar va B gurux vitaminlari birgalikda, fermentlangan sut maxsulotlarining shifobaxshligini sezilarli darajada oshiradi. Bunday boyitilgan yogurtlar ichaklar faoliyatining to'lqinsimon xarakatini tiklanishiga yordam beradi.

O’tkazilgan tadqiqot natijalaridan xulosa qilib shuni aytish mumkunki, arpa solodlarining boy kimyoviy tarkibi, ular asosida BFQ va oziq-ovqat qo’shilmalari olish uchun bosh omil bo’lib hizmat qiladi.

Adabiyotlar

1. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Konservativ xususiyatli oziq ovqat qo’shilmalari // Tovarlar kimyosi xamda xalq tabobati muammolari va istiqbollari mavzusidagi VIII ilmiy-amaliy konferensiya. Andijon-2021. – 215b
2. Asqarov I.R., Xasanova D.T. E250 oziq ovqat qo’shilmasining kimyoviy tarkibi // Tovarlar kimyosi xamda xalq tabobati muammolari va istiqbollari mavzusidagi VIII ilmiy-amaliy konferensiya. Andijon-2021. – 220b
3. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Konservativ xususiyatga ega bo’lgan oziq ovqat qo’shilmalari // “Oziq-ovqat va mahsulotlari ishlab chiqarishda noan`aviy yondashuvlar” Respublika ilmiy-amaliy anjumani, Toshkent -2021, 90-91 betlar
4. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Muxim antioksidantlarning kimyoviy xossalari va oziq-ovqat sanoatidagi ahamiyati // FarDU ilmiy xabarlar -2021.- №6 47-52 b
5. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Antioksidantlarning muxim xususiyatlari // Xalq tabobati jurnali №2(11) 2022 yil. 15-16 b
6. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Sut va tabiiy sharbatlar tayyorlashda qo’llaniladigan konservantlarning kimyoviy tarkibi // Xalq tabobati jurnali №2(11) 2022 yil . 31b
7. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Classification of Food Additives by Chemical Composition European Journal of innovation in Nonformal Education(EJINE) 250 Chemical composition of some food additives ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal ISSN:2249-7137vol.12,Issue 02,February 2022SJIF 2021=7.492
8. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Kamqonlik kasalligida ishlatiladigan dorivor moddalar va ularning kimyoviy tarkibi // Tovarlarni kimyoviy tarkibi asosida sinflash va sertifikatlash muammolari va istiqbollari. Ilmiy-amaliy konf. materiallari. –Toshkent, 2013. -B. 314-315.
9. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Arpa va solod ishlab chiqarish. Akademik A.Qosimov tavalludining 75 yilligiga bag’ishlangan “O’zbekistonda biotexnologiyaning rivojlanishi va istiqbollari” mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman. Andijon – 2012.85 b
10. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Arpa va solodni zamburug’li zararlanishi muammolari. Akademik A.Qosimov tavalludining 75 yilligiga bag’ishlangan “O’zbekistonda biotexnologiyaning rivojlanishi va istiqbollari” mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman. Andijon – 2012.-75 b
11. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Solod modifikatsiyasi va fermentativ jarayonlar.Akademik A.Qosimov tavalludining 75 yilligiga bag’ishlangan “O’zbekistonda biotexnologiyaning rivojlanishi va istiqbollari” mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman. Andijon – 2012.-79-80 b
12. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Ba’zi oziq – ovqat mahsulotlarini sertifikatlash muammolari. “Kimyo fani va uni o’qitish samaradorligini oshirishning dolzarb muammolari” mavzusidagi mintaqaviy ilmiy – uslubiy anjuman. Andijon – 2005.-121 b

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ИЗУЧЕНИЕ ВИТАМИННОГО СОСТАВА ЙОГУРТОВ, ОБОГАЩЁННЫХ ЯЧМЕННЫМИ ОТРУБЯМИ

Дилором Туйчиевна Хасанова
Андижанский государственный университет, Доцент кафедры химии природных соединений и пищевых продуктов, доктор химических наук
https://orcid.org/0009-0001-5574-6999
E-mail: xasanovadilorom188@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.593

Ключевые слова: ячмень, пророщенный ячмень, солод, зерновые культуры, витамины, минералы, БАД, антиоксиданты

Аннотация

В статье подробно освещены сведения о химическом составе зерна ячменя и солода, их свойствах и влиянии на организм. Также представлены данные о полезных свойствах ячменного солода. Объяснены основные углеводы, содержащиеся в ячмене, и их биохимические превращения в водной среде. Предложено использование нетрадиционных методов сушки ячменного солода. Указано, что благодаря высокому содержанию пищевых волокон ячменный солод способствует выведению вредных веществ из организма и положительно влияет на деятельность кишечника. В связи с этим обосновано, что йогурты, обогащённые ячменным солодом, могут рассматриваться как биологически активные добавки.

Как цитировать

Хасанова, Д. Т. ИЗУЧЕНИЕ ВИТАМИННОГО СОСТАВА ЙОГУРТОВ, ОБОГАЩЁННЫХ ЯЧМЕННЫМИ ОТРУБЯМИ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.593

Введение. В настоящее время зерно ячменя широко используется как основное и вспомогательное сырьё для получения лечебных биологически активных добавок (БАД). В составе ячменя содержится полный комплекс необходимых ингредиентов. Он богат белками, легкоусвояемыми углеводами, пищевыми волокнами, минералами, витаминами, а также содержит красящие и полифенольные соединения, растительные ферменты и гормоны. Поэтому продукты с добавлением ячменного солода могут применяться не только для здорового питания, но и как лечебно-диетические продукты [1].

Высокое содержание витаминов, микроэлементов, а также растворимых и нерастворимых пищевых волокон в зерне ячменя повышает его функциональную ценность [2].

Углеводы ячменя в основном представлены крахмалом, накапливающимся в эндосперме. Главная ценность заключается в высоком содержании углеводов (до 60%). Пророщенный ячменный солод в народной медицине известен как продукт, богатый взаимосвязанными биологически активными веществами и обладающий целебными свойствами [3]. Полученные из него лечебные БАД улучшают обмен веществ, восполняют дефицит витаминов и минералов, укрепляют иммунную систему, а также способствуют выведению токсинов из организма. Благодаря этому ячменный солод оказывает оздоровительное действие, нормализует функции многих органов и положительно влияет на здоровье людей любого возраста [4].

В зерне ячменя содержатся практически все витамины группы В: 0,4–0,7 мг% тиамина, около 0,2 мг% рибофлавина и 2–5 мг% никотинамида. Кроме того, в его составе присутствуют пиридоксин (0,5 мг%), пантотеновая и парааминобензойная кислоты, инозит, биотин, а также токоферолы. Витамины ячменя и пшеницы сосредоточены главным образом в зародыше и оболочке зерна,

поэтому зародышевое масло, полученное из этих частей, отличается высокой биологической ценностью благодаря содержанию витаминов и аминокислот. Следовательно, использование зародыша и оболочки зерна при производстве пищевых добавок даёт высокоэффективные результаты [5].

Благодаря целебным свойствам ячмень в различных формах включается в состав натуральных пищевых добавок. Его лечебное действие во многом связано с содержанием витаминов. На основе полученных из него биологически активных веществ (БАВ) разработаны средства, которые применяются для снижения уровня холестерина в крови, профилактики сердечно-сосудистых заболеваний, а также широко используются при заболеваниях желудочно-кишечного тракта. В следующей таблице приведено сравнение содержания витаминов в зерне ячменя и пшеницы [6].

Таблица 1. Витаминный состав зерна ячменя и пшеницы (в 100 г, мг)

Название	Ячмень, мг	Пшеница, мг
Витамин С, мг	0,9	1,6
Тиамин (B_1), мг	0,44	0,23
Рибофдавин (B_2), мг	0,2	0,16
Ниацин (РР), мг	5,3	3,09
Пантотеновая кислота (B_5), мг	1,15	0,95
Пиридоксин (B_6), мг	0,53	0,27
Фолиева кислота (B_9), мкг	37,5	38
Витамин А, мкг	1,0	0,8
Витани Е, мг	3,0	0,69

Из таблицы видно, что некоторые витамины (тиамин B_1, ниацин, пантотеновая кислота) в большем количестве содержатся в зерне ячменя, тогда как другие (витамин С, фолиевая кислота) — в зерне пшеницы. В целом же установлено, что по сравнению с пшеницей ячмень более богат витаминами [7]. В следующей таблице приведено содержание витаминов в зерне и солоде ячменя:

Таблица 2. Содержание витаминов в зерне и солоде ячменя (на 100 г, мг)

Нутриент	Ячмень	Пророщенный ячмень
Витамин B_1, тиамин	0,33 mg	0,18 mg
Витамин B_2, рибофлавин	0,13 mg	0,07 mg
Витамин B_4, холин	110 mg	61,8 mg
Витамин B_5, пантотен	0,7 mg	0,39 mg
Витмаин B_6, пиридоксин	0,47 mg	0,26 mg
Витамин B_9, фолат	40 mkg	22,5 mkg
Витамин Е, альфа токоферол	1,7 mg	0,95 mg
Витамин Н биотин	11 mkg	6,17 mkg
ниацин	4,5 mg	2,53 mg

В составе ячменного зерна содержится до 15% белка, до 3,5% жиров, до 75% углеводов, а также гемицеллюлоза, грубые волокна и пектиновые вещества. Белки ячменя включают незаменимые аминокислоты, витамины группы В, витамин Е, каротин и другие соединения, а также различные макро- и микроэлементы.

Ячмень был известен более трёх тысяч лет назад. Его выращивали во многих странах в качестве пищевой и кормовой культуры. Мука и отвар из ячменя издавна применялись в народной медицине для лечения различных заболеваний [8].

Отвар из ячменной муки в народной медицине использовался как противовоспалительное средство, общеукрепляющий и мочегонный препарат, а также при сахарном диабете.

Авиценна писал, что ячмень очищает и раскрывает. Однако его пищевая ценность ниже, чем у пшеницы. Ячменный отвар в сочетании с семенами фенхеля полезен при заболеваниях органов грудной клетки и способствует увеличению выработки грудного молока. Отруби ячменя считаются сильным мочегонным средством. Напиток из ячменя с айвой и виноградным уксусом применяли при болях в суставах. Мухаммад Хазрат в своём труде «Подарок Хусейну» отмечал, что природа ячменя — сухо-холодная, его отвар помогает при кашле, очищает носовые и глоточные пути и способствует выделению газов [9].

Зола, полученная при сжигании ячменя и смешанная с солью, использовалась для чистки зубов, делая их белыми и блестящими. Отвар из ячменя применялся для смягчения кист и опухолей груди и лечения кашля. Из него готовили компрессы для снятия различных болей. Каша из ячменной муки охлаждает желудок [10].

В народной медицине мука, солод и различные продукты из ячменя применялись в диетическом питании при гастрите, язве желудка и кишечника, атеросклерозе, сахарном диабете, гипертонии и многих других заболеваниях.

В современной медицине ячмень широко используется как ингредиент для диетических блюд. Из его зерна производят муку, крупу, пиво и квас. Благодаря высокому содержанию клетчатки, не усваиваемой организмом, ячмень помогает снижать вес у людей с ожирением. За счёт легкоусвояемых витаминов диетические блюда из ячменя дают положительный эффект при гнойных кожных заболеваниях и псориазе. Блюда из ячменной муки и крупы рекомендуются также больным гастритом, язвенной болезнью, атеросклерозом, гипертонией и сахарным диабетом [11].

В процессе приготовления йогурта при молочнокислом брожении действует фермент лактаза (β-галактозидаза), выделяемый молочнокислыми бактериями, расщепляющий лактозу. Лактобактерии способствуют превращению глюкозы в молочную кислоту. При этом могут образовываться побочные продукты — летучие кислоты, SO_2 и др. В результате действия ароматобразующих бактерий при распаде молочного сахара формируются диацетил и ацетон, придающие продукту характерный запах.

Экспериментальная часть

Опыт 1.

Нами были проведены следующие испытательные опыты. Для эксперимента отобрано 5 кг зерна ячменя.

Зерно ячменя было проращено гидропонным методом по традиционной технологии. Оптимальные условия для проращивания подбирались исходя из характеристик зерна: оно проращивалось в течение 7–8 суток в тёмном помещении при температуре 16–18 °C.

Ход работы.

С целью получения нового вида обогащённого йогурта, предназначенного для народной медицины, готовые йогуртовые массы, соответствующие требованиям стандарта ТШ 31981–2013, произведённые ООО «Express milk», были обогащены специально обработанным ячменным солодом. Солод подвергали обработке в сверхвысокочастотном электромагнитном поле при следующих условиях: частота — 2450 МГц; мощность обработки — 150 Вт; время обработки — 10–12 мин; влажность материала — 8–10 %; размер частиц — 0,4–0,6 мкм, при просеивании через сито 1 мм в течение 10 мин проходило 80–85 %. Полученные таким образом пророщенные ячменные солоды использовались для обогащения йогурта, что позволило выполнить поставленные задачи (создание лечебного продукта).

Основная цель — изучение содержания витаминов в йогурте, обогащённом ячменным солодом.

Опыт 2.

Для экстракции водорастворимых витаминов из исследуемого образца отбирали по 1 г и помещали в коническую колбу объёмом 50 мл, куда добавляли 25 мл 0,1 N раствора HCl. Смесь подвергалась ультразвуковой экстракции в ванне марки GT SONIC-D3 (Китай) при температуре 60 °C в течение 20 мин. После охлаждения раствор фильтровали и доводили объём до 25 мл

дистиллированной водой. Извлечение фильтровали через шприцевой фильтр (0,45 мкм), после чего помещали во флакон для анализа.

Ход работы.

Стандартные растворы и экстракты анализировали с использованием ВЭЖХ-системы LC-40 Nexera Lite (Shimadzu, Япония), включающей насос LC-40D, автосамплер SIL-40, фотодиодный матричный детектор SPD-M40 (PDA), управляемой программным обеспечением LabSolutions ver. 6.92. Применялась обращённо-фазовая колонка Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 мм; 5 мкм). В качестве подвижной фазы использовали смесь ацетонитрила (A) и 0,25 % раствора уксусной кислоты в воде (B) в градиентном режиме (см. Табл. 1). Условия: объём инъекции — 10 мкл, скорость потока — 0,9 мл/мин, температура термостата колонки — 35 °C. Аналитические сигналы витаминов фиксировались при трёх длинах волн: 265, 291 и 550 нм.

Обсуждение результатов.

По результатам исследований были получены хроматограммы, на основании которых рассчитано содержание витаминов в 100 г образца. Данные приведены в таблице ниже.

Таблица 3. Содержание водорастворимых витаминов в йогуртах, обогащённых ячменным солодом

Витамин	Время удерживания, сек	Концентрация, mg/l	Количество в 100 g образце, mg
Йогурт обогащенный солодом ячменя			
Vitamin B_1	1,927	0,506	1,265
Vitamin C	Не определено	0	0,000
Vitamin B_9	14,029	0,297	0,743
Vitamin B_2	14,316	0,405	1,013
Vitamin B_6	4,864	0,101	0,253
Vitamin B_{12}	Не определено	0	0,000

Из таблицы видно, что в составе йогурта, обогащённого ячменным солодом, приведены количественные показатели водорастворимых витаминов. В обогащённом образце наибольшее количество содержал витамин B_1 (1,265 мг), затем витамин B_2 (1,013 мг). Витамины B_9 (0,743 мг) и B_6 (0,253 мг) присутствовали в меньшем количестве, тогда как витамин С и витамин B_{12} обнаружены не были.

На основании наших исследований проведён анализ удовлетворения суточной потребности в витаминах при употреблении 150 г йогурта. Для этого рассчитано содержание витаминов в 150 г обогащённого йогурта пропорционально количеству витаминов в 100 г исследуемого образца.

Таблица 4. Удовлетворение суточной потребности в витаминах за счёт потребления 150 г обогащённого йогурта

№	Витамины	Суточная потребность	Количестве 150 г	Удовлетворение суточной потребности,%
			Ячмень	Ячмень
1	B_1	1,5	1,9	127
2	B_2	2-3	1,52	50,67
3	B_6	1,3-1,5	0,38	25
4	B_9	300	1,11	0,37
5	C	75-80	0	0

Примечание. Удовлетворение суточной потребности рассчитано по её верхним значениям.

Заключение. Из таблицы видно, что при ежедневном потреблении 150 г обогащённого йогурта суточная потребность в витамине B_1 полностью покрывается, а потребности в витаминах B_2 и B_6 удовлетворяются соответственно на 50,67 % и 25 %. Пищевые волокна и витамины группы В, содержащиеся в ячменном солоде, в комплексе значительно повышают лечебные свойства

ферментированных молочных продуктов. Такие обогащённые йогурты способствуют восстановлению перистальтической активности кишечника.

На основании проведённых исследований можно заключить, что богатый химический состав ячменного солода является ключевым фактором для получения биологически активных добавок и функциональных пищевых продуктов.

Литературы

1. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Konservativ xususiyatli oziq ovqat qo'shilmalari // Tovarlar kimyosi xamda xalq tabobati muammolari va istiqbollari mavzusidagi VIII ilmiy-amaliy konferensiya. Andijon-2021. – 215b
2. Asqarov I.R., Xasanova D.T. E250 oziq ovqat qo'shilmasining kimyoviy tarkibi // Tovarlar kimyosi xamda xalq tabobati muammolari va istiqbollari mavzusidagi VIII ilmiy-amaliy konferensiya. Andijon-2021. – 220b
3. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Konservativ xususiyatga ega bo'lgan oziq ovqat qo'shilmalari // "Oziq-ovqat va mahsulotlari ishlab chiqarishda noan`aviy yondashuvlar" Respublika ilmiy-amaliy anjumani, Toshkent -2021, 90-91 betlar
4. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Muxim antioksidantlarning kimyoviy xossalari va oziq-ovqat sanoatidagi ahamiyati // FarDU ilmiy xabarlar -2021.- №6 47-52 b
5. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Antioksidantlarning muxim xususiyatlari // Xalq tabobati jurnali №2(11) 2022 yil. 15-16 b
6. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Sut va tabiiy sharbatlar tayyorlashda qo'llaniladigan konservantlarning kimyoviy tarkibi // Xalq tabobati jurnali №2(11) 2022 yil . 31b
7. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Classification of Food Additives by Chemical Composition European Journal of innovation in Nonformal Education(EJINE) 250 Chemical composition of some food additives ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal ISSN:2249-7137vol.12,Issue 02,February 2022SJIF 2021=7.492
8. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Kamqonlik kasalligida ishlatiladigan dorivor moddalar va ularning kimyoviy tarkibi // Tovarlarni kimyoviy tarkibi asosida sinflash va sertifikatlash muammolari va istiqbollari. Ilmiy-amaliy konf. materiallari. –Toshkent, 2013. -B. 314-315.
9. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Arpa va solod ishlab chiqarish. Akademik A.Qosimov tavalludining 75 yilligiga bag'ishlangan "O'zbekistonda biotexnologiyaning rivojlanishi va istiqbollari" mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman. Andijon – 2012.85 b
10. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Arpa va solodni zamburug'li zararlanishi muammolari. Akademik A.Qosimov tavalludining 75 yilligiga bag'ishlangan "O'zbekistonda biotexnologiyaning rivojlanishi va istiqbollari" mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman. Andijon – 2012.-75 b
11. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Solod modifikatsiyasi va fermentativ jarayonlar.Akademik A.Qosimov tavalludining 75 yilligiga bag'ishlangan "O'zbekistonda biotexnologiyaning rivojlanishi va istiqbollari" mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman. Andijon – 2012.-79-80 b
12. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Ba'zi oziq – ovqat mahsulotlarini sertifikatlash muammolari. "Kimyo fani va uni o'qitish samaradorligini oshirishning dolzarb muammolari" mavzusidagi mintaqaviy ilmiy – uslubiy anjuman. Andijon – 2005.-121 b

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

STUDY OF THE VITAMIN COMPOSITION OF YOGURTS ENRICHED WITH BARLEY BRAN

Dilorom T. Khasanova
Andijan State University, Associate Professor, Department of Chemistry of Natural Compounds and Food Chemistry, Doctor of Chemical Sciences (DSc)
https://orcid.org/0009-0001-5574-6999
E-mail: xasanovadilorom188@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.593

Keywords: barley, germinated barley, malt, cereal grains, vitamins, minerals, dietary supplements (DS), antioxidants

Annotation

The article provides a detailed overview of the chemical composition of barley grain and malt, their properties, and their effects on the human body. It also presents information on the beneficial aspects of barley malt. The major carbohydrates contained in barley and their biochemical transformations in an aqueous medium are explained. The use of non-traditional methods for drying barley malt is proposed. Due to its high content of dietary fibers, barley malt contributes to the removal of harmful substances from the body and has a positive effect on intestinal function. Therefore, it is justified that yogurts enriched with barley malt can be considered as biologically active supplements.

How to Cite

Khasanova, D. T. STUDY OF THE VITAMIN COMPOSITION OF YOGURTS ENRICHED WITH BARLEY BRAN. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.593

Introduction. Nowadays, barley grain is widely used as both a primary and auxiliary raw material for the production of medicinal biologically active supplements (BAS). Barley contains a full spectrum of essential ingredients. It is rich in proteins, easily digestible carbohydrates, dietary fibers, minerals, and vitamins, as well as coloring and polyphenolic compounds, plant enzymes, and hormones. Therefore, food products enriched with barley malt can be used not only in healthy nutrition but also as medicinal and dietary foods [1].

The high content of vitamins, microelements, and both soluble and insoluble dietary fibers in barley grain significantly enhances its functional value [2].

The carbohydrates in barley are mainly present in the form of starch, which accumulates in the endosperm. Its primary nutritional value lies in the high carbohydrate content (up to 60%). Germinated barley malt has long been recognized in traditional medicine as a product rich in interconnected biologically active substances with curative properties [3]. Medicinal supplements obtained from it improve metabolism, compensate for vitamin and mineral deficiencies, strengthen the immune system, and help detoxify the body. Thus, barley malt exhibits a wide range of health-promoting effects, normalizes the functions of many organs, and has a positive impact on the health of people of all ages [4].

Barley grain contains almost all B-group vitamins: 0.4–0.7 mg% thiamine, about 0.2 mg% riboflavin, and 2–5 mg% nicotinamide. In addition, it includes pyridoxine (0.5 mg%), pantothenic and para-aminobenzoic acids, inositol, biotin, and tocopherols. The vitamins of barley and wheat are mainly concentrated in the germ and bran, and the germ oil extracted from these parts is distinguished by its high biological value due to its vitamin and amino acid content. Therefore, the use of the germ and bran fractions of the grain in the preparation of food supplements provides highly effective results [5].

Due to its healing properties, barley is incorporated in various forms into natural food supplements. Its therapeutic effects are largely attributed to its vitamin content. Biologically active substances (BAS) derived from barley have been widely applied to reduce blood cholesterol levels, prevent cardiovascular diseases, and are especially used in the treatment of gastrointestinal disorders. The following table presents a comparison of the vitamin content and their quantities in barley and wheat grains [6].

Table 1. Vitamin composition of barley and wheat grains (per 100 g, mg)

Name	Barley, mg	Wheat, mg
Vitamin C, mg	0,9	1,6
Thiamine (B1), mg	0,44	0,23
Riboflavin (B2), mg	0,2	0,16
Niacin (PP), mg	5,3	3,09
Pantothenic acid (B5), mg	1,15	0,95
Pyridoxine (B6), mg	0,53	0,27
Folic acid (B9), µg	37,5	38
Vitamin A, mcg	1,0	0,8
Vitamin E, mg	3,0	0,69

As can be seen from the table, certain vitamins (thiamine B_1, niacin, pantothenic acid) are present in higher amounts in barley grain, whereas others (vitamin C, folic acid E) are found in greater quantities in wheat grain. Overall, it has been established that barley is richer in vitamins compared to wheat [7]. The following table shows the vitamin content of barley grain and malt:

Table 2. Vitamins in barley grain and malt

Nutrients	Barley	Malt
vitamin B1, thiamine	0,33 mg	0,18 mg
vitamin B2, riboflavin	0,13 mg	0,07 mg
vitamin B4, choline	110 mg	61,8 mg
vitamin B5, pantothenic acid	0,7 mg	0,39 mg
vitamin B6, pyridoxine	0,47 mg	0,26 mg
vitamin B9, folates	40 mkg	22,5 mcg
vitamin E, alpha tocopherol, TE	1,7 mg	0,95 mg
vitamin H, biotin	11 mcg	6,17 mcg
niacin	4,5 mg	2,53 mg

Barley grain contains up to 15% protein, up to 3.5% fat, up to 75% carbohydrates, as well as hemicellulose, crude fiber, and pectin substances. Barley proteins include essential amino acids, B-group vitamins, vitamin E, carotene, and other compounds, as well as various macro- and microelements.

Barley has been known since at least three thousand years ago. It was cultivated in many regions both as food and as fodder. Barley flour and decoctions have been used in traditional medicine since ancient times to treat various diseases [8].

A decoction of barley flour was used in folk medicine as an anti-inflammatory, tonic, diuretic, and antidiabetic remedy.

Avicenna wrote that barley is cleansing and opening, although its nutritional value is somewhat lower than that of wheat. Barley water, when consumed with fennel seeds, was considered beneficial for chest ailments and promoted breast milk production. Barley bran is regarded as a powerful diuretic. A syrup made from barley with quince and grape vinegar was used to relieve joint pain. In his treatise *"Gift to Husayn"*, Muhammad Hazrat described barley as having a dry and cold temperament, its decoction being a cure for cough, clearing the nasal and throat passages, and promoting flatulence [9].

Ash obtained by burning barley, when mixed with salt, was used to whiten and polish teeth. Barley decoction was applied to soften breast cysts and tumors and to treat cough. Decoctions were also used in compresses to alleviate various pains. Barley porridge was believed to cool the stomach [10].

In traditional medicine, barley flour, malt, and derived products were used in dietary nutrition for gastritis, gastric and intestinal ulcers, atherosclerosis, diabetes mellitus, hypertension, and many other conditions.

In modern medicine, barley is widely used as an ingredient for dietary meals. Its grain is processed into flour, groats, beer, and kvass. Owing to its high content of indigestible dietary fiber, barley helps overweight individuals lose weight. Because of its easily assimilated vitamins, dietary dishes prepared from barley have shown significant results in the treatment of purulent skin diseases and psoriasis. Barley-based foods are also prescribed for patients with gastritis, peptic ulcer disease, atherosclerosis, hypertension, and diabetes mellitus [11].

During yogurt production, lactic acid fermentation is mediated by the enzyme lactase (β-galactosidase), secreted by lactic acid bacteria, which breaks down lactose. Lactobacilli promote the conversion of glucose into lactic acid. Additional by-products may also form, such as volatile acids, SO_2, and others. Moreover, diacetyl and acetone are produced by aroma-forming bacteria during lactose breakdown, imparting the product with its characteristic flavor.

Experimental Part

Experiment 1.

We conducted the following trial experiments. For the study, 5 kg of barley grain was selected. The barley grains were germinated using the hydroponic method according to traditional technology. Optimal conditions for germination were chosen based on the grain characteristics: germination was carried out for 7–8 days in a dark place at a temperature of 16–18 °C.

Procedure.

To obtain a new type of fortified yogurt intended for traditional medicine, ready-made yogurt masses produced by “Express milk” LLC (meeting the requirements of TSH 31981–2013) were enriched with specially processed barley malt. The malt was treated in an ultra-high-frequency electromagnetic field under the following conditions: frequency — 2450 MHz; processing power — 150 W; processing time — 10–12 min; material moisture — 8–10%; particle size — 0.4–0.6 μm, with 80–85% passing through a 1 mm sieve within 10 min. The processed germinated barley malt was then used to enrich yogurt, to develop a therapeutic food product. The primary objective was to study the vitamin content in yogurt enriched with barley malt.

Experiment 2.

For the extraction of water-soluble vitamins, 1 g of the sample was placed into a 50 ml conical flask with 25 ml of 0.1 N HCl solution. The mixture was subjected to ultrasonic extraction using a GT SONIC-D3 (China) ultrasonic bath at 60 °C for 20 minutes. The solution was then cooled, filtered, and diluted with water to a final volume of 25 ml. A 1.5 ml aliquot was further filtered through a 0.45 μm syringe filter, placed into a vial, and used for analysis.

Procedure.

Standard solutions and sample extracts were analyzed using an LC-40 Nexera Lite HPLC system (Shimadzu, Japan) consisting of an LC-40D pump, SIL-40 autosampler, and SPD-M40 photodiode array detector (PDA), controlled by LabSolutions ver. 6.92 software. The reversed-phase column Shim-pack GIST C18 (150 × 4.6 mm; 5 μm) was employed. The mobile phase consisted of acetonitrile (A) and 0.25% aqueous acetic acid solution (B) in gradient mode (see Table 1). The operating conditions were: injection volume — 10 μl, flow rate — 0.9 ml/min, column thermostat temperature — 35 °C. Analytical signals (peak areas) for each vitamin were recorded at three wavelengths: 265, 291, and 550 nm.

Discussion of Results.

Chromatograms were obtained, and the vitamin content in 100 g of the sample was quantified. The results are presented in the following table.

Table 3. Content of water-soluble vitamins in yoghurts enriched with barley malt

Vitamin	Retention time, sec	Concentration, mg/l	Amount in 100 g sample, mg
Yogurt enriched with barley malt			
Vitamin B_1	1,927	0,506	1,265
Vitamin C	Not detected	0	0,000
Vitamin B_9	14,029	0,297	0,743
Vitamin B_2	14,316	0,405	1,013
Vitamin B_6	4,864	0,101	0,253
Vitamin B_{12}	Not detected	0	0,000

From the table, it can be seen that the content of water-soluble vitamins in yogurt enriched with barley malt was determined. In the enriched sample, the highest content was found for vitamin B_1 (1.265 mg), followed by vitamin B_2 (1.013 mg). Vitamins B_9 (0.743 mg) and B_6 (0.253 mg) were present in smaller amounts, while vitamin C and vitamin B_{12} were not detected.

Based on our findings, the daily vitamin requirements were evaluated by analyzing the consumption of 150 g of yogurt. The vitamin content in 150 g of fortified yogurt was calculated arithmetically in proportion to the vitamin content determined for 100 g of the sample.

Table 4. Contribution of 150 g of fortified yogurt to daily vitamin requirements

№	Vitamins	Daily requirement	Amount of 150 gr	Daily requirement satisfaction,%
			Barley	Barley
1	B_1	1,5	1,9	127
2	B_2	2-3	1,52	50,67
3	B_6	1,3-1,5	0,38	25
4	B_9	300	1,11	0,37
5	C	75-80	0	0

Note. The fulfillment of daily requirements was calculated based on the upper values of recommended intake.

Conclusion. From the table, it is evident that with a daily consumption of 150 g of fortified yogurt, the requirement for vitamin B_1 is fully met, while the requirements for vitamins B_2 and B_6 are satisfied at 50.67% and 25%, respectively. The dietary fibers and B-group vitamins contained in barley malt, acting together, significantly enhance the therapeutic value of fermented dairy products. Such fortified yogurts contribute to the restoration of intestinal peristaltic activity.

Based on the results of the study, it can be concluded that the rich chemical composition of barley malt serves as a key factor for the development of biologically active supplements and functional food products.

References

1. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Konservativ xususiyatli oziq ovqat qo'shilmalari // Tovarlar kimyosi xamda xalq tabobati muammolari va istiqbollari mavzusidagi VIII ilmiy-amaliy konferensiya. Andijon-2021. – 215b

2. Asqarov I.R., Xasanova D.T. E250 oziq ovqat qo'shilmasining kimyoviy tarkibi // Tovarlar kimyosi xamda xalq tabobati muammolari va istiqbollari mavzusidagi VIII ilmiy-amaliy konferensiya. Andijon-2021. – 220b

3. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Konservativ xususiyatga ega bo'lgan oziq ovqat qo'shilmalari // "Oziq-ovqat va mahsulotlari ishlab chiqarishda noan`aviy yondashuvlar" Respublika ilmiy-amaliy anjumani, Toshkent -2021, 90-91 betlar

4. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Muxim antioksidantlarning kimyoviy xossalari va oziq-ovqat sanoatidagi ahamiyati // FarDU ilmiy xabarlar -2021.- №6 47-52 b

5. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Antioksidantlarning muxim xususiyatlari // Xalq tabobati jurnali №2(11) 2022 yil. 15-16 b
6. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Sut va tabiiy sharbatlar tayyorlashda qo'llaniladigan konservantlarning kimyoviy tarkibi // Xalq tabobati jurnali №2(11) 2022 yil . 31b
7. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Classification of Food Additives by Chemical Composition European Journal of innovation in Nonformal Education(EJINE) 250 Chemical composition of some food additives ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal ISSN:2249-7137vol.12,Issue 02,February 2022SJIF 2021=7.492
8. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Kamqonlik kasalligida ishlatiladigan dorivor moddalar va ularning kimyoviy tarkibi // Tovarlarni kimyoviy tarkibi asosida sinflash va sertifikatlash muammolari va istiqbollari. Ilmiy-amaliy konf. materiallari. –Toshkent, 2013. -B. 314-315.
9. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Arpa va solod ishlab chiqarish. Akademik A.Qosimov tavalludining 75 yilligiga bag'ishlangan "O'zbekistonda biotexnologiyaning rivojlanishi va istiqbollari" mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman. Andijon – 2012.85 b
10. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Arpa va solodni zamburug'li zararlanishi muammolari. Akademik A.Qosimov tavalludining 75 yilligiga bag'ishlangan "O'zbekistonda biotexnologiyaning rivojlanishi va istiqbollari" mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman. Andijon – 2012.-75 b
11. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Solod modifikatsiyasi va fermentativ jarayonlar.Akademik A.Qosimov tavalludining 75 yilligiga bag'ishlangan "O'zbekistonda biotexnologiyaning rivojlanishi va istiqbollari" mavzusidagi ilmiy-amaliy anjuman. Andijon – 2012.-79-80 b
12. Asqarov I.R., Xasanova D.T. Ba'zi oziq – ovqat mahsulotlarini sertifikatlash muammolari. "Kimyo fani va uni o'qitish samaradorligini oshirishning dolzarb muammolari" mavzusidagi mintaqaviy ilmiy – uslubiy anjuman. Andijon – 2005.-121 b

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

CYNODON DACTYLON L ILDIZIDAGI FENOL BIRIKMALARNI ANIQLASH

G‘ayratjon Nematjonovich Madrahimov
Andijon davlat universiteti, Tabiiy birikmalar va oziq-ovqat kimyosi kafedrasi dotsent v.b., kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
https://orcid.org/0009-0008-6151-8811

Farogʻat Faxriddin qizi Abdumutalova
Andijon davlat universiteti, Kimyo mutaxassisligi magistranti
https://orcid.org/0009-0009-4430-822X
E-mail: farogatbonu09@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.597

Kalit so'zlar: Cynodon dactylon L, flavonoid, saponin, xalq tabobati, diuretik, antioksidant

Annotatsiya

Ushbu maqolada Cynodon dactylon L. o‘simligining kimyoviy tarkibi, farmakologik xususiyatlari va xalq tabobatida qo‘llanilishining ilmiy asoslari yoritilgan. Tadqiqotlar ajriqning biologik faol moddalarga boy ekani va u turli kasalliklarni davolashda tabiiy vosita sifatida foydalanish mumkin ekanligini ko‘rsatadi.

Havola uchun

Madrahimov, G. N., & Abdumutalova, F. F. CYNODON DACTYLON L ILDIZIDAGI FENOL BIRIKMALARNI ANIQLASH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.597

Kirish. Dunyoda tabiiy manbalardan ajratib olingan biologik faol birikmalar asosida tayyorlangan shifobaxsh moddalarga bo‘lgan ehtiyoj ortib bormoqda. O‘simliklardan ajratib olingan moddalarni modifikatsiyalash va ularning kompozisiyalarini olish orqali vositalarining biologik faolligini oshirish muhim ahamiyatga ega. Biologik faol moddalar manbalarini aniqlash, ularni modifikatsiyalash va yangi turdagi bezarar biologik faol vositalarini olish hamda ularni amaliyotga tatbiq etish dolzarb masalalardan biridir. Ana shunday tabiiy vositalar ishlab chiqish mumkin bo‘lgan begona o‘t sifatida keng tarqalgan o‘simliklardan biri – Ajriq (*Cynodon dactylon (L.) Pers.*) - Poaceae (bug‘doydoshlar) oilasiga mansub ko‘p yillik o‘simlik bo‘lib, keng tarqalgan, ayniqsa subtropik va tropik mintaqalarda ko‘p uchraydi. Bu o‘simlik tashqi muhitga tez moslashuvchan, tez o‘sish qobiliyati va tuproq eroziyasini kamaytirishdagi roli katta. Yurtimizning deyarli barcha hududlarida, ayniqsa sug‘oriladigan yerlarda begona o‘t sifatida uchraydi [1].

*Cynodon dactylon*ning yer ustki qismlari (poyasi, barglari) hamda ildizpoyasi xalq tabobatida qadimdan tabiiy davolovchi vosita sifatida qo‘llanilib kelinadi. Uning diuretik, yallig‘lanishga qarshi, tinchlantiruvchi, shishlarga qarshi va umumiy tonik xususiyatlari borligi haqida ma’lumotlar mavjud. So‘nggi yillarda *Cynodon dactylon* tarkibidagi biologik faol birikmalarning farmakologik ta’sirlarini ilmiy asosda o‘rganish bo‘yicha qator tadqiqotlar olib borilmoqda, bu esa ushbu o‘simlikning xalq tabobatidagi o‘rnini zamonaviy fitoterapiyada ham foydalanish imkonini bermoqda [1].

Cynodon dactylon L. o‘simligi biologik faol moddalar majmuasiga boy bo‘lib, ularning kombinatsiyasi dorivor xususiyatlarni yuzaga chiqaradi. Turli tahlillar, jumladan gaz-xromatografiyasi (GC-MS), yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YUSSX) va spektroskopik usullar orqali ajriqning kimyoviy tarkibi tadqiq qilingan.

*Cynodon dactylon*ning yer ustki qismlarida flavonoidlardan – kversetin, apigenin, luteolin, va kaempferol aniqlangan. Ushbu birikmalar kuchli antioksidant ta’sir ko‘rsatib, erkin radikallarni zararsizlantiradi, yallig‘lanishga qarshi ta’sirga ega bo‘lib, surunkali yallig‘lanish holatlarida terapevtik ahamiyatga ega, qon tomir devorlarini mustahkamlab, kapillyar o‘tkazuvchanligini kamaytiradi.

*Cynodon dactylon*ning ildizi va barglarida steroid va triterpenoid saponinlar mavjud. Ular diuretik ta'sir ko'rsatadi, buyrak faoliyatini rag'batlantiradi, balg'am ko'chiruvchi (*expectorant*) va yuqori nafas yo'llarini tozalovchi vosita sifatida ishlatiladi, ba'zilarida antimikrob va sitotoksik xususiyatlar aniqlangan bo'lib, bu borada tadqiqotlar davom etmoqda [2].

*Cynodon dactylon*da piperidin, indol va boshqa alkaloidlar aniqlangan. Ularning farmakologik xususiyatlari quyidagicha: Analgetik (og'riq qoldiruvchi) va sedativ (tinchlantiruvchi) ta'sirga ega, ba'zilarida neyroprotektiv va antikonvulsant xossalar kuzatilgan.

Cynodon dactylon tarkibida olma, limon, oksalat kislotalar kabi organik kislotalar mavjud bo'lib, metabolizmni faollashtiradi, tana suyuqliklarining pH muvozanatini tartibga solishda ishtirok etadi. Ba'zi kislotalar yengil laksatif (ich ketkazuvchi) xususiyatlarga ega [3].

Cynodon dactylon kaliy (K), kaltsiy (Ca), magniy (Mg), temir (Fe), natriy (Na) kabi minerallarga boy. Kaliy yurak ritmini va mushak qisqarishini muvofiqlashtiradi. Kaltsiy va magniy suyak to'qimalari va nerv mushak o'tkazuvchanligi uchun muhim. Temir gemoglobin sintezi va kislorod tashish funksiyasida ishtirok etadi, ularning birikmalari ajriqni tonik va umumiy mustahkamlovchi vosita sifatida qo'llashga asos bo'ladi. *Cynodon dactylon* tarkibida silikatlar va erkin silikat kislotasi mavjud bo'lib, to'qimalarning qayta tiklanish jarayonlarini faollashtiradi, terining yangilanishi, tirnoq va soch o'sishini qo'llab-quvvatlaydi, yallig'langan a'zolarni tiklashda foydali [4].

*Cynodon dactylon*da turli polisaxaridlar aniqlangan, xususan beta-glukanlar, immunostimulyator xususiyatlarga ega, o'simlikning prebiotik sifatida ichak florasiga ijobiy ta'sir ko'rsatishi ehtimoli mavjud. *Cynodon dactylon* ekstraktida oksidaza, peroksidaza va amilaza kabi turli fermentlar aniqlangan. Bu fermentlar detoksifikatsiya, safro sekretsiyasini faollashtirish va metabolik jarayonlarda ishtirok etadi [5].

Cynodon dactylon L. uzoq yillardan buyon xalq tabobatida keng qo'llanib kelinadi. Uning ildizi, yer ustki qismlari (barg, poya) va butun o'simlik qismi turli shakllarda (damlama, qaynatma, kompress) terapevtik maqsadlarda ishlatiladi. *Cynodon dactylon*ning xalq tabobatidagi keng qo'llanilishi uning kimyoviy tarkibi bilan to'g'ridan-to'g'ri bog'liq bo'lib, bu biologik faol moddalarning o'zaro sinergik (bir-birini kuchaytiruvchi) ta'siri asosida yuzaga chiqadi [6].

Siydik haydovchi vosita sifatida ajriqning ildizi va poyasi qaynatmasi kuchli diuretik (siydik haydovchi) vosita sifatida ishlatiladi. Bu xususiyat o'simlikdagi saponinlar, flavonoidlar va kaliy tuzlari bilan bog'liq. Xalq tabobatida ajriq buyrak va siydik yo'llari yallig'lanishi (pielonefrit, sistit) davosida, buyrakdagi toshlarni haydash uchun qo'llaniladi, siydik chiqarish tizimi faoliyatini me'yorda ushlab turishga ko'maklashadi. Ilmiy asos: 2022-yil Hindistonda o'tkazilgan tadqiqotlarda *Cynodon dactylon* ekstrakti diuretik ta'sir ko'rsatib, furosemid bilan solishtirilganida sezilarli natijalar bergani ko'rsatilgan [7].

Yurak faoliyatini qo'llab-quvvatlashda ajriqdagi kaliy, flavonoidlar va alkaloidlar yurak mushaklarining qisqaruvchanligini optimallashtirishga yordam beradi. Yurak aritmiyasi, yurak urishining notekisligi holatlarida yurak ritmini me'yorga keltirish uchun qo'llaniladi, toniziruvchi ta'sir orqali yurak qon–tomir tizimini qo'llab–quvvatlaydi. *Cynodon dactylon* tarkibidagi saponinlar va kaliy shishlarni kamaytirb, tana to'qimalaridagi ortiqcha suyuqlikni chiqarib, gidrostatik muvozanatni tiklashga yordam beradi [8].

Undan tashqari *Cynodon dactylon*ning gepatoprotektiv (jigarni himoya qiluvchi) xususiyatlari xalq tabobatida qadimdan ma'lum. Zaharli moddalarni organizmdan chiqarish va jigarni tozalashda ajriq damlamasi ishlatiladi, gepatit va surunkali jigar yallig'lanishlarida qo'llanilishi tavsiya qilinadi. Ba'zi tadqiqotlar *Cynodon dactylon* ekstraktining ALT va AST fermentlari darajasini pasaytirish orqali jigar faoliyatini yaxshilashini ko'rsatgan. *Cynodon dactylon* tarkibidagi flavonoidlar (quercetin, apigenin) va fenol birikmalar: Erkin radikallarni neytrallashga yordam beradi, Lipid peroksidlanishini pasaytirish va hujayralarni oksidlovchi stressdan himoya qilishda faol ishtirok etadi. 2020-yilda Malayziyada o'tkazilgan DPPH radikal testida *Cynodon dactylon* ekstraktining antioksidant faolligi vitamin C bilan taqqoslanganda bir xil natija ko'rsatgan [9].

Qon tozalovchi vosita sifatida *Cynodon dactylon*, ayniqsa ildiz damlamasi yoki sharbati shaklida organizmda to‘plangan toksinlarni chiqaradi, teridagi ayrim muammolar (furunkul, ekzema, allergik toshmalar) da qon tozalovchi vosita sifatida ichiladi. Ayollardagi ginekologik yallig‘lanishlar (masalan, tuxumdonlar yallig‘lanishi) da yordamchi vosita sifatida ishlatiladi. *Cynodon dactylon* tarkibidagi flavonoidlar va silikat kislotasi yallig‘lanishga qarshi ta’sir ko‘rsatib, revmatizm, artrit, podagra kabi bo‘g‘im kasalliklarida og‘riqni kamaytiradi, moddalar almashinuvini me’yorga soladi. So‘nggi yillarda *Cynodon dactylon* ustida o‘tkazilgan eksperimental va klinik tadqiqotlar ushbu o‘simlikning biologik faol komponentlari sababli bir qator terapevtik ta’sirlarni namoyon etishini tasdiqlagan. *Cynodon dactylon* ekstraktlari nafaqat xalq tabobatida, balki zamonaviy farmakologiyada ham e’tiborga molik fitoterapevtik vosita sifatida o‘rganilmoqda [10].

Isitma tushiruvchi (Antipiretik) vosita sifatida ajriq damlamasi yoki qaynatmasi organizm haroratini tushirishda ya’ni tabiiy antipiretik sifatida foydalaniladi. Mutaxassis nazoratida bolalarda tana haroratini tushirishda ham xavfsiz vosita sifatida tavsiya etiladi [11]. *Cynodon dactylon* ekstraktining Gram-musbat va Gram-manfiy bakteriyalarga, xususan, *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa* kabi patogenlarga qarshi antibakterial faolligi qayd etilgan. Masalan, *in vitro* sharoitida o‘tkazilgan tadqiqolartda ajriqning metanol ekstrakti *S. aureus* va *E. coli* bakteriyalarining o‘sishini sezilarli darajada ingibirlagan [12].

Cynodon dactylon o‘simligi tashqi muolajalarda ham samarali vositadirdir. Teridagi yaralar, kesilgan joylar, ekzema, yiringli jarohatlarda damlama yoki ezilgan o‘simlik massasi kompress ko‘rinishida surtiladi, yallig‘langan joylarni tinchlantiradi, to‘qimalar regeneratsiyasini tezlashtiradi, o‘tkir va surunkali dermatit holatlarida qo‘llaniladi [13].

Hayvonlar ustida o‘tkazilgan eksperimentlarda *Cynodon dactylon* ekstrakti qondagi glyukoza miqdorini pasaytirishi, glyukoza tolerantligini yaxshilashi, pankreatik beta-hujayralarni faollashtirishi aniqlangan. Olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda *Cynodon dactylon* ekstrakti diabetik kalamushlarda gipoglikemik ta’sir ko‘rsatgan [14].

*Cynodon dactylon*dan olingan biofaol moddalar ayrim karsinoma hujayralariga nisbatan sitotoksik ta’sir ko‘rsatgan. Ayniqsa A549 (o‘pka saratoni), (bachadon bo‘yni saratoni) kabi hujayra liniyalariga qarshi o‘rtacha darajadagi faollik kuzatilgan, bu mazkur o‘simlikni saraton terapiyasida yordamchi vosita sifatida o‘rganish imkonini beradi. Bangkok universiteti tomonidan olib borilgan tadqiqotda *Cynodon dactylon* ekstrakti o‘pka saratoniga qarshi apoptotik ta’sir ko‘rsatgani aniqlangan [15].

Cynodon dactylon o‘simligining flavonoidlari kuchli antioksidant va yallig‘lanishga qarshi ta’sirga ega bo‘lib, erkin radikallarning hujayra strukturalariga zarar yetkazishini oldini oladi va oksidlovchi stressni kamaytiradi. Saponinlar esa diuretik (siydik haydovchi) va balg‘am ko‘chiruvchi ta’sir ko‘rsatib, buyrak faoliyatini yaxshilash, shishlarni kamaytirish hamda nafas yo‘llarining holatini me’yorlashtirishda foydalidir. Organik kislotalar va minerallar esa hujayra metabolizmini faollashtirib, immun tizimini mustahkamlashda, organizmning umumiy qarshilik kuchini oshirishda ishtirok etadi.

So‘nggi yillarda laboratoriya sharoitida hayvonlarda o‘tkazilgan ilmiy tadqiqotlar uning antibakterial (*Staphylococcus aureus, E. coli* kabi patogenlarga qarshi), antioksidant (DPPH, ABTS testlari orqali), antidiabetik (qondagi glyukoza kamaytiruvchi), hamda sitotoksik (saraton hujayralariga qarshi) faolligini isbotlagan. Ushbu natijalar ajriqni nafaqat xalq tabobatida, balki zamonaviy fitoterapiyada ham istiqbolli tabiiy vosita sifatida foydalanish imkonini ortisiga sabab bo‘lmoqda [16].

Materiallar va metodlar. Ajriq (*Cynodon dactylon L*) ildizi ekstrakt tarkibidagi fenol birikmalar miqdorini YUSSX usulida aniqlash bo ‘yicha tajriba qism.

Foydalanigan reaktiv va jihozlar. Gall kislotasi “Macklin” (Xitoy), salitsil kislota “Rhydburg Pharmaceuticals” (Germaniya), kversetin, apigenin, kempferollar “Regal” (Xitoy), rutin tabiiy manbaalardan ekstraktsiya va ustunli xromatografiya usullarida ajratib olingan. HPLC darajadagi tozalikda suv, atsetonitril, kimyoviy toza markadagi sirka kislota va natriy gidroksidi reaktivlaridan foydalanildi.

O’simlik tarkibidagi polifenollar miqdorini LC-40 Nexera Lite (Yaponiya Shimadzu) yuqori samarali suyuqlik xromatografida amalga oshirildi.

Standart eritmalarni tayyorlash. Gall kislota (5,2 mg), salitsil kislotasi (5,2 mg), rutin (5 mg), kversetin (5 mg), apigenin (5 mg), kempferol (5 mg) 96 % li etanolda 20 daqiqa ultratovushli vannada eritildi va 50 ml kolbaga o‘tkazilib, etanol bilan chizig‘iga yetkazildi. Har bir eritmadan 200 mkl dan olinib aralashtirildi hamda ularni suyiltirish yo’li bilan jami 4 xil eritma tayyorlandi. Har bir eritmalar vialaga quyildi va analiz uchun foydalanildi.

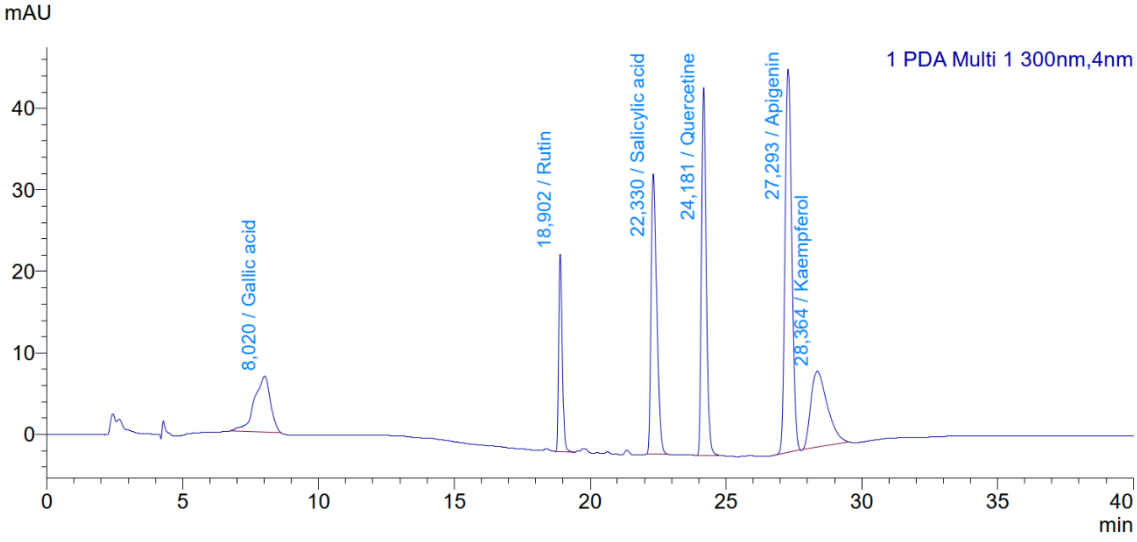
O'simlik ekstraktini tayyorlash. Fenol birikmalarni ekstraktsiya qilish uchun 1 g tekshiriladigan namuna NV222 markali tarozida (AQSh, OHAUS) 0,01 g aniqlikda tortib olinib, 50 ml hajmli konussimon kolbaga solindi va 25 ml 96 % li etanol qo‘shildi. Aralashma GT SONIC-D3 (Xitoy) markali ultratovushli vannada 60 ºC haroratda 20 daqiqa davomida ekstraktsiya qilindi. So’ngra aralashma sovitilib, filtrlandi hamda o’lchov kolbasida etanol bilan 25 ml ga yetkazildi. Ekstraktdan 1,5 ml miqdori Mini-7 markali (BIOBASE, Xitoy) sentrifugada 7000 ayl./min tezlikda sentrifugalandi va 0,45 mkm li shpritsli filtrda filtrlanib analiz uchun foydalanildi.

Xromatografik sharoitlar.

Fenol birikmalarni aniqlash. Standart eritma, namuna ekstrakti Shim pack GIST C18 (150 × 4,6 mm; 5 mkm, Shimadzu, Yaponiya) teskari fazali kolonkasi hamda atsetonitril (A) va sirka kislotaning suvdagi 0,5 % li eritmasidan (B) tashkil topgan gradiyentli harakatchan faza (1-jadval) qo‘llanildi. Inektsiya hajmi 10 mkl, oqim tezligi 0,5 ml/min va kolonka termostati 40 ºC etib belgilandi. Fenol birikmalarning analitik signali (cho'qqi maydoni) 300 nmda qayd etildi (1-rasm).

1-jadval. Harakatchan faza gradiyent dasturi.

Vaqt	Atsetonitril (A), %	0,5 % li sirka kislota (B), %
0	5	95
5	5	95
17	40	60
22	40	60
22,1	5	95
40	Tugatish	



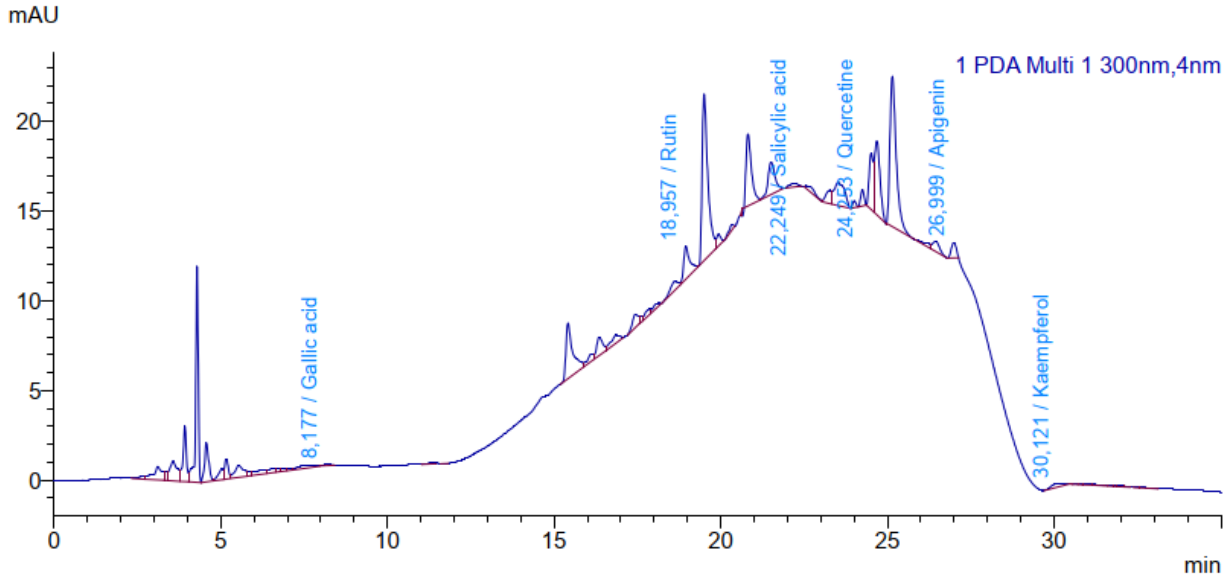
1-rasm. Standartlarning 300 nm dagi xromatogrammasi.

Olingan natijalar va muhokama. Ekstrakt tarkibidagi fenol birikmalar miqdorini aniqlash. Massasi 1 g bo‘lgan namuna ekstraktining xromatogrammasi olindi (2-rasm) hamda natijalar asosida 100 g namuna tarkibidagi fenol birikmalar miqdorlari quyidagi formula bilan hisoblanib 2-jadvalda keltirildi.

$$X = \frac{C_{phen} \cdot V_{ekstrakt}}{m_{namuna}} \cdot 100\ g$$

Bu yerda, X – 100 gram meva tarkibidagi fenol birikmalarning miqdori, mg;

C_{phen} – ekstrakt tarkibidagi fenol birikmaning YuSSX usuli bilan aniqlangan konsentratsiyasi, mg/l;
$V_{ekstrakt}$ – namuna ekstraktining hajmi, l;
m_{namuna} – ekstrakt tayyorlash uchun tortib olingan namuna massasi.



2-rasm. Namuna ekstrakti tarkibidagi polifenollarni aniqlash xromatogrammasi.

2-jadval. Ekstraktdagi polifenollarning miqdori va ushlanish vaqtlari.

Fenol birikma nomi	Ushlanish vaqti, sek	Konsentratsiya, mg/l	100 g namunadagi miqdor, mg
Gall kislotasi	8,177	0,05	0,125
Rutin	18,957	1,715	4,288
Salitsil kislotasi	22,249	0,122	0,305
Kversetin	24,253	0,187	0,468
Apigenin	26,999	0,186	0,465
Kaempferol	30,121	0,212	0,530

2-jadvaldan ko‘rish mumkinnki, Ajriq (*Cynodon dactylon L*) ildizi ekstraktida fenol birikmalari gall kislotasi (0.125) < salitsil kislotasi (0.305) < apigenin (0.465) < kversetin (0.468) < kaempferol < rutin (4.288 mg/100 g) tartibida ortib boradi.

Xulosa. Ajriq (*Cynodon dactylon L*) qadimiy xalq tabobatida keng qo‘llanilgan, ko‘p qirrali dorivor o‘simlik hisoblanadi. Uning kimyoviy tarkibida flavonoidlar, saponinlar, alkaloidlar, organik kislotalar, minerallar, polisaxaridlar va fermentlar kabi biologik faol moddalarning mavjudligi uni diuretik, yallig‘lanishga qarshi, antioksidant, gepatoprotektiv, qon tozalovchi, shishlarni kamaytiruvchi va yurak faoliyatini qo‘llab-quvvatlovchi tabiiy vosita sifatida qo‘llash imkonini beradi. Ilmiy izlanishlar xalq tabobatida qadimdan foydalanib kelingan ushbu o‘simlikning farmakologik samaradorligini tasdiqlamoqda. Bu esa ajriqni fitoterapiyada qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi va uni zamonaviy davo usullariga integratsiya qilish uchun mustahkam ilmiy asos yaratadi.

Adabiyotlar

1. Al-Snafi A. E. Chemical constituents and pharmacological effects of Cynodon dactylon-A review //IOSR Journal of Pharmacy. – 2016. – T. 6. – №. 7. – C. 17-31.
2. Harlan J. R., De Wet J. M. J. Sources of variation in Cynodon dactylon (L). Pers. 1 //Crop Science. – 1969. – T. 9. – №. 6. – C. 774-778.
3. Ashokkumar K., Selvaraj K., Muthukrishnan S. D. Cynodon dactylon (L.) Pers.: An updated review of its phytochemistry and pharmacology //J Med Plants Res. – 2013. – T. 7. – №. 48. – C. 3477-3483.

4. Horowitz M. Development of Cynodon dactylon (L.) Pers //Weed Research. – 1972. – T. 12. – №. 3. – C. 207-220.
5. Singh S. K. et al. Evidence-based critical evaluation of glycemic potential of Cynodon dactylon //Evidence – Based Complementary and Alternative Medicine. – 2008. – T. 5. – №. 4. – C. 415-420.
6. Shendye N. V., Gurav S. S. Cynodon dactylon: A systemic review of pharmacognosy, phytochemistry and pharmacology //International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. – 2014. – T. 6. – №. 8. – C. 7-12.
7. Kirtikar K. R., Basu B. D. Indian Medicinal Plants. – Dehradun: International Book Distributors, 1999. – Vol. 4. – P. 2634–2636.
8. Nadkarni K. M. Indian Materia Medica. – Mumbai: Popular Prakashan, 2007. – Vol. 1. – P. 426–428.
9. Pal D. K. et al. Evaluation of antioxidant activity of Cynodon dactylon extract //Journal of Herbal Medicine and Toxicology. – 2009. – T. 3. – №. 1. – P. 27–32.
10. Pari L., Umamaheswari J. Antihyperglycemic activity of Cynodon dactylon in alloxan-induced diabetic rats //Phytotherapy Research. – 2000. – T. 14. – №. 6. – P. 442–444.
11. Khare C. P. Indian Medicinal Plants: An Illustrated Dictionary. – New York: Springer, 2007. – P. 176–177.
12. Kumar S., Kumar D. Antimicrobial activity of Cynodon dactylon extracts //International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. – 2010. – T. 2. – №. 3. – P. 150–152.
13. Annapurna A., Reddy C. S. Evaluation of anti-inflammatory activity of Cynodon dactylon //Journal of Ethnopharmacology. – 2003. – T. 89. – №. 1. – P. 217–219.
14. Jain A., Argal A. Hypolipidemic activity of Cynodon dactylon in experimental animals //Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. – 2012. – T. 5. – №. 3. – P. 36–38.
15. Rahman M. M. et al. Phytochemical screening and pharmacological evaluation of Cynodon dactylon //Bangladesh Journal of Pharmacology. – 2011. – T. 6. – №. 1. – P. 25–28
16. Vandana S. et al. Phytomedicinal properties of Cynodon dactylon (L.) pers. (durva) in its traditional preparation and extracts. // Journal of Phytomedicine Plus Vol. 1, Issue 1, February 2021, 100020 https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.100020

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КОРНЯХ CYNODON DACTYLON L.

Гайратжон Нематжонович Мадрахимов
Андижанский государственный университет, Доцент кафедры природных соединений и пищевой химии, доктор философии (PhD) в области химии.
https://orcid.org/0009-0008-6151-8811

Фарогат Фахриддин кизи Абдумуталова
Андижанский государственный университет, Студент магистратуры по химии
https://orcid.org/0009-0009-4430-822X
E-mail: farogatbonu09@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.597

Ключевые слова: *Cynodon dactylon L.*, флавоноиды, сапонины, народная медицина, диуретическое действие, антиоксидантная активность, лекарственные растения

Аннотация

В данной статье рассматриваются химический состав растения ажрик (*Cynodon dactylon L.*), его фармакологические свойства, а также научные основы применения в народной медицине. Результаты исследований свидетельствуют о том, что ажрик богат биологически активными веществами и может быть использован в качестве природного средства при лечении различных заболеваний.

Как цитировать

Мадрахимов, Ғ. Н., & Абдумуталова, Ф. Ф. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В КОРНЯХ CYNODON DACTYLON L. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.597

Введение.В настоящее время во всём мире наблюдается рост потребности в лекарственных средствах, созданных на основе биологически активных соединений, выделенных из природных источников. Существенное значение имеет модификация веществ, полученных из растений, а также разработка их композиций с целью повышения биологической активности. Выявление новых источников биологически активных соединений, их химическая модификация, создание безопасных препаратов нового поколения и внедрение их в практику относятся к числу актуальных научных задач.

Одним из широко распространённых сорных растений, обладающих потенциалом для разработки природных лекарственных средств, является ажрик — *Cynodon dactylon* (L.) Pers., относящийся к семейству Poaceae (злаковые). Это многолетнее растение широко распространено, особенно в тропических и субтропических регионах. Оно характеризуется высокой адаптационной способностью к неблагоприятным условиям окружающей среды, быстрым ростом и значительной ролью в снижении почвенной эрозии. На территории нашей страны встречается практически повсеместно, особенно на орошаемых землях, преимущественно как сорное растение [1].

Надземные части *Cynodon dactylon* (стебли и листья), а также корневища издавна применяются в народной медицине в качестве природного лечебного средства. Имеются сведения о его диуретическом, противовоспалительном, седативном, противоотёчном и общеукрепляющем действии. В последние годы проводятся многочисленные исследования, направленные на научное обоснование фармакологической активности биологически активных соединений данного растения, что расширяет возможности его применения в современной фитотерапии [1].

Растение *Cynodon dactylon* L. характеризуется богатым комплексом биологически активных веществ, сочетание которых обусловливает его фармакологические свойства. Химический состав

изучен с использованием газовой хроматографии–масс-спектрометрии (GC-MS), высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и спектроскопических методов анализа.

В надземных частях растения выявлены флавоноиды — кверцетин, апигенин, лютеолин и кемпферол. Данные соединения проявляют выраженную антиоксидантную активность, нейтрализуют свободные радикалы, обладают противовоспалительным действием и имеют терапевтическое значение при хронических воспалительных процессах. Кроме того, они способствуют укреплению сосудистой стенки и снижению проницаемости капилляров.

В корнях и листьях *Cynodon dactylon* обнаружены стероидные и тритерпеноидные сапонины. Они оказывают диуретическое действие, стимулируют функцию почек, применяются как отхаркивающее средство и способствуют очищению верхних дыхательных путей. Для некоторых из них установлены антимикробные и цитотоксические свойства, исследования в данном направлении продолжаются [2].

В составе растения также идентифицированы алкалоиды, включая производные пиперидина и индола. Для них характерны анальгезирующее и седативное действие; в ряде исследований отмечены нейропротекторные и противосудорожные свойства.

Органические кислоты (яблочная, лимонная, щавелевая и др.), содержащиеся в *Cynodon dactylon*, способствуют активации обменных процессов и участвуют в регуляции кислотно-щелочного равновесия организма. Некоторые из них обладают мягким слабительным эффектом [3].

Растение богато минеральными элементами — калием (K), кальцием (Ca), магнием (Mg), железом (Fe), натрием (Na). Калий участвует в регуляции сердечного ритма и сократительной функции мышц. Кальций и магний необходимы для формирования костной ткани и нормальной нервно-мышечной проводимости. Железо играет ключевую роль в синтезе гемоглобина и транспорте кислорода. Наличие данных элементов обосновывает использование растения как тонизирующего и общеукрепляющего средства. Кроме того, в составе выявлены силикаты и свободная кремниевая кислота, способствующие регенерации тканей, обновлению кожи, росту ногтей и волос, а также восстановлению воспалённых органов [4].

В *Cynodon dactylon* обнаружены различные полисахариды, в частности β-глюканы, обладающие иммуностимулирующими свойствами. Предполагается их положительное влияние на кишечную микрофлору как пребиотиков. В экстрактах растения выявлены ферменты (оксидаза, пероксидаза, амилаза), участвующие в процессах детоксикации, стимуляции желчеотделения и регуляции метаболизма [5].

Cynodon dactylon L. на протяжении многих лет широко применяется в народной медицине. Корни, надземные части и всё растение используются в виде настоев, отваров и компрессов. Его широкое применение напрямую связано с химическим составом и синергическим взаимодействием биологически активных веществ [6].

В качестве диуретического средства отвар корней и стеблей применяется при воспалительных заболеваниях почек и мочевыводящих путей (пиелонефрит, цистит), а также для выведения почечных конкрементов и нормализации функции мочевыделительной системы. В исследовании, проведённом в Индии в 2022 году, было показано, что экстракт *Cynodon dactylon* проявляет выраженное диуретическое действие, сопоставимое с эффектом фуросемида [7].

Калий, флавоноиды и алкалоиды способствуют оптимизации сократительной функции миокарда, нормализации сердечного ритма и поддержанию сердечно-сосудистой системы. Сапонины и калий уменьшают отёки, способствуя выведению избыточной жидкости и восстановлению гидростатического баланса [8].

Гепатопротекторные свойства растения известны с древних времён. Настои применяются для детоксикации организма и поддержания функции печени, в том числе при гепатите и хронических воспалительных заболеваниях. Установлено, что экстракт способствует снижению уровней АЛТ и АСТ. Антиоксидантная активность флавоноидов и фенольных соединений проявляется в нейтрализации свободных радикалов и подавлении перекисного окисления липидов.

В 2020 году в Малайзии в тесте DPPH антиоксидантная активность экстракта была сопоставима с витамином С [9].

Растение применяется как средство «очищения крови», при кожных заболеваниях (фурункулы, экзема, аллергические высыпания), а также в качестве вспомогательного средства при гинекологических воспалениях. Противовоспалительное действие обусловливает его применение при ревматизме, артрите и подагре. Экспериментальные и клинические исследования подтверждают широкий спектр терапевтической активности растения [10].

Отвары и настои используются как природное жаропонижающее средство и могут применяться под контролем специалиста, в том числе у детей [11]. Экстракт проявляет антибактериальную активность в отношении грамположительных и грамотрицательных бактерий, включая *Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Pseudomonas aeruginosa*. В условиях in vitro метанольный экстракт значительно ингибировал рост *S. aureus* и *E. coli* [12].

При наружном применении растение эффективно при ранах, экземе, гнойных поражениях кожи и дерматитах, ускоряя регенерацию тканей [13].

В экспериментах на животных установлено снижение уровня глюкозы в крови и улучшение толерантности к глюкозе, что подтверждает гипогликемическое действие экстракта [14].

Биологически активные вещества растения проявляют цитотоксическую активность в отношении отдельных карциномных клеточных линий, включая A549 (рак лёгкого). В исследовании, проведённом в Университете Бангкока, показан апоптотический эффект экстракта в отношении клеток рака лёгкого [15].

Таким образом, результаты лабораторных и экспериментальных исследований подтверждают антибактериальную, антиоксидантную, антидиабетическую и цитотоксическую активность *Cynodon dactylon*. Полученные данные свидетельствуют о перспективности данного растения как источника фитотерапевтических средств не только в народной, но и в современной медицине [16].

Материалы и методы. Экспериментальная часть по определению содержания фенольных соединений в экстракте корней ажрика (*Cynodon dactylon* L.) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ).

Использованные реактивы и оборудование. В работе применялись стандартные образцы галловой кислоты («Macklin», Китай), салициловой кислоты («Rhydburg Pharmaceuticals», Германия), кверцетина, апигенина и кемпферола («Regal», Китай). Рутин был выделен из природных источников методами экстракции и колонночной хроматографии.

В качестве растворителей использовали воду и ацетонитрил степени чистоты HPLC, а также химически чистые уксусную кислоту и гидроксид натрия.

Определение содержания полифенолов в растительном сырье проводили на высокоэффективном жидкостном хроматографе LC-40 Nexera Lite (Shimadzu, Япония).

Приготовление стандартных растворов. Галловую кислоту (5,2 мг), салициловую кислоту (5,2 мг), рутин (5,0 мг), кверцетин (5,0 мг), апигенин (5,0 мг) и кемпферол (5,0 мг) растворяли в 96 % этаноле в ультразвуковой ванне в течение 20 минут. Полученные растворы переносили в мерную колбу объёмом 50 мл и доводили объём этанолом до метки.

Из каждого раствора отбирали по 200 мкл, объединяли и перемешивали. Путём последовательного разбавления готовили четыре раствора различной концентрации. Все растворы помещали во флаконы (vial) и использовали для хроматографического анализа.

Приготовление растительного экстракта. Для экстракции фенольных соединений 1,000 г исследуемого образца взвешивали на аналитических весах NV222 (OHAUS, США) с точностью ±0,01 г и помещали в коническую колбу объёмом 50 мл. Добавляли 25 мл 96 % этанола. Экстракцию проводили в ультразвуковой ванне GT SONIC-D3 (Китай) при температуре 60 °C в течение 20 минут.

После охлаждения смесь фильтровали и доводили объём этанолом до 25 мл в мерной колбе. Из полученного экстракта отбирали 1,5 мл и центрифугировали на центрифуге Mini-7 (BIOBASE, Китай) при скорости 7000 об/мин. Надосадочную жидкость дополнительно фильтровали через шприцевой фильтр с размером пор 0,45 мкм и использовали для анализа.

Хроматографические условия. Определение фенольных соединений. Анализ стандартных растворов и образцов проводили на колонке Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 мм; размер частиц 5 мкм, Shimadzu, Япония) в режиме обратной фазы.

В качестве подвижной фазы применяли градиентную систему, состоящую из ацетонитрила (A) и 0,5 % водного раствора уксусной кислоты (B) (табл. 1).

Объём инжекции составлял 10 мкл, скорость потока — 0,5 мл/мин, температура термостата колонки — 40 °C.

Регистрацию аналитического сигнала (площадь пика) фенольных соединений осуществляли при длине волны 300 нм (рис. 1)

Таблица 1. Программа градиента подвижной фазы.

Время	Ацетонитрил (A), %	0,5% уксусная кислота (B), %
0	5	95
5	5	95
17	40	60
22	40	60
22,1	5	95
40	Прекращение действия	

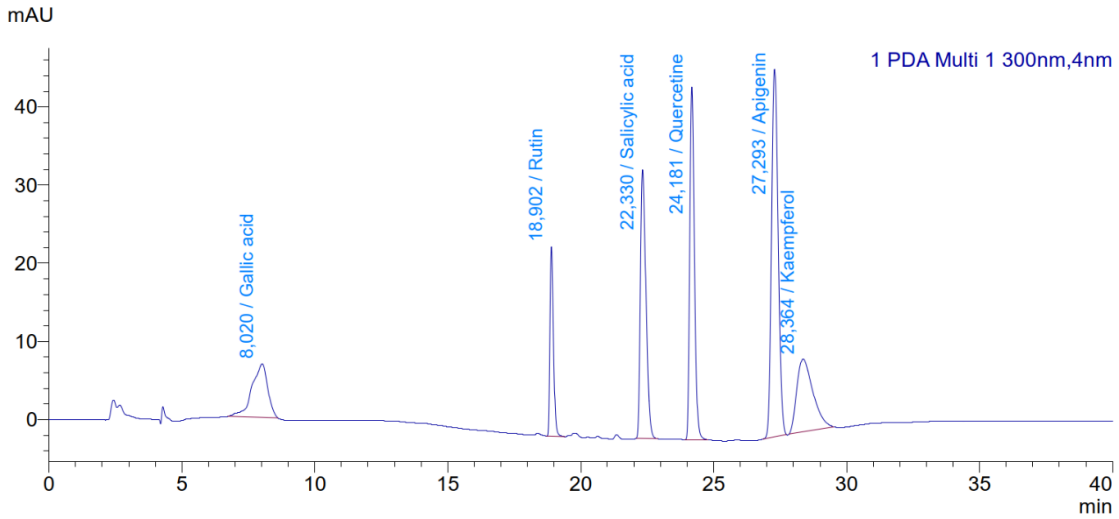


Рисунок 1. Хроматограмма стандартов при 300 нм.

Результаты и обсуждение. Определение количества фенольных соединений в экстракте. Была получена хроматограмма образца экстракта массой 1 г (Рисунок 2), и на основании полученных результатов количество фенольных соединений в 100 г образца было рассчитано по следующей формуле и приведено в Таблице 2.

$$X = \frac{C_{\text{фенол}} \cdot V_{\text{экстракт}}}{m_{\text{образец}}} \cdot 100 \text{ г}$$

Здесь X — количество фенольных соединений в 100 граммах фруктов, мг;

$C_{фенол}$ — концентрация фенольных соединений в экстракте, определенная методом YuSSX, мг/л;

$V_{экстракт}$ — объем образца экстракта, л;

$m_{образец}$ — масса образца, взятого для приготовления экстракта.

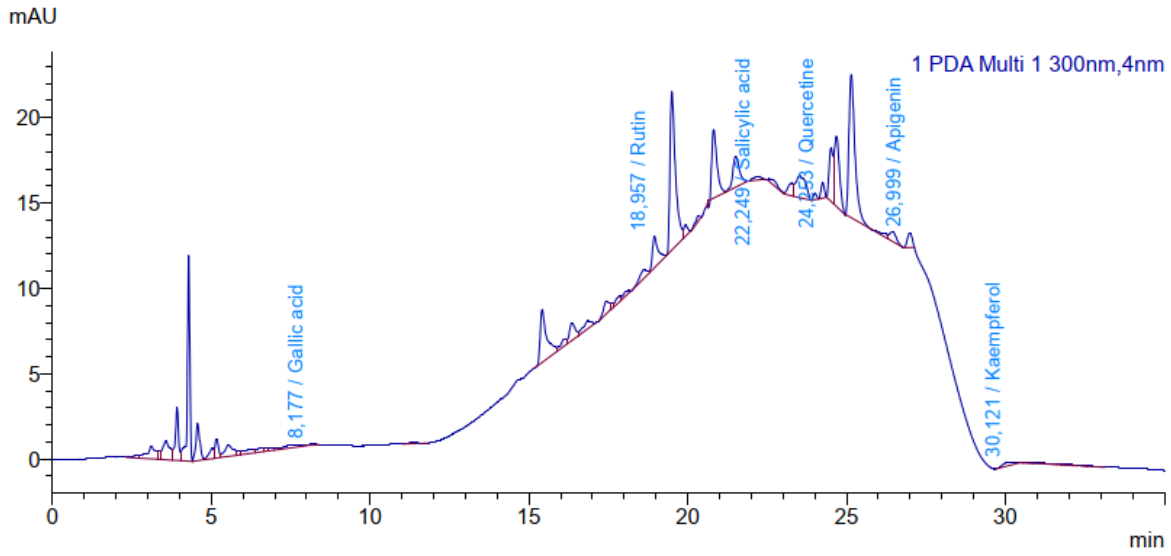


Рисунок 2. Хроматограмма полифенолов в экстракте образца.

Таблица 2. Количество полифенолов в экстракте и времена удерживания.

Название фенольного соединения	Время удерживания, сек.	Концентрация, мг/л.	Количество в 100 г образца, мг.
Галловая кислота	8,177	0,05	0,125
Рутин	18,957	1,715	4,288
Салициловая кислота	22,249	0,122	0,305
Кверцетин	24,253	0,187	0,468
Апигенин	26,999	0,186	0,465
Каемпферол	30,121	0,212	0,530

Из таблицы 2 видно, что содержание фенольных соединений в экстракте корня Cynodon dactylon L увеличивается в следующем порядке: галловая кислота (0,125) < салициловая кислота (0,305) < апигенин (0,465) < кверцетин (0,468) < кемпферол < рутин (4,288 мг/100 г).

Заключение. *Cynodon dactylon* L. является многопрофильным лекарственным растением, широко применяемым в традиционной народной медицине с древних времён. Наличие в его химическом составе флавоноидов, сапонинов, алкалоидов, органических кислот, минеральных элементов, полисахаридов и ферментов обусловливает широкий спектр фармакологической активности.

Комплекс биологически активных соединений обеспечивает диуретическое, противовоспалительное, антиоксидантное, гепатопротекторное, детоксикационное, противоотёчное и кардиопротекторное действие растения, что позволяет рассматривать его в качестве перспективного природного терапевтического средства.

Результаты современных научных исследований подтверждают фармакологическую эффективность *Cynodon dactylon*, традиционно используемого в народной медицине. Полученные данные расширяют возможности его применения в фитотерапии и создают прочную научную основу для интеграции данного растения в систему современных методов лечения.

Литературы

1. Al-Snafi A. E. Chemical constituents and pharmacological effects of Cynodon dactylon-A review //IOSR Journal of Pharmacy. – 2016. – Т. 6. – №. 7. – С. 17-31.
2. Harlan J. R., De Wet J. M. J. Sources of variation in Cynodon dactylon (L). Pers. 1 //Crop Science. – 1969. – Т. 9. – №. 6. – С. 774-778.
3. Ashokkumar K., Selvaraj K., Muthukrishnan S. D. Cynodon dactylon (L.) Pers.: An updated review of its phytochemistry and pharmacology //J Med Plants Res. – 2013. – Т. 7. – №. 48. – С. 3477-3483.
4. Horowitz M. Development of Cynodon dactylon (L.) Pers //Weed Research. – 1972. – Т. 12. – №. 3. – С. 207-220.
5. Singh S. K. et al. Evidence-based critical evaluation of glycemic potential of Cynodon dactylon //Evidence – Based Complementary and Alternative Medicine. – 2008. – Т. 5. – №. 4. – С. 415-420.
6. Shendye N. V., Gurav S. S. Cynodon dactylon: A systemic review of pharmacognosy, phytochemistry and pharmacology //International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. – 2014. – Т. 6. – №. 8. – С. 7-12.
7. Kirtikar K. R., Basu B. D. Indian Medicinal Plants. – Dehradun: International Book Distributors, 1999. – Vol. 4. – P. 2634–2636.
8. Nadkarni K. M. Indian Materia Medica. – Mumbai: Popular Prakashan, 2007. – Vol. 1. – P. 426–428.
9. Pal D. K. et al. Evaluation of antioxidant activity of Cynodon dactylon extract //Journal of Herbal Medicine and Toxicology. – 2009. – Т. 3. – №. 1. – P. 27–32.
10. Pari L., Umamaheswari J. Antihyperglycemic activity of Cynodon dactylon in alloxan-induced diabetic rats //Phytotherapy Research. – 2000. – Т. 14. – №. 6. – P. 442–444.
11. Khare C. P. Indian Medicinal Plants: An Illustrated Dictionary. – New York: Springer, 2007. – P. 176–177.
12. Kumar S., Kumar D. Antimicrobial activity of Cynodon dactylon extracts //International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. – 2010. – Т. 2. – №. 3. – P. 150–152.
13. Annapurna A., Reddy C. S. Evaluation of anti-inflammatory activity of Cynodon dactylon //Journal of Ethnopharmacology. – 2003. – Т. 89. – №. 1. – P. 217–219.
14. Jain A., Argal A. Hypolipidemic activity of Cynodon dactylon in experimental animals //Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. – 2012. – Т. 5. – №. 3. – P. 36–38.
15. Rahman M. M. et al. Phytochemical screening and pharmacological evaluation of Cynodon dactylon //Bangladesh Journal of Pharmacology. – 2011. – Т. 6. – №. 1. – P. 25–28
16. Vandana S. et al. Phytomedicinal properties of Cynodon dactylon (L.) pers. (durva) in its traditional preparation and extracts. // Journal of Phytomedicine Plus Vol. 1, Issue 1, February 2021, 100020 https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.100020

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

DETERMINATION OF PHENOL COMPOUNDS IN CYNODON DACTYLON L ROOTS

Gayratjon N. Madrahimov
Andijan State University, Associate Professor of the Department of Natural Compounds and Food Chemistry, Doctor of Philosophy (PhD) in Chemistry
https://orcid.org/0009-0008-6151-8811

Farog'at F. Abdumutalova
Andijan State University, Master's degree student in chemistry
https://orcid.org/0009-0009-4430-822X
E-mail: farogatbonu09@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.597

Keywords: Cynodon dactylon L., flavonoid, saponin, folk medicine, diuretic, antioxidant, medicinal plants

Annotation

This article discusses the chemical composition, pharmacological properties, and scientific basis for the use of the plant Cynodon dactylon L. in folk medicine. Studies show that Cynodon dactylon L. is rich in biologically active substances and can be used as a natural remedy for the treatment of various diseases.

How to Cite

Madrahimov, G. N., & Abdumutalova, F. F. DETERMINATION OF PHENOL COMPOUNDS IN CYNODON DACTYLON L ROOTS. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.597

Introduction. The global demand for therapeutic agents derived from biologically active compounds isolated from natural sources is steadily increasing. The modification of plant-derived compounds and the development of their compositions in order to enhance biological activity are of significant scientific importance. The identification of novel sources of biologically active substances, their chemical modification, the development of new safe bioactive agents, and their implementation into practical medicine remain pressing research priorities.

One of the widely distributed plants with potential for the development of natural therapeutic agents is Bermuda grass (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), a perennial species belonging to the family Poaceae. This plant is broadly distributed, particularly in tropical and subtropical regions. It is characterized by high adaptability to environmental conditions, rapid growth capacity, and a significant role in reducing soil erosion. It occurs throughout nearly all regions of our country, especially in irrigated areas, primarily as a weed [1].

The aerial parts (stems and leaves) and rhizomes of *Cynodon dactylon* have long been used in traditional medicine as natural remedies. Available data indicate that the plant exhibits diuretic, anti-inflammatory, sedative, anti-edematous, and general tonic properties. In recent years, numerous studies have been conducted to scientifically substantiate the pharmacological effects of its biologically active compounds, thereby expanding its potential applications in modern phytotherapy [1].

Cynodon dactylon L. is rich in a complex of biologically active substances whose combined action determines its medicinal properties. The chemical composition of the plant has been investigated using gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS), high-performance liquid chromatography (HPLC), and various spectroscopic methods.

Flavonoids identified in the aerial parts include quercetin, apigenin, luteolin, and kaempferol. These compounds exhibit strong antioxidant activity by neutralizing free radicals. They possess anti-inflammatory

properties, demonstrate therapeutic relevance in chronic inflammatory conditions, strengthen vascular walls, and reduce capillary permeability.

Steroidal and triterpenoid saponins have been detected in the roots and leaves of *Cynodon dactylon.* These compounds exert diuretic effects, stimulate renal function, and are used as expectorants to facilitate the clearance of the upper respiratory tract. Some saponins have demonstrated antimicrobial and cytotoxic activities, and research in this area is ongoing [2].

Alkaloids, including piperidine and indole derivatives, have also been identified. These compounds exhibit analgesic and sedative properties, and certain studies report neuroprotective and anticonvulsant effects.

The plant contains organic acids such as malic, citric, and oxalic acids, which activate metabolic processes and contribute to the regulation of acid–base balance in body fluids. Some of these acids possess mild laxative properties [3].

Cynodon dactylon is rich in essential minerals, including potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), iron (Fe), and sodium (Na). Potassium plays a key role in regulating cardiac rhythm and muscle contraction. Calcium and magnesium are essential for bone tissue formation and neuromuscular conduction. Iron is involved in hemoglobin synthesis and oxygen transport. These components support the use of the plant as a tonic and general strengthening agent. Additionally, the presence of silicates and free silicic acid promotes tissue regeneration, supports skin renewal, enhances nail and hair growth, and contributes to the restoration of inflamed tissues [4].

Various polysaccharides, particularly β-glucans, have been identified in *Cynodon dactylon*, demonstrating immunostimulatory properties. The plant may also exert beneficial prebiotic effects on intestinal microflora. Enzymes such as oxidase, peroxidase, and amylase have been detected in the extract, participating in detoxification processes, stimulation of bile secretion, and regulation of metabolic pathways [5].

Cynodon dactylon L. has been widely used in traditional medicine for many years. Its roots, aerial parts, and the whole plant are applied in various forms, including infusions, decoctions, and compresses. The extensive use of this plant in traditional medicine is directly associated with its chemical composition and the synergistic interaction of its biologically active compounds [6].

As a diuretic agent, decoctions of the roots and stems are used to treat inflammatory diseases of the kidneys and urinary tract (pyelonephritis, cystitis), to promote the elimination of renal calculi, and to maintain normal urinary function. A study conducted in India in 2022 demonstrated that *Cynodon dactylon* extract exhibited significant diuretic activity comparable to furosemide [7].

Potassium, flavonoids, and alkaloids present in the plant contribute to the optimization of myocardial contractility and normalization of cardiac rhythm, thereby supporting cardiovascular function. Saponins and potassium reduce edema by facilitating the elimination of excess fluid and restoring hydrostatic balance [8].

The hepatoprotective properties of *Cynodon dactylon* have long been recognized in traditional medicine. Infusions are used for detoxification and liver cleansing and are recommended for hepatitis and chronic liver inflammation. Some studies have shown that the extract reduces ALT and AST enzyme levels, thereby improving liver function. Flavonoids (quercetin, apigenin) and phenolic compounds contribute to antioxidant activity by neutralizing free radicals and reducing lipid peroxidation. In a DPPH radical scavenging assay conducted in Malaysia in 2020, the antioxidant activity of the extract was found to be comparable to that of vitamin C [9].

As a blood-purifying agent, particularly in the form of root infusion or juice, the plant facilitates the elimination of accumulated toxins and is used for certain dermatological conditions (furuncles, eczema, allergic rashes). It is also applied as an adjunctive remedy for gynecological inflammatory disorders. The anti-inflammatory effects of flavonoids and silicic acid contribute to pain reduction in joint disorders such as rheumatism, arthritis, and gout and help regulate metabolic processes. Experimental and clinical studies

conducted in recent years confirm the diverse therapeutic effects of this plant. Extracts of *Cynodon dactylon* are currently being investigated as promising phytotherapeutic agents in modern pharmacology [10].

As an antipyretic agent, infusions and decoctions of the plant are used to reduce body temperature and may be recommended under medical supervision, including in pediatric practice [11]. The extract has demonstrated antibacterial activity against Gram-positive and Gram-negative bacteria, including *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, and *Pseudomonas aeruginosa*. In vitro studies have shown that the methanolic extract significantly inhibited the growth of *S. aureus* and *E. coli* [12].

The plant is also effective in external applications. Infusions or crushed plant material are applied as compresses to wounds, cuts, eczema, and purulent lesions, providing anti-inflammatory effects and accelerating tissue regeneration in acute and chronic dermatitis [13].

Experimental studies in animals have demonstrated that *Cynodon dactylon* extract reduces blood glucose levels, improves glucose tolerance, and stimulates pancreatic β-cells. Hypoglycemic effects have been observed in diabetic rat models [14].

Bioactive compounds isolated from *Cynodon dactylon* have exhibited cytotoxic activity against certain carcinoma cell lines, including A549 (lung cancer). Moderate activity has also been reported against other cancer cell lines, suggesting potential for further investigation as an adjunct in cancer therapy. A study conducted at Bangkok University demonstrated apoptotic activity of the extract against lung cancer cells [15].

The flavonoids of *Cynodon dactylon* exhibit strong antioxidant and anti-inflammatory effects, preventing free radical-induced cellular damage and reducing oxidative stress. Saponins contribute to diuretic and expectorant effects, improving renal function, reducing edema, and supporting respiratory tract health. Organic acids and minerals enhance cellular metabolism, strengthen the immune system, and increase overall resistance of the organism.

Recent laboratory studies conducted on animal models have confirmed the antibacterial (against *Staphylococcus aureus* and *E. coli*), antioxidant (DPPH and ABTS assays), antidiabetic (blood glucose-lowering), and cytotoxic (anticancer) activities of the plant. These findings indicate that *Cynodon dactylon* represents a promising natural agent not only in traditional medicine but also in modern phytotherapy [16].

Here’s a precise, grammatically correct, and scientifically formal English translation of your “Materials and Methods” section:

Materials and Methods. **Experimental Section: Determination of Phenolic Compounds in the Root Extract of *Cynodon dactylon* L. Using HPLC.**

Reagents and Equipment. Gallic acid (Macklin, China), salicylic acid (Rhydburg Pharmaceuticals, Germany), quercetin, apigenin, kaempferol (Regal, China), and rutin were isolated from natural sources using extraction and preparative chromatography techniques. High-purity HPLC-grade water, acetonitrile, glacial acetic acid, and sodium hydroxide were used as analytical reagents. The content of polyphenols in the plant material was determined using a LC-40 Nexera Lite high-performance liquid chromatography (HPLC) system (Shimadzu, Japan).

Preparation of Standard Solutions. Gallic acid (5.2 mg), salicylic acid (5.2 mg), rutin (5 mg), quercetin (5 mg), apigenin (5 mg), and kaempferol (5 mg) were dissolved in 96% ethanol using an ultrasonic bath for 20 minutes. The solutions were transferred to 50 mL volumetric flasks and brought to the mark with ethanol. Aliquots of 200 µL from each solution were mixed, and four different dilutions were prepared by further dilution. Each solution was transferred to a vial for subsequent analysis.

Preparation of Plant Extract. To extract phenolic compounds, 1 g of the sample was weighed with 0.01 g precision using an NV222 analytical balance (OHAUS, USA) and transferred into a 50 mL conical flask. Then, 25 mL of 96% ethanol was added. The mixture was extracted in an ultrasonic bath (GT SONIC-D3, China) at 60 °C for 20 minutes. The extract was cooled, filtered, and the volume adjusted to 25 mL with ethanol in a volumetric flask. A 1.5 mL aliquot of the extract was centrifuged at 7000 rpm using a Mini-7 centrifuge (BIOBASE, China) and filtered through a 0.45 µm syringe filter for HPLC analysis.

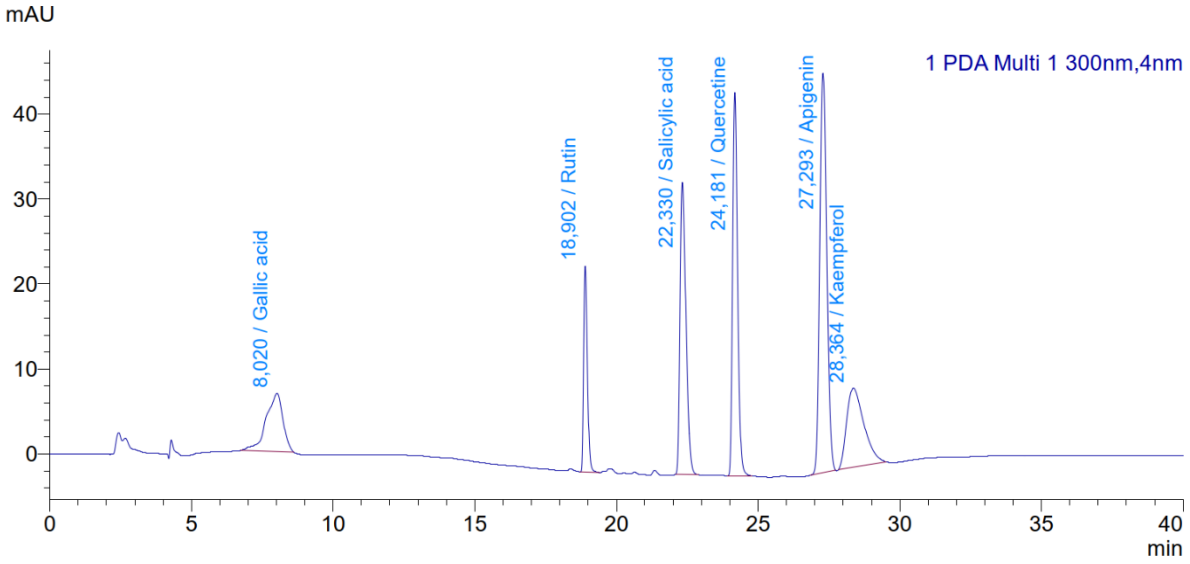
Chromatographic conditions.

Determination of phenolic compounds. Phenolic compounds were analyzed using a Shim-pack GIST C18 reverse-phase column (150 × 4.6 mm; 5 µm, Shimadzu, Japan) with a gradient mobile phase consisting of acetonitrile (A) and 0.5% acetic acid in water (B) (Table 1). The injection volume was 10 µL, flow rate 0.5 mL/min, and column temperature 40 °C. Detection of phenolic compounds was performed at 300 nm based on peak area (Figure 1).

Table 1. Mobile phase gradient program.

Time	Atsetonitril (A), %	0.5% acetic acid (B), %
0	5	95
5	5	95
17	40	60
22	40	60
22,1	5	95
40	Termination	

Figure 1. Chromatogram of standards at 300 nm.



Results and discussion. Determination of the amount of phenolic compounds in the extract. A chromatogram of a sample extract weighing 1 g was obtained (Figure 2) and based on the results, the amount of phenolic compounds in 100 g of the sample was calculated using the following formula and is given in Table 2.

$$X = \frac{C_{phen} \cdot V_{extract}}{m_{example}} \cdot 100\ g$$

Here, X is the amount of phenolic compounds in 100 grams of fruit, mg;

C_{phen} is the concentration of phenolic compounds in the extract determined by the YuSSX method, mg/l;

$V_{extract}$ is the volume of the sample extract, l;

$m_{example}$ is the mass of the sample taken for extract preparation.

Figure 2. Chromatogram of polyphenols in the sample extract.

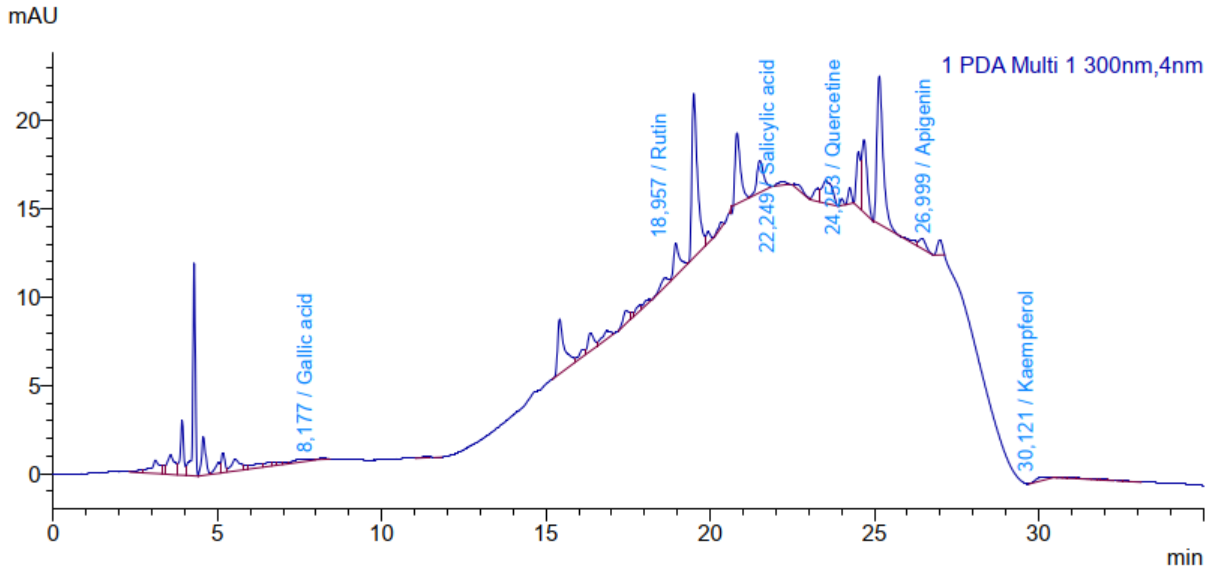


Table 2. Amount of polyphenols in the extract and retention times.

Phenolic compound name	Retention time, sec	Concentration, mg/l	Amount in 100 g sample, mg
Gallic acid	8,177	0,05	0,125
Rutin	18,957	1,715	4,288
Salicylic acid	22,249	0,122	0,305
Quercetin	24,253	0,187	0,468
Apigenin	26,999	0,186	0,465
Kaempferol	30,121	0,212	0,530

It can be seen from Table 2 that phenolic compounds in the root extract of Ajriq (Cynodon dactylon L) increase in the order of gallic acid (0.125) < salicylic acid (0.305) < apigenin (0.465) < quercetin (0.468) < kaempferol < rutin (4.288 mg/100 g).

Here's a precise, grammatically correct, and scientifically formal English translation of your "Conclusion" section:

Conclusion. *Cynodon dactylon* L. is a versatile medicinal plant that has been widely used in traditional folk medicine. Its chemical composition, which includes flavonoids, saponins, alkaloids, organic acids, minerals, polysaccharides, and enzymes, enables its application as a natural agent with diuretic, anti-inflammatory, antioxidant, hepatoprotective, blood-purifying, anti-edematous, and cardioprotective properties. Scientific studies have confirmed the pharmacological efficacy of this plant, which has long been utilized in traditional medicine. These findings expand the potential applications of *Cynodon dactylon* in phytotherapy and provide a solid scientific foundation for its integration into modern therapeutic approaches.

References

1. Al-Snafi A. E. Chemical constituents and pharmacological effects of Cynodon dactylon-A review //IOSR Journal of Pharmacy. – 2016. – Т. 6. – №. 7. – С. 17-31.
2. Harlan J. R., De Wet J. M. J. Sources of variation in Cynodon dactylon (L). Pers. 1 //Crop Science. – 1969. – Т. 9. – №. 6. – С. 774-778.
3. Ashokkumar K., Selvaraj K., Muthukrishnan S. D. Cynodon dactylon (L.) Pers.: An updated review of its phytochemistry and pharmacology //J Med Plants Res. – 2013. – Т. 7. – №. 48. – С. 3477-3483.

4. Horowitz M. Development of Cynodon dactylon (L.) Pers //Weed Research. – 1972. – T. 12. – №. 3. – C. 207-220.
5. Singh S. K. et al. Evidence-based critical evaluation of glycemic potential of Cynodon dactylon //Evidence – Based Complementary and Alternative Medicine. – 2008. – T. 5. – №. 4. – C. 415-420.
6. Shendye N. V., Gurav S. S. Cynodon dactylon: A systemic review of pharmacognosy, phytochemistry and pharmacology //International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. – 2014. – T. 6. – №. 8. – C. 7-12.
7. Kirtikar K. R., Basu B. D. Indian Medicinal Plants. – Dehradun: International Book Distributors, 1999. – Vol. 4. – P. 2634–2636.
8. Nadkarni K. M. Indian Materia Medica. – Mumbai: Popular Prakashan, 2007. – Vol. 1. – P. 426–428.
9. Pal D. K. et al. Evaluation of antioxidant activity of Cynodon dactylon extract //Journal of Herbal Medicine and Toxicology. – 2009. – T. 3. – №. 1. – P. 27–32.
10. Pari L., Umamaheswari J. Antihyperglycemic activity of Cynodon dactylon in alloxan-induced diabetic rats //Phytotherapy Research. – 2000. – T. 14. – №. 6. – P. 442–444.
11. Khare C. P. Indian Medicinal Plants: An Illustrated Dictionary. – New York: Springer, 2007. – P. 176–177.
12. Kumar S., Kumar D. Antimicrobial activity of Cynodon dactylon extracts //International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. – 2010. – T. 2. – №. 3. – P. 150–152.
13. Annapurna A., Reddy C. S. Evaluation of anti-inflammatory activity of Cynodon dactylon //Journal of Ethnopharmacology. – 2003. – T. 89. – №. 1. – P. 217–219.
14. Jain A., Argal A. Hypolipidemic activity of Cynodon dactylon in experimental animals //Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research. – 2012. – T. 5. – №. 3. – P. 36–38.
15. Rahman M. M. et al. Phytochemical screening and pharmacological evaluation of Cynodon dactylon //Bangladesh Journal of Pharmacology. – 2011. – T. 6. – №. 1. – P. 25–28
16. Vandana S. et al. Phytomedicinal properties of Cynodon dactylon (L.) pers. (durva) in its traditional preparation and extracts. // Journal of Phytomedicine Plus Vol. 1, Issue 1, February 2021, 100020 https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.10

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

"GLYUCOBRASSITSIN" BIOLOGIK FAOL QO'SHILMASINI MIKROBIOLOGIK TOZALIGINI BAHOLASH

Shoxista Sharofiddin qizi Meliboyeva
Buxoro davlat tibbiyot instituti, Farmakologiya kafedrasi assistenti
https://orcid.org/0000-0003-2779-0703
E-mail: meliboyeva.shoxista@bsmi.uz

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.582

Kalit so'zlar: mikrobiologik tozalik, Glyukobrassitsin, biologik faol qo'shilmaning xavfsizligi, farmakopeya usullari, sifat ko'rsatkichlar

Annotatsiya

Ushbu maqolada O'zbekiston Respublikasi BIO BOST HOLD MChJ tomonidan ishlab chiqarilgan, 200 mg brokkoli ekstrakti saqlagan kapsula shaklidagi "Glyukobrassisin" biologik faol qo'shilmaning mikrobiologik sofligini o'rganish natijalari keltirilgan (partiya: 122024; chiqarilgan sana 12/2026). Ushbu tadqiqotning dolzarbligi mikrobiologik ifloslanishga moyil bo'lgan o'simliklardan olingan biologik faol qo'shilmalarning xavfsizligini ta'minlash zarurati bilan belgilanadi.

Mikrobiologik tozalikni baholash standart farmakopeya usullaridan foydalangan holda O'zbekiston Respublikasi Davlat Farmakopeyasining talablariga muvofiq o'tkazildi. Tadqiqotda aerob bakteriyalarning umumiy soni, zamburug'lar miqdori va sanitariya indikator mikroorganizmi Escherichia coli mavjudligi aniqlandi.

Olingan natijalar "Glyukobrassitsin" biologik faol qo'shilmaning mikrobiologik xavfsizligini namoyish etadi va asl o'simlik xomashyosining tegishli sifatini, shuningdek, ishlab chiqarish va saqlash paytida sanitariya-gigiena talablariga rioya qilinishini tasdiqlaydi.

Havola uchun

Meliboyeva, M. "GLYUCOBRASSITSIN" BIOLOGIK FAOL QO'SHILMASINI MIKROBIOLOGIK TOZALIGINI BAHOLASH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.582

Kirish. O'simliklardan olingan biologik faol qo'shilmalarning (BFQ) tarkibida tabiiy biologik faol birikmalar mavjudligi sababli profilaktik tibbiyotda va nutrasevtik vosita sifatida keng qo'llaniladi.

Oziq-ovqat qo'shimchalarini yaratishda turli o'simlik ekstraktlari keng qo'llaniladi; ammo, o'simlik asosidagi xom ashyo, ko'p bosqichli texnologik jarayonlar va saqlash sharoitlari mikroblar bilan ifloslanishda potentsial sharoitlarni yaratadi. Mikroorganizmlarning mavjudligi mahsulot sifati va barqarorligining pasayishiga, biologik faol moddalarning parchalanishiga olib kelishi va iste'molchilar uchun, ayniqsa uzoq muddatli qo'llash davomida sog'liq uchun xavf tug'dirishi mumkin [5,6].

Mikrobiologik nazorat o'simlikdan olingan qo'shimchalar uchun muhimdir, chunki bu mahsulotlar tashqi omillarga, jumladan, mikroblarning metabolik mahsulotlarga sezgir. Mikrobiologik talablarga rioya qilmaslik nafaqat tayyor mahsulotning xavfsizligiga, balki farmakologik samaradorligiga ham salbiy ta'sir ko'rsatishi mumkin [7].

Amaldagi me'yoriy hujjatlarga muvofiq, mikrobiologik tozalik ozuqa qo'shimchalari xavfsizligining majburiy ko'rsatkichidan biridir. Sanitariya qoidalari (SanPiN) va O'zbekiston Respublikasi Davlat Farmakopeyasining talablariga muvofiq, o'simliklardan olingan biologik faol oziq-ovqat qo'shilmalar aerob mikroorganizmlar va zamburug'lar uchun belgilangan meyyor ko'rsatkichlarga maksimal darajada javob berishi va Escherichia coli, Salmonella spp. va Staphylococcus aureus kabi patogen mikroorganizmlar mutloq aniqlanmasligi kerak [1,2,3].

Zamonaviy tadqiqotlar ishlab chiqarishning barcha bosqichlarida - asl o'simlik materialining sifatini baholashdan tortib, tayyor dozalash shaklini tahlil qilishgacha - ozuqaviy qo'shimchalarni qat'iy mikrobiologik monitoring qilish zarurligini ta'kidlaydi [4,5]. Shu munosabat bilan, standartlashtirilgan farmakopeya tadqiqot usullaridan foydalangan holda maxsus preparatlarning mikrobiologik sofligini eksperimental baholash dolzarb vazifa hisoblanadi.

Ushbu ***tadqiqotning maqsadi*** brokkoli ekstrakti asosidagi "Glyukobrassisin" biologik faol oziq-ovqat qo'shilmasini mikrobiologik tozaligini amaldagi me'yoriy talablarga muvofiq baholash.

Tadqiqot metodi va materiallari.

Tadqiqot O'zbekiston Respublikasining BIO BOST HOLD MChJ tomonidan ishlab chiqarilgan 200 mg brokkoli ekstrakti saqlagan kapsula shaklidagi "Glyukobrassisin" biologik faol oziq-ovqat qo'shilmasi edi. Me'yoriy talablarga muvofiq tanlangan iste'molchi qadoqidagi tayyor mahsulot namunalari sinovdan o'tkazildi. Barcha namunalar butun qadoqlangan va amaldagi yaroqlilik muddati ichida edi.

Har bir bakteriya test-shtammlarini alohida soya-kazeinli bulyonda yoki soya-kazeinli agarida 30°C -35°C temperaturada 18-24 soat vaqt mobaynida o'stiriladi.

Test-shtammlarining standartlashtirilgan barqaror suspenziyalari qo'llanadi yoki quyida keltirilgandek tayyorlanadi. Ekiladigan kulьturalar seriyasi (ekiladigan materiallar tizimi) ekish uchun qo'llaniladigan yashovchan mikroorganizmlarning birlamchi asosiy ekiladigan kulьturasining 5 passajidan oshmagan holda kulьtivatsiya qilinadi. Bunda har bir bakteriya yoki zamburug' test-shtammi alohida o'stiriladi.

Test-shtammlarining suspenziyasini tayyorlashda pH 7,0 bo'lgan buferlangan peptonli natriy xlor yoki pH 7,2 bo'lgan fosfatli bufer eritmalaridan foydalaniladi; A. brasiliensis sporalarini suspenziyasini tayyorlashda buferga 0,05 % polisorbat 80 eritmasidan qo'shish mumkin. Suspenziyalarni 2 soat davomida yoki 2 °C dan 8 °C gacha bo'lgan temperaturada saqlash sharti bilan 24 soat ichida ishlatish mumkin. Barqaror sporalar suspenziyasi 2 °C dan 8 °C gacha bo'lgan temperaturada validatsiyalangan saqlash muddatigacha ushlab turilishi mumkin. Sinov sharoitini tekshirish uchun sinaladigan preparat o'rniga tanlangan erituvchidan foydalanib manfiy nazorat o'tkaziladi. Mikroorganizmlarning o'sishi kuzatilmasligi kerak.

Koloniyalarni o'sishi E. Coli bor bo'lishi mumkinligidan dalolat beradi. Qaysi turga mansubligi identifikatsion testlar orqali tasdiqlanadi.

Agarda koloniyalar o'smasa, yoki ajratib olingan koloniyalar identifikatsion testlari manfiy natijalar bersa, tekshirilayotgan mahsulot sinov talablariga javob beradi deb baholanadi.

E. Coli aniqlash usuli: Sinov mahsuloti namunasidan kamida 1 g yuqoridagi ko'rsatmalarga muvofiq 1:10 nisbatda suyultiriladi va 10 ml yoki 1 g yoki 1 ml ga teng miqdorda soya-kazein bulyonini mos miqdorda aralashma aralashtiriladi va 30°C dan 35°C gacha haroratda 18-24 soat davomida inkubatsiya qilinadi [1,2,3].

Natijalar o'simliklardan olingan biologik faol qo'shimchalari uchun amaldagi sanitariya qoidalari va farmakopeya standartlari bilan belgilangan maksimal ruxsat etilgan qiymatlar bilan taqqoslandi. Mikrobiologik tozalik sinov parametrlarining belgilangan talablarga muvofiqligi asosida baholandi.

Tadqiqot natijalari va muhokama. O'zbekiston Respublikasining BIO BOST HOLD MChJ tomonidan ishlab chiqarilgan, 200 mg brokkoli ekstraktini saqlagan kapsula shaklidagi "Glyukobrassitsin" biologik faol oziq-ovqat qo'shilmasining mikrobiologik tozaligi O'zbekiston Respublikasi Davlat Farmakopeyasi talablariga muvofiq baholandi. Tadqiqot natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-Jadval. Mikrobiologik tozalik ko'rsatkichini tahlil qilish natijalari

№	Ko'rsatkichlar	Normativ hujjatlarda belgilangan standart	Tekshiruv natijalari
1.	**Mikrobiologik tozalik**	1 g aerob bakteriyalar soni 100 KXB dan ko‘p bo‘lmasligi lozim.	10 KXBdan kam

		1 g zambo‘rug‘lar soni 100 KXBdan ortiq bo‘lmasligi lozim. 1 g *Escherichia coli* bo‘lmasligi talab etiladi	10 KXBdan kam aniqlanmadi

Izoh: KXB- koloniya hosil qiluvchi birlik

Mikrobiologik tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, sinov namunasidagi aerob bakteriyalarning umumiy soni 10 KXB/g dan kam bo'lib, bu me'yoriy hujjatlar bilan belgilangan maksimal ruxsat etilgan darajadan (100 KXB/g dan ko'p bo'lmagan) sezilarli darajada past. Ushbu ma'lumotlar sinov mahsulotining yuqori darajadagi mikrobiologik tozaligini ko'rsatadi.

Zamburug' miqdori ham 10 KXB/g dan kam bo'lib, bu zamburug'li mikroflora miqdorini 100 CFU/g dan ko'p bo'lmagan me'yoriy talablarga javob beradi. Zamburug’lar bilan ifloslanishning past darajasi biologik faol oziq-ovqat qo'shilmalarini ishlab chiqarish, ekstraktsiya qilish va saqlash sharoitlarining to'g'ri ekanligini ko'rsatadi.

Sanitariya indikator mikroorganizmlarini tahlil qilish sinov namunasida Escherichia coli yo'qligini aniqladi, bu farmakopeya standartlariga javob beradi, bu esa 1 g mahsulotda ushbu mikroorganizmning to'liq yo'qligini belgilaydi. E. colining yo'qligi biologik faol oziq-ovqat qo'shilmalarini sanitariya xavfsizligini tasdiqlaydi va ishlab chiqarish jarayonining barcha bosqichlarida gigiena standartlariga rioya qilinganligini ko'rsatadi. Olingan natijalar o'simlik biologik faol oziq-ovqat qo'shilmalarini, ayniqsa o'simlik ekstraktlarini qat'iy mikrobiologik nazorat qilish zarurligini ko'rsatadi. Mikrobli ifloslanishning pastligi biologik faol komponentlarning barqarorligini ta'minlash va ularning farmakologik faolligini saqlab qolishda muhim omil hisoblanadi.

Xulosa. Shunday qilib, tadqiqot natijalari "Glyukobrassitsin" biologik faol oziq-ovqat qo’shilmasini mikrobiologik tozaligi belgilangan talablarga javob berishini ko'rsatadi. Bu bizga o'rganilayotgan mahsulot mikrobiologik parametrlar nuqtai nazaridan xavfsiz degan xulosaga kelish imkonini beradi va tavsiya etilayotganda, saqlash va tashish sharoitlarida foydalanish uchun mumkinligini tasdiqlaydi.

Adabiyotlar

1. Ўзбекистон Республикаси Давлат фармакопеяси. Биринчи нашр, I жилд, 1-қисм, Тошкент 2021. – Б. 502

2. O‘zMSt 166:2024 Milliy standart. Ozuqaga biologik faol qo’shimchalar. Umumiy texnikaviy shartlar. O‘zbekiston Standartlar instituti. 2024. 19 b.

3. Государственная фармакопея Российской Федерации. 13-е изд-е. Том 1,

4. European pharmacopoeia 7.0, vol. 1 (general texts 5.11).

5. Гунар Ольга Викторовна, Сахно Надежда Геннадьевна, Рощина Марина Владимировна, Григорьева Виктория Эдуардовна, Меркулов Вадим Анатольевич Оценка микробиологической чистоты нестерильных лекарственных средств и видового спектра микроорганизмов-контаминантов // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. 2014. №4.

6. Жемерова Е. Г. и др. Изучение пригодности метода мембранной фильтрации с использованием предфильтра для контроля микробиологической чистоты нестерильных лекарственных средств //Наші ювіляри. – 2002. – С. 22.

7. Шевина В. Л., Хохленкова Н. В., Рейда В. П. ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ ТАБЛЕТОК" УРОНЕФРОН" //Вестник фармации. – 2016. – №. 1 (71). – С. 76-80.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ «ГЛЮКОБРАССИЦИН»

Шохиста Шарофиддин қизи Мелибоева
Бухарский государственный медицинский институт, Ассистент кафедры фармакологии
https://orcid.org/0000-0003-2779-0703
E-mail: meliboyeva.shoxista@bsmi.uz

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.582

Ключевые слова: микробиологическая чистота, Глюкобрассицин, dietary supplement safety, pharmacopoeial methods

Аннотация

В статье представлены результаты исследования микробиологической чистоты биологически активной добавки «Глюкобрассицин» в виде капсулы, содержащей по 200мг экстракта брокколи (серия: 122024; с.г.12 2026 г.) ООО «BIO BOST HOLD» Республика Узбекистан. Актуальность работы обусловлена необходимостью обеспечения безопасности биологических активных веществ растительного происхождения, обеспечения постоянного микробного загрязнения.

Микробиологическая оценка качества проводилась в соответствии с требованиями Государственной фармакопеи Республики Узбекистан с использованием стандартных фармакопейных методов. В ходе исследований проводились общие показатели аэробных вредов, содержание грибов, а также наличие санитарно-показательных исследований Escherichia coli .

Полученные результаты свидетельствуют о микробиологической безопасности БАД «Глюкобрассицин» и подтверждают надлежащее качество исходного растительного сырья, а также соблюдение санитарно-гигиенических требований на этапах производства и хранения.

Как цитировать

Мелибоева, М. ОЦЕНКА МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ «ГЛЮКОБРАССИЦИН». Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.582

Введение. Биологически активные добавки (БАД) растительного происхождения широко применяются в профилактической медицине и нутрицевтике благодаря содержанию природных биологически активных соединений.

Различные экстракты активно используются при создании БАДов, однако растительное сырьё, многоэтапные технологические процессы и условия хранения создают потенциальные предпосылки для микробной контаминации. Присутствие микроорганизмов может приводить к снижению качества и стабильности продукта, разрушению биологически активных веществ, а также представлять риск для здоровья потребителей, особенно при длительном применении [5,6].

Особую значимость микробиологический контроль приобретает для добавок, растительного происхождение по скольку данные продукты чувствительны к воздействию внешних факторов, включая продукты микробного метаболизма. Несоблюдение микробиологических требований может негативно отражаться не только на безопасности, но и на фармакологической эффективности готового продукта [7].

В соответствии с действующими нормативными документами, микробиологическая чистота является обязательным показателем безопасности биологически активных добавок. Согласно требованиям санитарных правил и норм (СанПиН) и Государственной фармакопеи Республики Узбекистан, БАДы растительного происхождения должны соответствовать установленным

предельным показателем по содержанию аэробных микроорганизмов, грибов, а также характеризоваться отсутствием патогенных микроорганизмов, включая *Escherichia coli*, *Salmonella spp.* и *Staphylococcus aureus* [1,2,3].

Современные исследования подчёркивают необходимость строгого микробиологического мониторинга БАДов на всех этапах производства — от оценки качества исходного растительного сырья до анализа готовой лекарственной формы [4,5]. В этой связи актуальной задачей является экспериментальная оценка микробиологической чистоты конкретных препаратов с использованием стандартизированных фармакопейных методов исследования.

Целью настоящего исследования является оценка микробиологической чистоты биологически активной добавки «Глюкобрассицин» на основе экстракта брокколи в соответствии с требованиями действующих нормативных документов.

Материалы и методы исследования.

Объектом исследования является биологически активная добавка «Глюкобрассицин» в виде капсул, которое содержит по 200мг экстракта брокколи (серия: 122024; с.г.12 2026) ООО “BIO BOST HOLD” Республика Узбекистан, полученная промышленным способом. Исследованию подвергались образцы готовой продукции в потребительской упаковке, отобранные в соответствии с требованиями нормативной документации. Все образцы имели ненарушенную упаковку и действующий срок годности.

Каждый штамм бактерий выращивают отдельно в соево-казеиновом бульоне или соево-казеиновом агаре при температуре 30–35 °C в течение 18–24 часов.

Используют стандартизированные стабильные суспензии штаммов бактерий или готовят их, как описано ниже. Серии посевной культуры культивируются таким образом (система посевного материала), чтобы жизнеспособные микроорганизмы, используемые для посева, представляли собой не более чем 5 пассаж, полученный от исходной главной посевной культуры.

Для приготовления суспензий тест-штаммов используют раствор забуференный натрия хлорида с пептоном с pH 7,0 или фосфатный буферный раствор с pH 7,2; при суспендировании спор *A. brasiliensis* в буфер можно добавить 0,05 % раствор полисорбата 80.

Стабильные суспензии спор могут храниться при температуре от 2°C до 8°C в течение подтвержденного срока годности. Для проверки условий тестирования используется отрицательный контроль с применением выбранного разбавителя вместо тестируемого продукта. Роста микроорганизмов не должно наблюдаться.

Рост колоний указывает на возможное присутствие *E. coli*. Для подтверждения вида используются идентификационные тесты.

Если колонии не растут или если идентификационные тесты изолированных колоний дают отрицательные результаты, тестируемый продукт считается соответствующим требованиям теста.

Метод определение *E. Coli:* образец испытуемого продукта в количестве не менее 1 г разводят в соотношении 1:10 в соответствии с указаниями, приведенными выше и используют 10 мл или количество, соответствующее 1 г или 1 мл, для посева в подходящее количество соево-казеинового бульона, перемешивают и инкубируют при температуре от 30 °C до 35 °C в течение 18-24 ч [1,2,3].

Полученные результаты сравнивали с предельно допустимыми значениями, установленными действующими санитарными правилами и фармакопейными нормативами для биологически активных добавок растительного происхождения. Оценку микробиологической чистоты проводили на основании соответствия исследуемых показателей установленным требованиям.

Результаты и обсуждение. В ходе проведённых исследований была оценена микробиологическая чистота биологически активной добавки «Глюкобрассицин» в виде капсул, которое содержит по 200мг экстракта брокколи (серия: 122024; с.г.12 2026) ООО “BIO BOST

HOLD" Республика Узбекистан в соответствии с требованиями Государственной Фармакопее Республики Узбекистан. Результаты исследования приведены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты анализа показателя микробиологической чистоты

№	Показатели	Установленный стандарт в нормативных документах	Результаты
1.	**Микробиологическая чистота**	Количество аэробных бактерий в 1 г не должно превышать 100 КОЕ.	Менее 10 КОЕ
		Количество грибов в 1 г не должно превышать 100 КОЕ.	Менее 10 КОЕ
		Требуется, чтобы содержание *Escherichia coli* в 1 г должна отсутствовать	Отсутствует

Примечание: КОЕ — колониеобразующая единица

Результаты микробиологического анализа показали, что общее число аэробных бактерий в исследуемом образце составило менее 10 КОЕ/г, что значительно ниже предельно допустимого уровня, установленного нормативной документацией (не более 100 КОЕ/г). Полученные данные свидетельствуют о высоком уровне микробиологической чистоты исследуемого продукта.

Количественное содержание грибов также находилось на уровне менее 10 КОЕ/г, что соответствует требованиям нормативных документов, допускающих содержание грибковой микрофлоры не более 100 КОЕ/г. Низкие показатели грибковой контаминации указывают на надлежащие условия производства, экстракции и хранения биологически активной добавки.

При анализе санитарно-показательных микроорганизмов Escherichia coli в исследуемом образце не была обнаружена, что соответствует требованиям фармакопейных нормативов, предусматривающих полное отсутствие данного микроорганизма в 1 г продукта. Отсутствие E. coli подтверждает санитарную безопасность исследуемой БАД и свидетельствует о соблюдении гигиенических норм на всех этапах производственного процесса.

Полученные результаты согласуются с данными, указывающих на необходимость строгого микробиологического контроля биологически активных добавок растительного происхождения, особенно содержащих экстракты растений. Низкий уровень микробной обсеменённости является важным фактором, обеспечивающим стабильность биологически активных компонентов, и сохранение их фармакологической активности.

Вывод. Таким образом, результаты проведённого исследования демонстрируют соответствие биологически активной добавки «Глюкобрассицин» установленным требованиям по микробиологической чистоте. Это позволяет сделать вывод о безопасности исследуемого продукта с точки зрения микробиологических показателей и подтверждает целесообразность его применения при соблюдении рекомендованных условий хранения и использования.

Литературы

1. Ўзбекистон Республикаси Давлат фармакопеяси. Биринчи нашр, I жилд, 1-қисм, Тошкент 2021. – Б. 502

2. O‘zMSt 166:2024 Milliy standart. Ozuqaga biologik faol qo’shimchalar. Umumiy texnikaviy shartlar. O‘zbekiston Standartlar instituti. 2024. 19 b.

3. Государственная фармакопея Российской Федерации. 13-е изд-е. Том 1,

4. European pharmacopoeia 7.0, vol. 1 (general texts 5.11).

5. Гунар Ольга Викторовна, Сахно Надежда Геннадьевна, Рощина Марина Владимировна, Григорьева Виктория Эдуардовна, Меркулов Вадим Анатольевич Оценка микробиологической чистоты нестерильных лекарственных средств и видового спектра микроорганизмов-контаминантов // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. 2014. №4.

6. Жемерова Е. Г. и др. Изучение пригодности метода мембранной фильтрации с использованием предфильтра для контроля микробиологической чистоты нестерильных лекарственных средств //Наші ювіляри. – 2002. – С. 22.

7. Шевина В. Л., Хохленкова Н. В., Рейда В. П. ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ ТАБЛЕТОК" УРОНЕФРОН" //Вестник фармации. – 2016. – №. 1 (71). – С. 76-80.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ASSESSMENT OF MICROBIOLOGICAL PURITY OF THE BIOLOGICALLY ACTIVE SUPPLEMENT "GLUCOBRASSICIN"

Shokhista Sh. Meliboyeva
Bukhara State Medical Institute, Assistant Professor at the Department of Pharmacology
https://orcid.org/0000-0003-2779-0703
E-mail: meliboyeva.shoxista@bsmi.uz

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.582

Keywords: microbiological purity, Glucobrassicin, dietary supplement safety, pharmacopoeial methods, quality indicators

Annotation

This article presents the results of a study of the microbiological purity of the dietary supplement "Glucobrassicin" in capsule form, containing 200 mg of broccoli extract (batch: 122024; date of issue 12/2026) manufactured by BIO BOST HOLD LLC, Republic of Uzbekistan. The relevance of this study is determined by the need to ensure the safety of dietary supplements of plant origin, potentially susceptible to microbial contamination.

Microbiological quality assessment was conducted in accordance with the requirements of the State Pharmacopoeia of the Republic of Uzbekistan using standard pharmacopoeial methods. The study determined the total number of aerobic bacteria, fungal content, and the presence of the sanitary indicator microorganism Escherichia coli.

The obtained results demonstrate the microbiological safety of the dietary supplement "Glucobrassicin" and confirm the proper quality of the original plant material, as well as compliance with sanitary and hygienic requirements during production and storage.

How to Cite

Meliboeva, M. ASSESSMENT OF MICROBIOLOGICAL PURITY OF THE BIOLOGICALLY ACTIVE SUPPLEMENT "GLUCOBRASSICIN". Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.582

Introduction. Dietary supplements (DS) of plant origin are widely used in preventive medicine and nutraceuticals due to their content of natural biologically active compounds.

Various extracts are widely used in the creation of dietary supplements; however, plant-based raw materials, multi-stage technological processes, and storage conditions create potential conditions for microbial contamination. The presence of microorganisms can lead to a decrease in product quality and stability, the destruction of biologically active substances, and pose a health risk to consumers, especially with long-term use [5,6].

Microbiological control is particularly important for dietary supplements of plant origin, as these products are sensitive to external factors, including microbial metabolic products. Failure to comply with microbiological requirements can negatively impact not only the safety but also the pharmacological efficacy of the finished product.

In accordance with current regulatory documents, microbiological purity is a mandatory indicator of the safety of dietary supplements. According to the requirements of sanitary rules and regulations (SanPiN) and the State Pharmacopoeia of the Republic of Uzbekistan, dietary supplements of plant origin must meet established maximum levels for aerobic microorganisms and fungi, and be free of pathogenic microorganisms, including Escherichia coli, Salmonella spp., and Staphylococcus aureus [1,2,3].

Modern research emphasizes the need for strict microbiological monitoring of dietary supplements at all stages of production—from assessing the quality of the original plant material to analyzing the

finished dosage form [4,5]. In this regard, experimental evaluation of the microbiological purity of specific preparations using standardized pharmacopoeial research methods is a pressing task.

The aim of this study was to evaluate the microbiological purity of the broccoli extract-based dietary supplement "Glucobrassicin" in accordance with current regulatory requirements.

Materials and Methods.

The subject of the study was the dietary supplement "Glucobrassicin" in capsule form, containing 200 mg of broccoli extract (batch: 122024; date of issue: 12/2026) manufactured by BIO BOST HOLD LLC, Republic of Uzbekistan, and obtained industrially. Samples of finished product in consumer packaging, selected in accordance with regulatory requirements, were tested. All samples had intact packaging and were within the current expiration date.

Each bacterial strain was grown separately in soybean-casein broth or soybean-casein agar at 30–35°C for 18–24 hours. Standardized stable suspensions of bacterial strains are used or prepared as described below. Seed culture lots are cultivated in such a way (seed system) that viable microorganisms used for seeding represent no more than passage 5 of the original master seed culture.

To prepare test strain suspensions, use a buffered sodium chloride/peptone solution with a pH of 7.0 or a phosphate buffer solution with a pH of 7.2. When suspending A. brasiliensis spores, 0.05% polysorbate 80 can be added to the buffer [1,2,3].

Results and discussion. The microbiological purity of the dietary supplement "Glucobrassicin" in capsule form, containing 200 mg of broccoli extract (batch: 122024; date of issue 12/2026) manufactured by BIO BOST HOLD LLC, Republic of Uzbekistan, was assessed in accordance with the requirements of the State Pharmacopoeia of the Republic of Uzbekistan. The results are presented in Table 1.

Table 1. Microbiological purity analysis results

№	Indicators	Established standard in regulatory documents	Inspection results
1.	**Microbiological purity:**	The number of aerobic bacteria in 1 g should not exceed 100 CFU. The number of fungi in 1 g should not exceed 100 CFU. The Escherichia coli content in 1 g must be absent.	Less than 10 CFU Less than 10 CFU Absent

Note: CFU – colony forming unit

Microbiological analysis results showed that the total count of aerobic bacteria in the test sample was less than 10 CFU/g, which is significantly lower than the maximum permissible level established by regulatory documents (no more than 100 CFU/g). These data indicate a high level of microbiological purity of the test product.

The quantitative fungal content was also less than 10 CFU/g, which complies with regulatory requirements, which allow a fungal microflora content of no more than 100 CFU/g. Low levels of fungal contamination indicate proper production, extraction, and storage conditions for the dietary supplement.

Analysis of sanitary indicator microorganisms revealed no Escherichia coli in the test sample, which complies with pharmacopoeial standards, which stipulate the complete absence of this microorganism in 1 g of product. The absence of E. coli confirms the sanitary safety of the dietary supplement and demonstrates compliance with hygiene standards at all stages of the production process. The obtained results are consistent with data indicating the need for strict microbiological control of herbal dietary supplements, especially those containing plant extracts. Low microbial contamination is an important factor ensuring the stability of biologically active components and maintaining their pharmacological activity.

Conclusion. Thus, the results of the study demonstrate that the dietary supplement "Glucobrassicin" meets established requirements for microbiological purity. This allows us to conclude that the product under

study is safe in terms of microbiological parameters and confirms its appropriateness for use under the recommended storage and use conditions.

References

1. Ўзбекистон Республикаси Давлат фармакопеяси. Биринчи нашр, I жилд, 1-қисм, Тошкент 2021. – Б. 502
2. O‘zMSt 166:2024 Milliy standart. Ozuqaga biologik faol qo’shimchalar. Umumiy texnikaviy shartlar. O‘zbekiston Standartlar instituti. 2024. 19 b.
3. Государственная фармакопея Российской Федерации. 13-е изд-е. Том 1,
4. European pharmacopoeia 7.0, vol. 1 (general texts 5.11).
5. Гунар Ольга Викторовна, Сахно Надежда Геннадьевна, Рощина Марина Владимировна, Григорьева Виктория Эдуардовна, Меркулов Вадим Анатольевич Оценка микробиологической чистоты нестерильных лекарственных средств и видового спектра микроорганизмов-контаминантов // Ведомости Научного центра экспертизы средств медицинского применения. 2014. №4.
6. Жемерова Е. Г. и др. Изучение пригодности метода мембранной фильтрации с использованием предфильтра для контроля микробиологической чистоты нестерильных лекарственных средств //Наші ювіляри. – 2002. – С. 22.
7. Шевина В. Л., Хохленкова Н. В., Рейда В. П. ИССЛЕДОВАНИЕ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКОЙ ЧИСТОТЫ ТАБЛЕТОК" УРОНЕФРОН" //Вестник фармации. – 2016. – №. 1 (71). – С. 76-80.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

BROKKOLI EKSTRAKTINING YALLIG'LANISHGA QARSHI FAOLIYATINI EKSPERIMENTAL BAHOLASH

Mizrob Mavlonovich Boltayev
Buxoro Davlat Tibbiyot Instituti, Farmakologiya kafedrasi assistenti
https://orcid.org/0009-0004-6283-3806
E-mail: boltayev.mizrob@bsmi.uz

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.580

Kalit so'zlar: brokkoli, brokkoli ekstrakti, yallig‘lanishga qarshi faollik,, eksperimental model,, dekstran bilan induktsiyalangan shish.

Annotatsiya

Ushbu tadqiqotda oq kalamushlarda dekstran shish modelida indol-3-karbinol va sulforafanni saqlagan, Brokkoli ekstrakti (Brassica oleracea var. italica) biologik faol qo‘shimchaning yallig‘lanishga qarshi ta’siri o‘rganildi. Tadqiqotning maqsadi brokkoli ekstraktining samaradorligini 400 mg Ibuklin qiyosiy yallig‘lanishga qarshi dori vositasi bilan solishtirish edi. Tajriba kalamushlarni uch guruhga bo‘lgan holda (nazorat, Brokkoli ekstrakti va Ibuklin) o‘tkazildi. Yallig‘lanish 6% dekstran eritmasini subplantar yuborish orqali qo‘zg‘atilgan va yallig‘lanishga qarshi ta’sir 1, 3 va 6 soatlarda panja hajmini o‘lchash orqali baholangan.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, tajriba guruhlari nazorat guruhiga nisbatan shishning hajmini sezilarli darajada kamaytirgan. 3 soatdan keyin panja hajmining o‘rtacha kattaligi Brokkoli ekstrakti qabul qilgan kalamushlarda 1,40 ± 0,07 ml (shishni 44% kamaytirgan) va Ibuklin qabul qilgan kalamushlarda 1,25 ± 0,11 ml (shishni 76%) kamaytirgan. Ushbu ma’lumotlar brokkoli ekstrakti aniq yallig‘lanishga qarshi faollikka ega ekanligini tasdiqlaydi va uni yallig‘lanish jarayonlarini oldini olish va davolash uchun istiqbolli biologik faol qo‘shimcha sifatida ko‘rib chiqish mumkinligini tasdiqlaydi.

How to Cite

Boltayev, M. BROKKOLI EKSTRAKTINING YALG’LANISHGA QARSHI FAOLIYATINI EKSPERIMENTAL BAHOLASH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.580

Kirish. So'nggi o'n yilliklarda dorivor o'simliklar va farmakologik ahamiyatga ega funksional oziq-ovqat mahsulotlarini tadqiq etishga qiziqish barqaror o'sib bormoqda [1,2]. Bu surunkali kasalliklarning ko'payishi, sintetik dori vositalaridan uzoq muddat foydalanishning cheklanganligi hamda xavfsizroq va kompleks terapevtik yondashuvlarni izlash zarurati bilan bog'liq [3]. Bu borada *Brassicaceae (karamdoshlar)* oilasi vakillariga alohida e'tibor qaratilmoqda, ular orasida brokkoli *(Brassica oleracea var. italica)* biologik faol birikmalar manbai sifatida yetakchi o'rinlardan birini egallaydi [4].



Рис. 1. Brokkoli karami

Brokkoli murakkab kimyoviy tarkibga ega bo‘lib, unda glukozinolatlar, izotiosiyanatlar, fenol moddalari, flavonoidlar, turli vitaminlar (C, K, E va B guruhi) hamda minerallar mavjud [5]. Sabzavot tarkibidagi Sulforafan — glukorafanning fermentativ gidrolizi mahsuloti bo‘lib, u sezilarli antioksidant, yallig‘lanishga qarshi va detoksikatsion faollikka ega bo‘lgani sababli ilmiy jihatdan katta qiziqish uyg‘otadi [6]. Sulforafan II faza detoksikatsiya fermentlarini qo'zg'atish va organizmning endogen antioksidant himoya tizimlarini faollashtirishga qodir ekanligi aniqlangan [7,8].

Sulforafan bilan bir qatorda, indol birikmalari, xususan, indol-3-karbinol va uning metabolitlari muhim rol o'ynaydi, gormonal muvozanatni tartibga solishda, hujayra sikli signalizatsiya yo'llarini modulyatsiya qilishda va apoptozni induktsiyalashda ishtirok etadi [9,10]. Eksperimental ma'lumotlar ushbu birikmalarning turli xil xavfli o'smalarga qarshi antitumor salohiyatini ko'rsatadi [11].

Zamonaviy tadqiqotlar natijalari brokkolining ko'p qirrali farmakologik ta'sirini, jumladan, antioksidant, yallig'lanishga qarshi, gastroprotektiv, kardioprotektiv va immunomodulyator ta'sirini ko'rsatadi [10]. Epidemiologik tadqiqotlar bilan tasdiqlanganidek, karamguldoshlar sabzavotlarni muntazam iste'mol qilish saraton, jumladan, oshqozon-ichak o'smalari rivojlanish xavfini kamaytirish bilan bog'liq [13].

To'plangan ilmiy ma'lumotlarning katta miqdoriga qaramay, brokkoli faol komponentlarining biomavjudligi, texnologik qayta ishlash usullarining ta'siri, shuningdek, ekstraktlarni standartlashtirish va ularning klinik samaradorligini baholash bilan bog'liq masalalar yetarlicha o'rganilmaganligicha qolmoqda [14,15,16]. Shuning uchun, brokkolining farmakologik xususiyatlarini yanada tizimli o'rganish zamonaviy farmakologiya va profilaktik tibbiyotda dolzarb masala hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi: oq kalamushlarda sublimatsiyalangan brokkoli ekstrakti asosidagi biologik faol qo‘shimchaning biosamaradorligini o‘rganish.

Tadqiqot usullari va materiallari. Tadqiqotda ishlatilgan biologik faol qo‘shimcha — “Brokkoli ekstrakti” (200 mg kukuni), O‘zbekiston Respublikasi, BIO BOST HOLD MChJ tomonidan ishlab chiqarilgan, brokkoli ekstrakti asosida tayyorlangan bo‘lib, tarkibida indol-3-karbinol va sulforafan mavjud. Ushbu qo‘shimchaning yallig‘lanishga qarshi ta’siri yallig‘lanish mediatorlarini bloklash va tomirlarning shilliq qavatidan o‘tuvchanligini kamaytirish orqali namoyon bo‘ladi. Mexanizmiga prostaglandinlar sintezini bostirish, hujayra membranalarini barqarorlashtirish va leykotsitlarning yallig‘lanish o‘choqlariga migratsiyasini kamaytirish kiradi.

Tadqiqot kalamushlarda dekstran bilan induktsiyalangan shish modelida o‘tkazildi. Yallig‘lanish indyuktori sifatida 0,1 ml 6% dekstran eritmasidan foydalanildi. Biologik faol qo‘shimchaning ta’sirini standart dorivor preparat bilan solishtirish maqsadida **Ibuklin 400 mg** (seriya: V2400533; amal qilish muddati: 02/2029; ishlab chiqaruvchi: Dr. Reddy’s Laboratories Ltd., Hindiston) ham qo‘llanildi.

Eksperiment 180–230 g vaznga ega, har ikki jinsdagi 18 ta oq kalamushda o‘tkazildi. Tadqiqotdan oldin hayvonlarda panja hajmi plethizmometriya usuli bilan o‘lchandi. Kalamushlar uch guruhga bo‘lingan:

Nazorat guruhi: 0,9% fiziologik eritma (v/j) + 0,1 ml 6% dekstran subplantar.

Tajriba guruhi 1: Brokkoli ekstrakti 12 mg/kg (v/j) + 0,1 ml 6% dekstran subplantar.

Tajriba guruhi 2: Ibuklin 12 mg/kg (v/j) + 0,1 ml 6% dekstran subplantar.

Dastlab tadqiq etilayotgan preparatlar intragastral tarzda kiritildi, 1 soat o‘tib esa dekstran eritmasi yuborildi. Yallig‘lanishga qarshi ta’sir shishgan panja hajmini 1, 3 va 6 soatlarda o‘lchash orqali baholandi. Olingan natijalar variatsion statistika usuli bilan tahlil qilindi [17].

Tadqiqot natijalari. Kalamushlarda, BIO BOST HOLD MChJ tomonidan ishlab chiqarilgan “Brokkoli ekstrakti” (200 mg kukun) qabul qilgan hayvonlarda, 3 soatdan keyin panja hajmining o‘rtacha o‘sishi 1,56 ± 0,11 ml ni tashkil etdi, nazorat guruhida esa bu ko‘rsatkich 1,78 ± 0,07 ml bo‘ldi. Shunga o‘xshash natijalar Ibuklin 400 mg (seriya: v2400533; amal qilish muddati: 02/2029; Dr. Reddy’s Laboratories Ltd., Hindiston) qo‘llanganda ham kuzatildi — panja hajmining o‘rtacha o‘sishi 1,39 ± 0,11 ml ni tashkil etdi.

Shu bilan, yallig‘lanishga qarshi faoliyatni baholash natijalari shuni ko‘rsatdiki, ikkala preparat ham yallig‘lanish sharoitida himoya ta’siriga ega bo‘lib, nazorat guruhiga nisbatan shishni sezilarli darajada kamaytiradi (1-jadval).

1-jadval. Kalamush panjasidagi shishning darajasiga preparatlarning ta’siri (M±m, n=6)

Guruh	Boshlang‘ich panja hajmi (ml)	Panja hajmi 1-soatdan keyin (ml)	Panja hajmi 2-soatdan keyin (ml)	Panja hajmi 3-soatdan keyin (ml)	Panja hajmi 4-soatdan keyin (ml)	Panja hajmi 6-soatdan keyin (ml)	Shishni inhibe qilish (%)
Nazorat	1,01 ml ± 0,11	1,78 ml ± 0,07	1,70 ml ± 0,10	1,56 ml ± 0,11	1,46 ml ± 0,15	1,24 ml ± 0,08	–
Brokkoli ekstrakti	1,05 ml ± 0,13	1,64 ml ± 0,11	1,55 ml ± 0,10	1,40 ml ± 0,07	1,31 ml ± 0,05	1,15 ml ± 0,10	44%
Ibuklin	1,12 ml ±0,17	1,39 ml ±0,15	1,31 ml ±0,09	1,25 ml ±0,11	1,21 ml ±0,08	1,11 ml ±0,11	76%

Xulosa. Shunday qilib, preparatlarning yallig‘lanishga qarshi ta’sirini o‘rganish natijasida quyidagilar aniqlangan:

Ikkala preparat ham nazorat guruhiga nisbatan shishning hajmini sezilarli darajada kamaytiradi. Ibuklin 400 mg (seriya: v2400533; amal qilish muddati: 02/2029; Dr. Reddy’s Laboratories Ltd., Hindiston) Brokkoli ekstraktiga nisbatan kuchliroq ta’sir ko’rsatadi (76% ta’sir va 44%).

Olingan natijalar tadqiq etilgan preparatlarning yallig‘lanishga qarshi xususiyatlarini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, tadqiqotlar **“Brokkoli ekstrakti” BFQ**ning yallig‘lanishga qarshi vosita sifatida yanada chuqur o‘rganilishi istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi.

Adabiyotlar

1. World Health Organization et al. WHO traditional medicine strategy: 2014-2023. – World Health Organization, 2013.

2. Fakih M., Perbawati C., Monalisa. Relevance of WHO traditional medicine strategy (2014-2023) with traditional health care policy in the perspective of national law and international law //Asian Journal of Legal Studies. – 2022. – T. 1. – №. 1. – C. 25-34.

3. EDITION S. Rang and Dale\'s Pharmacology, -HP Rang.

4. Šamec D., Salopek-Sondi B. Cruciferous (brassicaceae) vegetables //Nonvitamin and nonmineral nutritional supplements. – Academic Press, 2019. – С. 195-202.
5. Эминова Э. Р. и др. Исследование содержания фенольных соединений в экстрактах семян брокколи //Ползуновский вестник. – 2022. – №. 3. – С. 123-129.
6. Vanduchova A., Anzenbacher P., Anzenbacherova E. Isothiocyanate from broccoli, sulforaphane, and its properties //Journal of medicinal food. – 2019. – Т. 22. – №. 2. – С. 121-126.
7. Yagishita Y. et al. Broccoli or sulforaphane: is it the source or dose that matters? //Molecules. – 2019. – Т. 24. – №. 19. – С. 3593.
8. Conzatti A. et al. Clinical and molecular evidence of the consumption of broccoli, glucoraphanin and sulforaphane in humans //Nutrición hospitalaria. – 2015. – Т. 31. – №. 2. – С. 559-569.
9. Nagia M. et al. Maximizing the value of indole-3-carbinol, from its distribution in dietary sources, health effects, metabolism, extraction, and analysis in food and biofluids //Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2024. – Т. 64. – №. 23. – С. 8133-8154.
10. Prado N. J. et al. Anti-inflammatory, antioxidant, antihypertensive, and antiarrhythmic effect of indole-3-carbinol, a phytochemical derived from cruciferous vegetables //Heliyon. – 2022. – Т. 8. – №. 2.
11. Pfeifer B. L., Fahrendorf T. Indole-3-carbinol: a glucosinolate derivative from cruciferous vegetables for prevention and complementary treatment of breast cancer //Deutsche Zeitschrift für Onkologie. – 2015. – Т. 47. – С. 20-27.
12. Rychlik J. et al. Antioxidant capacity of broccoli sprouts subjected to gastrointestinal digestion //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2015. – Т. 95. – №. 9. – С. 1892-1902.
13. Bessler H., Djaldetti M. Broccoli and human health: Immunomodulatory effect of sulforaphane in a model of colon cancer //International journal of food sciences and nutrition. – 2018. – Т. 69. – №. 8. – С. 946-953.
14. Angelino D., Jeffery E. Glucosinolate hydrolysis and bioavailability of resulting isothiocyanates: Focus on glucoraphanin //Journal of functional foods. – 2014. – Т. 7. – С. 67-76.
15. Vermeulen M. et al. Bioavailability and kinetics of sulforaphane in humans after consumption of cooked versus raw broccoli //Journal of agricultural and food chemistry. – 2008. – Т. 56. – №. 22. – С. 10505-10509.
16. Šamec D., Urlić B., Salopek-Sondi B. Kale (Brassica oleracea var. acephala) as a superfood: Review of the scientific evidence behind the statement //Critical reviews in food science and nutrition. – 2019. – Т. 59. – №. 15. – С. 2411-2422.
17. Мушкина О. В. Неклинические методы оценки фармакологической активности растительного сырья. – 2024.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТА БРОККОЛИ

Мизроб Мавлонович Болтаев
Бухарский государственный медицинский институт, Ассистент кафедры фармакологии
https://orcid.org/0009-0004-6283-3806
E-mail: boltayev.mizrob@bsmi.uz

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.580

Ключевые слова:
брокколи, экстракт брокколи, противовоспалительное действие, экспериментальная модель воспаления, декстрановый отёк.

Аннотация

В данной работе исследовалось противовоспалительное действие биологически активной добавки «Экстракт Брокколи» (Brassica oleracea var. italica), содержащей индол-3-карбинол и сульфорафан, на модели декстранового отёка у белых крыс. Цель исследования заключалась в оценке эффективности экстракта брокколи в сравнении с эталонным противовоспалительным препаратом Ибуклин 400 мг. Эксперимент проводился на 18 крысах, разделённых на три группы (контроль, «Экстракт Брокколи», Ибуклин). Воспаление индуцировали субплантарным введением 6% раствора декстрана, а противовоспалительный эффект оценивали путем измерения объема лапки через 1, 3 и 6 часов после введения препаратов.

Результаты показали, что обе исследуемые добавки достоверно снижали выраженность отёка по сравнению с контрольной группой. Так, среднее увеличение объема лапки через 3 часа составило 1,40 мл ±0,07 мл у крыс, получавших «Экстракт Брокколи» (ингибирование отека — 44%), и 1,25 мл ±0,11 мл у крыс, получавших Ибуклин (ингибирование отека — 76%). Полученные данные подтверждают, что экстракт брокколи обладает выраженной противовоспалительной активностью и может рассматриваться как перспективная биологически активная добавка для профилактики и коррекции воспалительных процессов.

Как цитировать

Болтаев, М. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОТИВОВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ ЭКСТРАКТА БРОККОЛИ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.580

Введение. В последние десятилетия наблюдается устойчивый рост интереса к изучению лекарственных растений и функциональных пищевых продуктов с фармакологически значимыми свойствами [1,2]. Это связано с увеличением распространённости хронических заболеваний, ограничениями длительного применения синтетических лекарственных средств и необходимостью поиска более безопасных и комплексных терапевтических подходов [3]. Особое внимание в данном направлении уделяется представителям семейства *Brassicaceae*, среди которых брокколи (*Brassica oleracea* var. *italica*) занимает одно из ведущих мест как источник биологически активных соединений [4].



Рис. 2. Капуста Брокколи

Брокколи характеризуется богатым химическим составом и содержит глюкозинолаты, изотиоцианаты, фенольные соединения, флавоноиды, витамины (C, K, E, группы B) и минеральные элементы [5]. Существенный научный интерес представляет сульфорафан — продукт ферментативного гидролиза глюкорафанина, обладающий выраженной антиоксидантной, противовоспалительной и детоксикационной активностью [6]. Установлено, что сульфорафан способен индуцировать ферменты II фазы детоксикации и активировать эндогенные системы антиоксидантной защиты организма [7,8].

Наряду с сульфорафаном важную роль играют индольные соединения, в частности индол-3-карбинол и его метаболиты, которые участвуют в регуляции гормонального баланса, модуляции сигнальных путей клеточного цикла и индукции апоптоза [9,10]. Экспериментальные данные свидетельствуют о противоопухолевом потенциале данных соединений в отношении различных типов злокачественных новообразований [11].

Результаты современных исследований указывают на многосторонние фармакологические эффекты брокколи, включая антиоксидантное, противовоспалительное, гастропротекторное, кардиопротекторное и иммуномодулирующее действие [10]. Регулярное употребление крестоцветных овощей ассоциируется со снижением риска развития онкологических заболеваний, в том числе опухолей желудочно-кишечного тракта, что подтверждается эпидемиологическими исследованиями [13].

Несмотря на значительный объём накопленных научных данных, остаются недостаточно изученными вопросы биодоступности активных компонентов брокколи, влияния способов технологической обработки, а также стандартизации экстрактов и оценки их клинической эффективности [14,15,16]. В связи с этим дальнейшее систематическое исследование фармак ологических свойств брокколи является актуальной задачей современной фармакологии и профилактической медицины.

Цель исследования: изучение биоэффективности биологически активной добавки на основе сублимированного экстракта брокколи на белых крысах.

Метод и материалы исследования. Биологическая активная добавка «Экстракт Брокколи» порошки по 200 мг производства ООО «BIO BOST HOLD», Республика Узбекистан представляет

собой биологически активную добавку на основе экстракта брокколи, содержащую индол-3-карбинол и сульфорафан. Противовоспалительное действие препаратов, в частности «Экстракт Брокколи» порошки по 200 мг производства ООО «BIO BOST HOLD», Республика Узбекистан, заключается в ингибировании медиаторов воспаления и снижении сосудистой проницаемости. Механизм действия связан с подавлением синтеза простагландинов, стабилизацией клеточных мембран и угнетением миграции лейкоцитов в очаг воспаления. В настоящем исследовании изучалось противовоспалительное действие препарата на модели «Декстранового отека» у крыс. В качестве индуктора воспаления использовали 6 % раствор декстрана в дозе 0,1 мл. Для сравнения специфической активности препаратов мы выбрали препарат Ибуклин 400 мг (серия: V2400533; с.г.: 02/2029 DV/X 00201/03/15) производства «Dr. Reddy's Laboratories» Ltd., Индия и продолжили эксперимент с обоими препаратами. Эксперимент проводили на 18 белых крысах массой тела 180–230 г обоего пола. У крыс предварительно измеряли объем лапки в норме по методу плетизмометрии.

Животных разделили на 3 группы по 6 особей. Препараты вводили следующим образом:

1. Контрольная группа — 0,9 % физиологический раствор в/ж + декстран 0,1 мл 6 % субплантарно.

2. Опытная группа 1 – «Экстракт Брокколи» порошки по 200 мг производства ООО «BIO BOST HOLD», Республика Узбекистан 12 мг/кг в/ж + декстран 0,1 мл 6% субплантарно.

3. Опытная группа 2 – Ибуклин 400 мг (серия: v2400533; с.г.: 02/2029 DV/X 00201/03/15) производства «Dr. Reddy's Laboratories» Ltd., Индия 12 мг/кг в/ж + декстран 0,1 мл 6% субплантарно.

Сначала внутривенно вводили исследуемые препараты, а через 1 час – раствор декстрана. Оценку противовоспалительного эффекта проводили путем измерения объема лапки через 1, 3 и 6 часа после индукции воспаления. Результаты обрабатывали методом вариационной статистики [17].

Результаты исследования. У животных, получавших биологически активную добавку «Экстракт Брокколи» порошки по 200 мг производства ООО «BIO BOST HOLD», Республика Узбекистан, среднее увеличение объема лапки через 3 часа составило 1,56 мл ±0,11 мл, тогда как в контрольной группе – 1,78 мл ±0,07 мл. Аналогичные данные получены при введении препарата Ибуклин 400 мг (серия: v2400533; с.г.: 02/2029 DV/X 00201/03/15) производства «Dr. Reddy's Laboratories» Ltd., Индия – среднее увеличение объема лапки составило 1,39 мл ±0,11 мл.

Таким образом, изучение противовоспалительной активности показало, что оба препарата обладают защитным действием при воспалении и достоверно уменьшают отек по сравнению с контролем (Таблица 1).

Таблица 1. Влияние препаратов на выраженность отёка лапки крыс (M±m, n=6)

Группа	**Исходный объём лапы(мл)**	**Объём лапы через 1 ч.**	**Объём лапы через 2 ч.**	**Объём лапы через 3 ч.**	**Объём лапы через 4 ч.**	**Объём лапы через 6 ч.**	**Ингибирование отека (%)**
Контрольная	1,01мл± 0,11	1,78мл± 0,07	1,70мл± 0,1	1,56мл ±0,11	1,46мл± 0,15	1,24мл ±0,08	
«Экстракт брокколи»	1,05мл± 0,13	1,64мл± 0,11	1,55мл± 0,1	1,40мл ±0,07	1,31мл± 0,05	1,15мл ±0,1	44%
Ибуклин	1,12мл± 0,17	1,39мл± 0,15	1,31мл± 0,09	1,25мл ±0,11	1,21мл± 0,08	1,11мл ±0,11	76%

Заключение. Таким оразом, при изучении противоваспалительного действия препаратов установлено, что:

Оба препарата достоверно уменьшают выраженность отека по сравнению с контрольной группой.

Ибуклин 400мг (серия: v2400533; с.г.: 02/2029 DV/X 00201/03/15) «Dr. Reddys Laboratories» Ltd., Индия демонстрирует более выраженную активность (76% эффект) по сравнению с «Экстрактом Брокколи» (44% эффект).

Полученные данные подтверждают противовоспалительные свойства исследуемых препаратов. Результаты исследования свидетельствуют о перспективности дальнейшего изучения БАД «Экстракт Брокколи» как средства с противовоспалительной активностью.

Литературы

1. World Health Organization et al. WHO traditional medicine strategy: 2014-2023. – World Health Organization, 2013.
2. Fakih M., Perbawati C., Monalisa. Relevance of WHO traditional medicine strategy (2014-2023) with traditional health care policy in the perspective of national law and international law //Asian Journal of Legal Studies. – 2022. – Т. 1. – №. 1. – С. 25-34.
3. EDITION S. Rang and Dale\'s Pharmacology, -HP Rang.
4. Šamec D., Salopek-Sondi B. Cruciferous (brassicaceae) vegetables //Nonvitamin and nonmineral nutritional supplements. – Academic Press, 2019. – С. 195-202.
5. Эминова Э. Р. и др. Исследование содержания фенольных соединений в экстрактах семян брокколи //Ползуновский вестник. – 2022. – №. 3. – С. 123-129.
6. Vanduchova A., Anzenbacher P., Anzenbacherova E. Isothiocyanate from broccoli, sulforaphane, and its properties //Journal of medicinal food. – 2019. – Т. 22. – №. 2. – С. 121-126.
7. Yagishita Y. et al. Broccoli or sulforaphane: is it the source or dose that matters? //Molecules. – 2019. – Т. 24. – №. 19. – С. 3593.
8. Conzatti A. et al. Clinical and molecular evidence of the consumption of broccoli, glucoraphanin and sulforaphane in humans //Nutrición hospitalaria. – 2015. – Т. 31. – №. 2. – С. 559-569.
9. Nagia M. et al. Maximizing the value of indole-3-carbinol, from its distribution in dietary sources, health effects, metabolism, extraction, and analysis in food and biofluids //Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2024. – Т. 64. – №. 23. – С. 8133-8154.
10. Prado N. J. et al. Anti-inflammatory, antioxidant, antihypertensive, and antiarrhythmic effect of indole-3-carbinol, a phytochemical derived from cruciferous vegetables //Heliyon. – 2022. – Т. 8. – №. 2.
11. Pfeifer B. L., Fahrendorf T. Indole-3-carbinol: a glucosinolate derivative from cruciferous vegetables for prevention and complementary treatment of breast cancer //Deutsche Zeitschrift für Onkologie. – 2015. – Т. 47. – С. 20-27.
12. Rychlik J. et al. Antioxidant capacity of broccoli sprouts subjected to gastrointestinal digestion //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2015. – Т. 95. – №. 9. – С. 1892-1902.
13. Bessler H., Djaldetti M. Broccoli and human health: Immunomodulatory effect of sulforaphane in a model of colon cancer //International journal of food sciences and nutrition. – 2018. – Т. 69. – №. 8. – С. 946-953.
14. Angelino D., Jeffery E. Glucosinolate hydrolysis and bioavailability of resulting isothiocyanates: Focus on glucoraphanin //Journal of functional foods. – 2014. – Т. 7. – С. 67-76.
15. Vermeulen M. et al. Bioavailability and kinetics of sulforaphane in humans after consumption of cooked versus raw broccoli //Journal of agricultural and food chemistry. – 2008. – Т. 56. – №. 22. – С. 10505-10509.
16. Šamec D., Urlić B., Salopek-Sondi B. Kale (Brassica oleracea var. acephala) as a superfood: Review of the scientific evidence behind the statement //Critical reviews in food science and nutrition. – 2019. – Т. 59. – №. 15. – С. 2411-2422.
17. Мушкина О. В. Неклинические методы оценки фармакологической активности растительного сырья. – 2024.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF BROCCOLI EXTRACT

Mizrob M. Boltaev
Bukhara State Medical Institute Assistant of the Department of Pharmacology
https://orcid.org/0009-0004-6283-3806

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.580

Keywords: broccoli, broccoli extract,, anti-inflammatory activity,, experimental inflammation model,, dextran-induced edema.

Annotation

This study investigated the anti-inflammatory effects of a biologically active supplement, Broccoli Extract (Brassica oleracea var. italica), containing indole-3-carbinol and sulforaphane, using a dextran-induced paw edema model in Wistar rats. The aim was to evaluate the efficacy of the broccoli extract in comparison with the reference anti-inflammatory drug Ibuklin 400 mg. Eighteen rats were divided into three groups: control, broccoli extract, and Ibuklin. Inflammation was induced by subplantar injection of 6% dextran solution, and anti-inflammatory activity was assessed by measuring paw volume at 1, 3, and 6 hours after administration of the test compounds.

The results demonstrated that both interventions significantly reduced edema compared to the control group. At 3 hours post-induction, the mean paw volume increase was 1.40 ± 0.07 ml in the broccoli extract group (edema inhibition — 44%) and 1.25 ± 0.11 ml in the Ibuklin group (edema inhibition — 76%). These findings confirm that broccoli extract possesses notable anti-inflammatory activity and suggest its potential as a safe and effective dietary supplement for the prevention and management of inflammatory processes.

How to Cite

Boltaev, M. EXPERIMENTAL EVALUATION OF THE ANTI-INFLAMMATORY ACTIVITY OF BROCCOLI EXTRACT. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.580

Introduction. In recent decades, there has been a steady increase in interest in the study of medicinal plants and functional foods with pharmacologically significant properties [1,2]. This is due to the increasing prevalence of chronic diseases, the limitations of long-term use of synthetic drugs, and the need to find safer and more comprehensive therapeutic approaches [3]. Particular attention in this area is given to representatives of the Brassicaceae family, among which broccoli (Brassica oleracea var. italica) occupies a leading place as a source of biologically active compounds [4].



Fig. 1. Broccoli cabbage

Broccoli is characterized by a rich chemical composition and contains glucosinolates, isothiocyanates, phenolic compounds, flavonoids, vitamins (C, K, E, B group) and minerals [5]. Of significant scientific interest is sulforaphane, a product of the enzymatic hydrolysis of glucoraphanin, which has pronounced antioxidant, anti-inflammatory and detoxifying activity [6]. It has been established that sulforaphane is capable of inducing phase II detoxification enzymes and activating the body's endogenous antioxidant defense systems [7,8].

Along with sulforaphane, indole compounds, in particular indole-3-carbinol and its metabolites, play an important role, participating in the regulation of hormonal balance, modulation of cell cycle signaling pathways and induction of apoptosis [9,10]. Experimental data indicate the antitumor potential of these compounds against various types of malignant neoplasms [11].

Results of modern research indicate the multifaceted pharmacological effects of broccoli, including antioxidant, anti-inflammatory, gastroprotective, cardioprotective, and immunomodulatory effects [10]. Regular consumption of cruciferous vegetables is associated with a reduced risk of developing cancer, including gastrointestinal tumors, as confirmed by epidemiological studies [13].

Despite the significant amount of accumulated scientific data, issues related to the bioavailability of broccoli's active components, the impact of technological processing methods, as well as the standardization of extracts and the evaluation of their clinical efficacy, remain insufficiently studied [14,15,16]. Therefore, further systematic study of the pharmacological properties of broccoli is a pressing issue in modern pharmacology and preventive medicine.

The aim of the study: to study the bioefficiency of a dietary supplement based on freeze-dried broccoli extract in white rats.

Method and materials of the study. The biologically active supplement "Broccoli Extract" powder 200 mg, manufactured by BIO BOST HOLD LLC, Republic of Uzbekistan, is a dietary supplement based on broccoli extract containing indole-3-carbinol and sulforaphane. The anti-inflammatory effect of drugs, in particular "Broccoli Extract" powder 200 mg, manufactured by BIO BOST HOLD LLC, Republic of Uzbekistan, consists of inhibiting inflammatory mediators and reducing vascular permeability. The mechanism of action is associated with the suppression of prostaglandin synthesis, stabilization of cell membranes, and inhibition of leukocyte migration to the site of inflammation. In this study, the anti-inflammatory effect of the drug was assessed in a "dextran edema" model in rats. A 6% dextran solution at a dose of 0.1 ml was used as an inflammation inducer. To compare the specific activity of the drugs, we selected Ibuclin 400 mg (batch: V2400533; s.y.: 02/2029 DV/X 00201/03/15) manufactured by Dr. Reddy's

Laboratories Ltd., India, and continued the experiment with both drugs. The experiment was conducted on 18 white rats of both sexes weighing 180–230 g. Normal paw volume was measured in the rats using plethysmography.

The animals were divided into 3 groups of 6 animals. The drugs were administered as follows:

1. Control group: 0.9% saline intramuscularly + 0.1 ml 6% dextran subplantarly.

2. Experimental group 1 – Broccoli extract powder, 200 mg, manufactured by BIO BOST HOLD LLC, Republic of Uzbekistan, 12 mg/kg intravenously + 0.1 ml 6% dextran subplantarly.

3. Experimental group 2 – Ibuclin 400 mg (batch: v2400533; s.g.: 02/2029 DV/X 00201/03/15) manufactured by Dr. Reddy's Laboratories Ltd., India, 12 mg/kg intravenously + 0.1 ml 6% dextran subplantarly.

The study drugs were administered intravenously first, followed by the dextran solution 1 hour later. The anti-inflammatory effect was assessed by measuring the paw volume 1, 3, and 6 hours after inflammation induction. The results were processed using the variation statistics method [17].

Research results. In animals receiving the 200 mg Broccoli Extract powder dietary supplement (BIO BOST HOLD LLC, Republic of Uzbekistan), the average increase in paw volume after 3 hours was 1.56 ml ± 0.11 ml, compared to 1.78 ml ± 0.07 ml in the control group. Similar results were obtained with Ibuclin 400 mg (batch: v2400533; s.y.: 02/2029 DV/X 00201/03/15) (Dr. Reddy's Laboratories Ltd., India) – the average increase in paw volume was 1.39 ml ± 0.11 ml.

Thus, the study of anti-inflammatory activity showed that both drugs have a protective effect on inflammation and significantly reduce swelling compared to the control (Table 1).

Table 1. The effect of drugs on the severity of paw edema in rats (M±m, n=6)

Group	Initial paw volume(ml)	Paw volume after 1 h.	Paw volume after 2 h.	Paw volume after 3 h.	Paw volume after 4 h.	Paw volume after 6 h.	Edema inhibition (%)
Control	1,01ml ±0,11	1,78ml ±0,07	1,70ml ±0,1	1,56ml± 0,11	1,46 ml ±0,15	1,24 ml л±0,08	
"Broccoli Extract"	1,05ml ±0,13	1,64ml ±0,11	1,5ml ±0,1	1,40 ml ±0,07	1,31 ml ±0,05	1,15 ml ±0,1	44%
Ibuclin	1,12ml ±0,17	1,39ml ±0,15	1,31ml ±0,09	1,25ml ±0,11	1,21 ml ±0,08	1,11ml л±0,11	76%

Conclusion. Thus, the study of the anti-inflammatory effects of the drugs revealed that:

Both drugs significantly reduced the severity of edema compared to the control group.

Ibuclin 400 mg (batch: v2400533; s.y.: 02/2029 DV/X 00201/03/15) from Dr. Reddy's Laboratories Ltd., India, demonstrated greater activity (76% effect) compared to Broccoli Extract (44% effect).

These data confirm the anti-inflammatory properties of the studied drugs. The study results suggest that further study of Broccoli Extract dietary supplements as an anti-inflammatory agent is promising.

References

1. World Health Organization et al. WHO traditional medicine strategy: 2014-2023. – World Health Organization, 2013.

2. Fakih M., Perbawati C., Monalisa. Relevance of WHO traditional medicine strategy (2014-2023) with traditional health care policy in the perspective of national law and international law //Asian Journal of Legal Studies. – 2022. – Т. 1. – №. 1. – С. 25-34.

3. EDITION S. Rang and Dale\'s Pharmacology, -HP Rang.

4. Šamec D., Salopek-Sondi B. Cruciferous (brassicaceae) vegetables //Nonvitamin and nonmineral nutritional supplements. – Academic Press, 2019. – С. 195-202.

5. Эминова Э. Р. и др. Исследование содержания фенольных соединений в экстрактах семян брокколи //Ползуновский вестник. – 2022. – №. 3. – С. 123-129.
6. Vanduchova A., Anzenbacher P., Anzenbacherova E. Isothiocyanate from broccoli, sulforaphane, and its properties //Journal of medicinal food. – 2019. – Т. 22. – №. 2. – С. 121-126.
7. Yagishita Y. et al. Broccoli or sulforaphane: is it the source or dose that matters? //Molecules. – 2019. – Т. 24. – №. 19. – С. 3593.
8. Conzatti A. et al. Clinical and molecular evidence of the consumption of broccoli, glucoraphanin and sulforaphane in humans //Nutrición hospitalaria. – 2015. – Т. 31. – №. 2. – С. 559-569.
9. Nagia M. et al. Maximizing the value of indole-3-carbinol, from its distribution in dietary sources, health effects, metabolism, extraction, and analysis in food and biofluids //Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2024. – Т. 64. – №. 23. – С. 8133-8154.
10. Prado N. J. et al. Anti-inflammatory, antioxidant, antihypertensive, and antiarrhythmic effect of indole-3-carbinol, a phytochemical derived from cruciferous vegetables //Heliyon. – 2022. – Т. 8. – №. 2.
11. Pfeifer B. L., Fahrendorf T. Indole-3-carbinol: a glucosinolate derivative from cruciferous vegetables for prevention and complementary treatment of breast cancer //Deutsche Zeitschrift für Onkologie. – 2015. – Т. 47. – С. 20-27.
12. Rychlik J. et al. Antioxidant capacity of broccoli sprouts subjected to gastrointestinal digestion //Journal of the Science of Food and Agriculture. – 2015. – Т. 95. – №. 9. – С. 1892-1902.
13. Bessler H., Djaldetti M. Broccoli and human health: Immunomodulatory effect of sulforaphane in a model of colon cancer //International journal of food sciences and nutrition. – 2018. – Т. 69. – №. 8. – С. 946-953.
14. Angelino D., Jeffery E. Glucosinolate hydrolysis and bioavailability of resulting isothiocyanates: Focus on glucoraphanin //Journal of functional foods. – 2014. – Т. 7. – С. 67-76.
15. Vermeulen M. et al. Bioavailability and kinetics of sulforaphane in humans after consumption of cooked versus raw broccoli //Journal of agricultural and food chemistry. – 2008. – Т. 56. – №. 22. – С. 10505-10509.
16. Šamec D., Urlić B., Salopek-Sondi B. Kale (Brassica oleracea var. acephala) as a superfood: Review of the scientific evidence behind the statement //Critical reviews in food science and nutrition. – 2019. – Т. 59. – №. 15. – С. 2411-2422.
17. Мушкина О. В. Неклинические методы оценки фармакологической активности растительного сырья. – 2024.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

QORA (BUNIUM PERSICUM) VA SARIQ (CARUM CARVI) ZIRA URUG'LARINING SUVDA ERUVCHAN VITAMINLAR MIQDORI

Obidjon Shaxabidinovich Abdulloyev
Andijon davlat unversiteti, Tabiiy birikmalar va oziq-ovqat kimyosi kafedrasi mudiri, dotsent, kimyo fanlari doktori (DSc), O'zbekiston Tabobat akademiyasi a'zosi
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

Nilufar Mirobid qizi Isroilova
Andijon davlat universiteti, Kimyo mutaxassisligi 2-kurs magistranti
https://orcid.org/0009-0007-5746-6871
E-mail: Nilufarisroilova9703@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.599

Kalit so'zlar: Vitamin, Qora zira(Bunium persicum, Sariq zira(Carum carvi), YuSSX, askorbin kislota, Eron qora zira, Vitamin tahlili

Annotatsiya

Ushbu maqolada qora va sariq zira (Bunium persicum va Carum carvi) urug'lari tarkibidagi suvda eruvchi vitaminlar Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) usuli yordamida aniqlanib, ularning tarkibi tahlil qilindi. Tadqiqotda 7 xil vitamin miqdori o'lchanib, ikki urug'ning vitamin profili solishtirildi. Natijada qora zira B2, B3, B6 va C vitaminlariga boyligi bilan ajralib tursa, sariq zira B1, PP va B9 vitaminlari bo'yicha ustunligi qayd etildi.

Havola uchun

Abdulloyev, O. S., & Isroilova, N. M. QORA (BUNIUM PERSICUM) VA SARIQ (CARUM CARVI) ZIRA URUG'LARINING SUVDA ERUVCHAN VITAMINLAR MIQDORI. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.599

Kirish. Carum carvi (ziravor zira) va Bunium persicum (qora zira) qadimdan oshpazlikda hamda an'anaviy tabobatda keng qo'llanib kelinadigan aromatik o'simlik turlaridir. Ularning urug'lari o'ziga xos hid va ta'mga ega bo'lib, nafaqat taomlarga mazali lazzat bag'ishlaydi, balki sog'liq uchun foydali bioaktiv moddalarga boyligi bilan ham ajralib turadi. Har ikki o'simlikning kimyoviy tarkibi efir moylari, minerallar, tolalar va turli vitaminlar bilan boy bo'lib, ularning oziqaviy va davolash xususiyatlarini belgilaydi. Ayniqsa, suvda eruvchi vitaminlar — C vitamini hamda B guruhi vitaminlari — bu urug'larning organizm uchun muhim bo'lgan metabolik jarayonlarda ishtirok etuvchi moddalar bilan ta'minlashdagi ahamiyatini yanada oshiradi. Shuning uchun Carum carvi va Bunium persicum turlarining vitamin tarkibini o'rganish nafaqat ularning biologik qiymatini baholash, balki ularni ovqatlanish va tabobatdagi qo'llanilish imkoniyatlarini aniqlashda ham muhim hisoblanadi.[18]

Suvda eruvchi vitaminlar asosan B guruhi vitaminlari va C vitaminidan iborat. Bular organizmda energiya almashinuvi, asab impulslarining uzatilishi, qon hujayralarining shakllanishi, hujayraviy nafas olish jarayonlari kabi hayot uchun muhim tadbirlarda faol qatnashadi.[1]

B guruhi vitaminlari — tiriklik jarayonining noaniq, ammo zarur ijrochilari. Ular har bir hujayraning ichki laboratoriyalarida energiya ishlab chiqaruvchi fermentlarning kalitidir.[2]

B1 vitamini (tiamin) nerv tolalari uchun elektr o'tkazuvchanlikni ta'minlaydi; u yetishmasa, odamning fikrlashi sustlashadi, mushaklar holsizlanadi.[3]

B2 vitamini (riboflavin) hujayra ichki nafas olishini boshqaruvchi fermentlarning bir qismi bo'lib, ko'zning yorqin ko'rishi va terining sog'lomligi uchun zarur.[4]

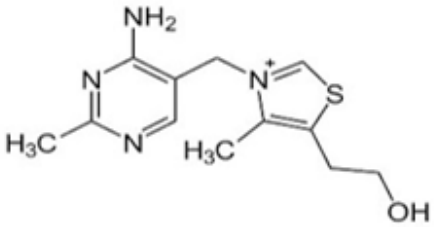
B3 (niatsin)(PP vitamini) esa qon aylanishiga hayotiy sur'at beradi, organizmda energiya aylanmasini boshqaradi, terining yangi hujayralarining hosil bo'lishi va qayta tiklanishida qatnashadi.

B6 va B12 vitaminlari qonni yangilovchi, asab tizimini mustahkamlovchi kuch sifatida tanilgan: ularsiz qizil qon tanachalari to‘laqonli shakllanmaydi, asab impulslari noto‘liq yetkaziladi.[7]

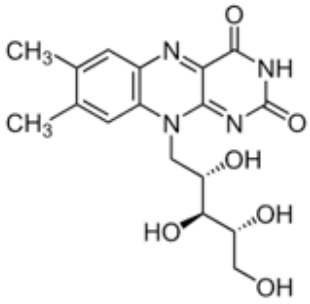
Folat (B9) esa hayotning boshlanishida — homila rivojlanish jarayonida — o‘ta zarur bo‘lgan vitamin bo‘lib, genetik axborotning to‘g‘ri nusxalanishiga yordam beradi.

Bu vitaminlarning tabiatdagi manbalari go‘yoki hayotning o‘zi tomonidan tanlangan: don mahsulotlari, go‘sht, sut, tuxum, yong‘oqlar, dukkakli o‘simliklar — barchasi inson salomatligining nozik muvozanatini ta’minlovchi tabiiy uzuklar kabi.

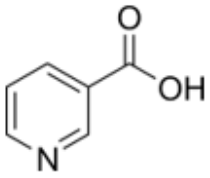
C vitamini (askorbin kislota) esa biologik jarayonlarning muvozanatini saqlovchi tirik qalqon vazifasini bajaradi. U immun tizimini mustahkamlab, tanani tashqi zararlardan himoya qiladi, kollagen sintezida ishtirok etib, teri va biriktiruvchi to‘qimalarning mustahkamligini ta’minlaydi. Shuningdek, temirning so‘rilishini yaxshilab, qonni kislorod bilan boyituvchi jarayonlarga yordam beradi. Mevalar, ayniqsa sitruslar, na’matak, qizil va yashil sabzavotlar C vitaminining boy manbalaridir. Tabiat bu vitamini inson uchun eng tetiklantiruvchi shakllarda yaratgandek tuyuladi.



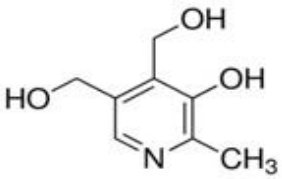
B1 vitamini (tiamin)

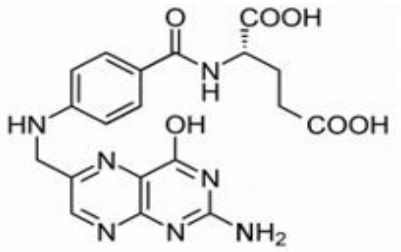


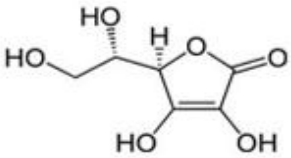
B2 vitamini (riboflavin)



B3 vitaimini (niatsin) (PP vitamini)







1-rasm. Suvda eruvchan vitaminlar

Suvda eruvchi vitaminlarning o‘ziga xos jihati — ularning beqarorligi. Issiqlikka, yorug‘likka, hatto vaqtga ham chidamsizdirlar. Ovqat pishirish jarayonida ularning katta qismi parchalanib ketadi. Shu sababli inson ularni muntazam ravishda, har kuni, tabiiy manbalar orqali olishi kerak. Bu vitaminlarning kundalik hayotdagi roli shunchalik kengki, ularning yetishmovchiligi avvalo ruhiy holatda seziladi — charchoq, lanjlik, diqqatning susayishi paydo bo‘ladi. Keyin esa jismoniy belgilar namoyon bo‘ladi: teri o‘z jilvosini yo‘qotadi, qon tarkibi o‘zgaradi, immunitet zaiflashadi.

Aynan mana shunday zarur vitaminlarning tabiiy manbalari qatorida zira (Carum carvi) va qora zira (Bunium persicum) urug‘lari alohida o‘rin tutadi. Ushbu aromatik o‘simliklar qadimdan taomlarga mazali ta’m beruvchi ziravor sifatida qo‘llanib kelgan bo‘lsada, ularning oziqaviy ahamiyati bundan ancha kengroqdir. Tadqiqotlarda Carum carvi tarkibida 17 mg C vitamini va 1,8 mg B guruhi vitaminlari, Bunium persicum tarkibida esa 14 mg C vitamini va 1,5 mg B guruhi vitaminlari aniqlangan.[16] Ba’zi klinik ma’lumotlar qoraziraning B1, B2, B3, B6 va folat kabi vitaminlar bo‘yicha yanada yuqori ko‘rsatkichlarga

ega ekanini ko‘rsatadi. Ushbu vitaminlar energiya almashinuvi, asab tizimi faoliyati va qonni yangilash jarayonlarida bevosita ishtirok etadi.[17]

Aslida suvda eruvchi vitaminlar — tiriklikni barqaror davom ettiruvchi mayda, ammo qudratli elementlar. Ular ko‘rinmaydi, lekin ularning yo‘qligi seziladi. Ular tanada qolmaydi, lekin har kuni tanaga kirib, o‘z vazifasini ado etadi. Tabiat ularga aynan shunday xususiyat bergan: hayotning har onini yangilab turuvchi kuch sifatida. Shu ma’noda zira va qora zira urug‘lari inson salomatligi uchun muhim bo‘lgan ushbu vitaminlarning tabiiy, ishonchli manbai sifatida qadrlanishi bejiz emas.

Tajriba qism

Foydalanigan reaktiv va jihozlar. Vitamin B12 “Rhydburg Pharmaceuticals” (Germaniya), C vitamini “Carl Roth GmbH” (Germaniya), B9 vitamini esa “DSM Nutritional Products GmbX” (Germaniya) kompaniyasidan olinadi. B1, B2, B3, B6 hamda PP vitaminlari Xitoyning “BLDPharm” korxonasidan ta’minlandi. Tadqiqot jarayonida HPLC darajasida tozalangan suv, asetonitril, reaktiv sifatida kimyoviy toza sirka kislota va natriy gidroksid ishlatildi.

O‘simlik namunasidagi suvda eruvchan vitaminlar miqdori Yaponiyaning Shimadzu kompaniyasiga tegishli LC-40 Nexera Lite yuqori samarali suyuqlik xromatografi yordamida aniqlab berildi. [8]

Standart eritmalarni tayyorlash. Vitamin C (CAS 50-81-7), B1 (CAS 59-43-8), B6 (CAS 58-56-0), B3 (CAS 59-67-6), B12 (CAS 68-19-9) va PP (CAS 98-92-0) vitaminlarining 100 mg/l konsentratsiyaga ega boshlang‘ich standart eritmalari har bir vitaminning 5 mg miqdorini 50 ml 0,1 N HCl eritmasida eritish orqali tayyorlandi. B2 (CAS 83-88-5) va B9 (CAS 59-30-3) vitaminlari uchun standart eritmalar esa bu vitaminlarning 5 mg miqdorini 50 ml 0,025% li natriy gidroksid eritmasida eritish yo‘li bilan tayyorlandi.

Shundan so‘ng dastlabki B1, B6, B3, B12 va PP vitamin eritmalaridan 200 mkl dan olinib aralashtirildi va har bir vitaminning konsentratsiyasi 14.286 mg/l bo‘lgan aralash standart eritma hosil qilindi. Shu asosda 7.143 mg/l, 3.571 mg/l va 1.786 mg/l konsentratsiyali ketma-ket suyultirilgan standart eritmalar tayyorlandi. Vitamin C uchun esa 286 mg/l, 143 mg/l, 71.5 mg/l va 57.2 mg/l konsentratsiyaga ega standart eritmalar tayyorlab olindi. Kalibrlash grafigini tuzishda 0 mg/l konsentratsiya nuqtasi sifatida toza suv ishlatildi.

Namuna ekstraktini tayyorlash. Tekshiriladigan namunadan 1 g miqdor olinib, 50 ml hajmli konussimon kolbaga solindi va unga 25 ml 0,1 N HCl eritmasi qo‘shildi. Aralashma GT SONIC-D3 (Xitoy) markali ultratovushli vannada 60 °C haroratda 20 daqiqa davomida ekstraksiya qilindi.

Ekstraksiya jarayonidan so‘ng aralashma sovutilib, filtrlandi va o‘lchov kolbasida suv bilan 25 ml ga yetkazildi. Tayyor ekstraktdan 1,5 ml miqdor 0,22 mkm shpritsli filtr orqali filtrlanib, vialaga solindi va analiz uchun ishlatildi.

Xromatografik sharoitlar

Vitaminlarni aniqlash. Standart eritmalar va namuna ekstrakti LC-40 Nexera Lite yuqori samarali suyuqlik xromatografi yordamida tahlil qilindi. Tizim quyidagi komponentlardan iborat edi: LC-40D nasosi, SIL-40 avtosampler, SPD-M40 foto-diod matritsali detektor (PDA) va LabSolutions ver. 6.92 dasturiy ta’minoti. Analizda Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 mm; 5 mkm, Shimadzu, Yaponiya) teskari fazali kolonkasi ishlatildi. Gradientli harakatchan faza sifatida asetonitril (A) va 0,25% sirka kislotasining suvdagi eritmasi (B) qo‘llanildi (1-jadval). In’ektsiya hajmi 10 mkl, oqim tezligi 0,6 ml/min, kolonka termostati harorati 40 °C ga belgilandi.

Har bir vitaminning analitik signali (cho‘qqi maydoni) 265, 291 va 550 nm to‘lqin uzunliklarida qayd etildi (2–3 rasmlar). Vitamin C ni aniqlash uchun 15 daqiqalik gradient ishlatildi (2-jadval), va uning analitik signali 265 nm to‘lqin uzunlikda o‘lchandi.

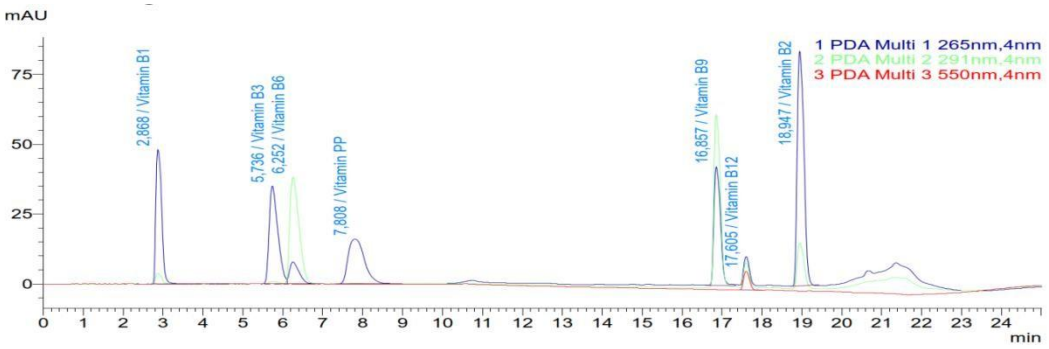
1-jadval.Vitaminlarni aniqlashda harakatchan faza gradiyent dasturi.

Vaqt, daqiqa	Atsetonitril (A), %	0,5 % li sirka kislota (B), %
0	0	100
3	0	100
14	20	80

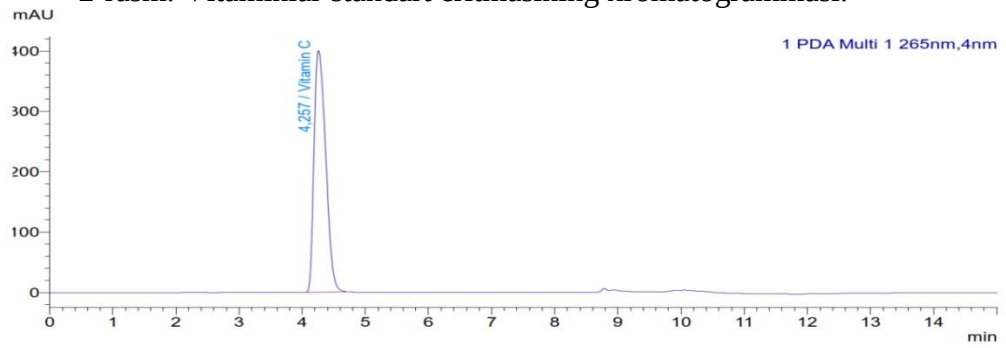
17	50	50
18	0	100
25	Tugatish	

2-jadval. Vitamin C miqdorini aniqlashda harakatchan faza gradiyent dasturi.

Vaqt, daqiqa	Atsetonitril (A), %	0,5 % li sirka kislota (B), %
0	0	100
2	0	100
6	50	50
6,01	0	100
15	Tugatish	



2-rasm. Vitaminlar standart eritmasining xromatogrammasi.



3-rasm. Vitamin C standart eritmasining xromatogrammasi.

Olingan natijalar va muhokamalar Qora va sariq zira urug‘larining ekstrakti xromatogrammalari (4–7-rasmlar) olinib, natijalar asosida 100 g urug‘ tarkibidagi vitaminlar miqdori quyidagi formula yordamida hisoblandi va 3-jadvalda keltirildi:

$$X = \frac{Cvit \cdot Vekstrakt}{mnamuna} \cdot 100\ g$$

Bu yerda:

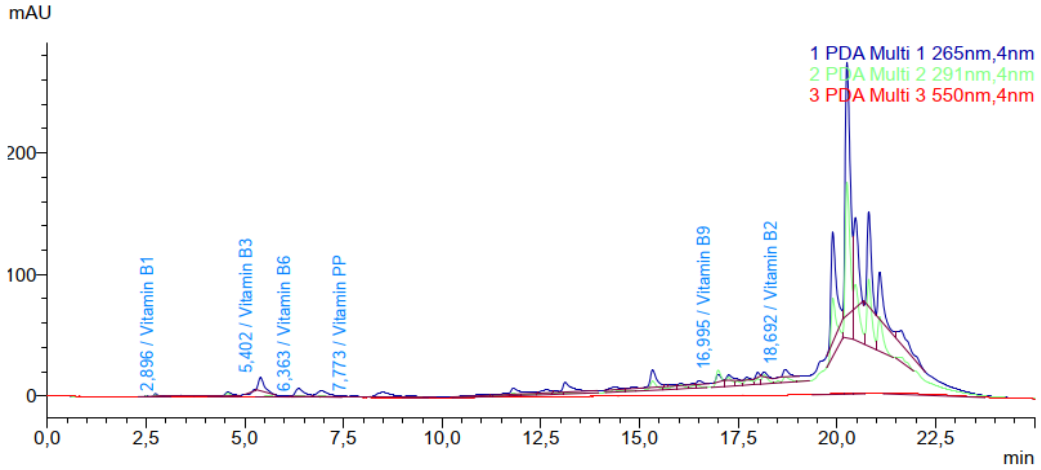
X – urug‘ tarkibidagi vitaminlarning miqdori, mg;

C_{vit}– ekstrakt tarkibidagi vitamin konsentratsiyasi, mg/l (YuSSX usuli bilan aniqlangan);

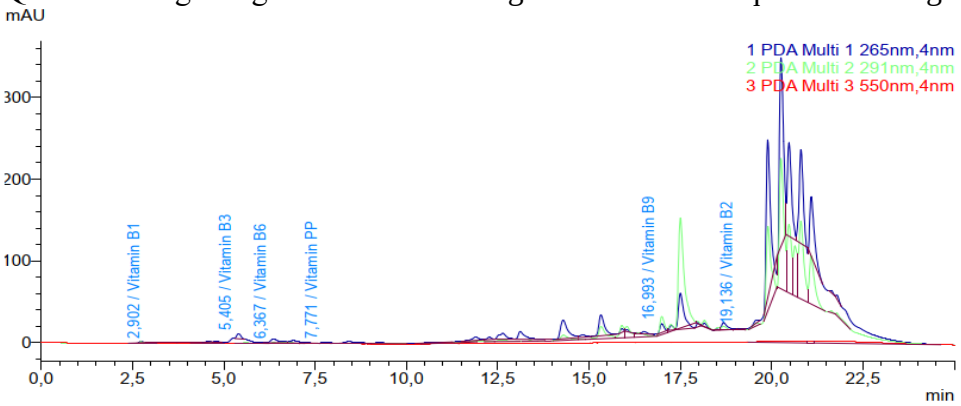
$V_{ekstrakt}$– namuna ekstraktining hajmi, l;

m_{namuna} – ekstrakt tayyorlash uchun olinadigan namuna massasi, g.

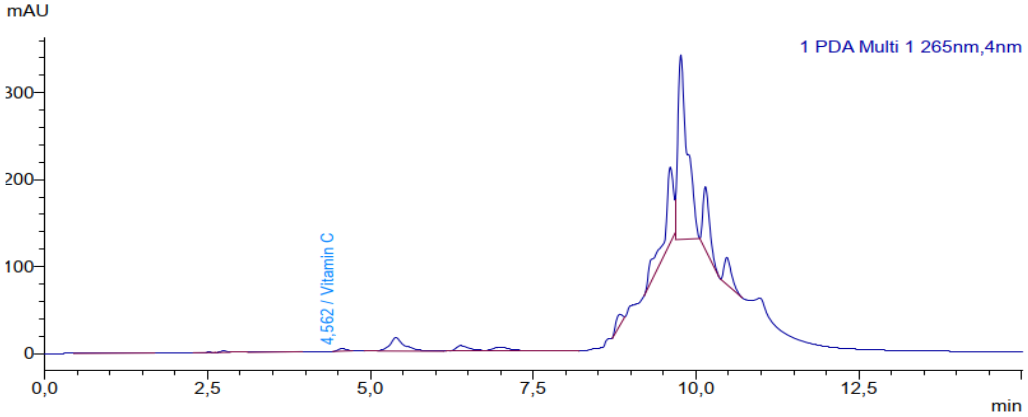
Ushbu formula yordamida ekstraktdagi vitamin konsentratsiyasi asosida urug‘ning 100 g tarkibidagi vitamin miqdori aniqlanadi, bu esa tahlil natijalarini solishtirish va qiymatlarini taqqoslash imkonini beradi.



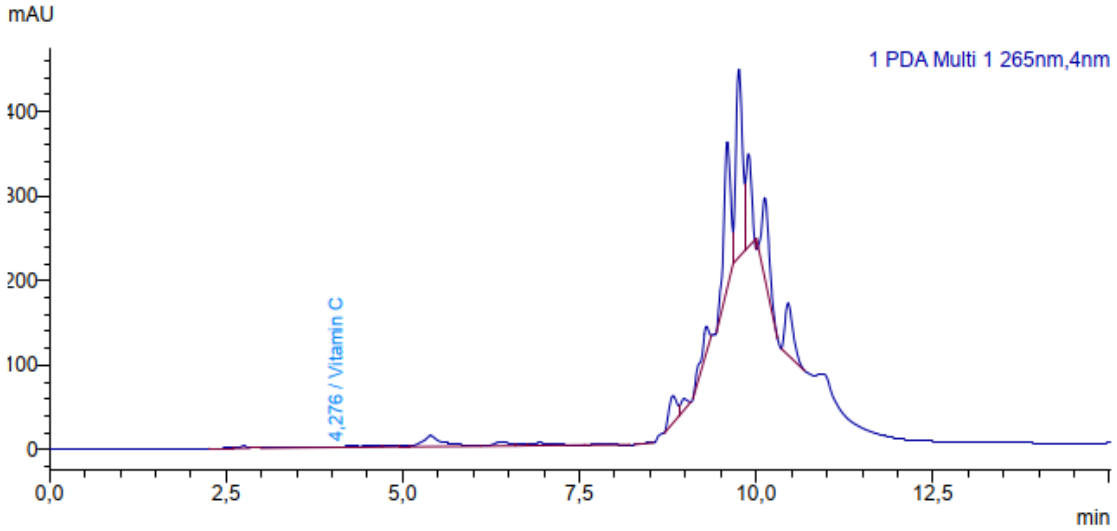
4-rasm. Qora zira urug'ining ekstrakti tarkibidagi vitaminlarni aniqlash xromatogrammasi.



5-rasm. Sariq zira urug'ining ekstrakti tarkibidagi vitaminlarni aniqlash xromatogrammasi.



6-rasm. Qora zira urug'ining ekstrakti tarkibidagi vitamin C miqdorini aniqlash xromatogrammasi.



7-rasm. Sariq zira urug'ining ekstrakti tarkibidagi vitamin C miqdorini aniqlash xromatogrammasi.

3-jadval. Qora va Sariq zira urug'ining ekstraktdagi vitaminlarning miqdori,mg/100g.

Vitamin	Qora zira urug'i	Sariq zira urug'i
	100 g namunadagi miqdor, mg	
Vitamin B_1	0,238	0,290
Vitamin B_3	7,328	3,208
Vitamin PP	0,588	1,440
Vitamin B_9	3,740	6,093
Vitamin B_2	2,883	1,008
Vitamin B_6	0,908	0,335
Vitamin B_{12}	0,000	0,000
Vitamin C	2,483	2,013

Yuqoridagilardan ko'rinib turibdiki, Qora va sariq zira urug'lari— bir qarashda bir-biriga o'xshash ko'ringan bo'lsa-da, ularning ichki tarkibida sezilarli farqlar yashiringan. Vitaminlar miqdorini solishtirganda, qora zira urug'ining tarkibidagi vitaminlarning miqdori B_3>B_9>B_2>C>B_6>PP >B_1 tartibida kamayib boradi. Sariq zira urug'ining tarkibidagi vitaminlarning miqdori esa B_9>B_3>C>PP>B_2>B_6>B_1 tartibida kamayib boradi.

Qora zira urug'i bir qator jihatlarda sezilarli ustunlik qiladi. Masalan, undagi B_3 vitamini miqdori 7,328 mg bo'lib, sariq zira urug'ining 3,208 mg ko'rsatkichidan 4,120 mg ko'proq. Xuddi shunday, qora zira urug'i B_2 vitamini bilan ham boy — 2,883 mg, sariq zira urug'ining 1,008 mg miqdoridan 1,875 mg yuqori. B_6 vitamini ham qora zirada ustunlik qiladi, farq 0,573 mgni tashkil etadi. Hatto C vitamini ham qora zira urug'ida bir oz ko'proq bo'lib, ustunlik 0,470 mg ga tengligi aniqlandi.

Biroq sariq zira urug'i ham o'ziga xos fazilatlari bilan ajralib turadi. Undagi B_1 vitamini qora zira urug'iga qaraganda 0,052 mg ko'p. PP vitamini miqdori esa yanada sezilarli farq bilan, qora zira urug'iga nisbatan 0,852 mg yuqori. Eng katta ustunliklardan biri — B_9 vitaminida. Sariq zira urug'ida u 6,093 mg bo'lib, qora zira urug'idagi 3,740 mgga nisbatan 2,353 mg ko'pligi aniqlandi.

Har ikkala urug'da ham B_{12} vitamini umuman aniqlanmadi, ya'ni bu borada ular teng.

Qora zira urug'i da miqdori ko'p bo'lgan vitamin B_3 vitamini, ya'ni niatsin yoki niatsinamid, organizm uchun zarur bo'lgan, suvda eruvchan vitaminlardan biridir. U ko'plab metabolik jarayonlarda

ishtirok etadi va energetik almashinuv, hujayralar regeneratsiyasi, asab tizimi faoliyatini qo‘llab-quvvatlashda muhim ahamiyatga ega. B_3 vitamini yallig‘lanish jarayonlari va immunitet tizimiga ta‘sir etishda ham muhim rol o‘ynaydi. B_3 vitamini yallig‘lanishga qarshi samarali ta‘sir ko‘rsatadi [5]. Niatsin va uning metabolik shakllari (niatsinamid) kuchli antioksidantlar sifatida ishlaydi. Ular hujayralarni oksidlovchi stress va erkin radikallardan himoya qiladi, bu esa yallig‘lanishni kamaytirishga yordam beradi [6].

B_3 vitamini T-hujayralar va makrofaglar kabi muhim immun hujayralarining faoliyatini kuchaytiradi. T-hujayralar infeksiyalar bilan kurashishda va organizmni himoya qilishda ishtirok etadi. Makrofaglar esa yallig‘lanishni boshqaradi va zararli patogenlarni yo‘qotishga yordam beradi [9]. Niatsin fagotsitoz deb ataladigan jarayonni rag‘batlantiradi. Fagotsitoz, ya‘ni hujayralarning zararli moddalar yoki mikroorganizmlarni iste‘mol qilish, organizmni infeksiyalardan himoya qilish uchun zarurdir [10].

Sariq zira urug‘i tarkibida miqdori yuqori bo‘lgan B9 vitamini, ya’ni folat, suvda eruvchan va organizm uchun muhim biologik jarayonlarda ishtirok etuvchi asosiy vitaminlardan biridir. Folat inson tanasida DNK sintezi, hujayralar bo‘linishi, qon yaratilishi (gematopoez) kabi hayotiy jarayonlar uchun zarur bo‘lgan modda hisoblanadi. U ayniqsa o‘sish davri, homiladorlik, to‘qimalarning tiklanishi va yangilanishi uchun alohida ahamiyatga ega [11].

B9 vitamini yallig‘lanish jarayonlariga ham ta’sir ko‘rsatadi. Folat yetarli bo‘lganda yallig‘lanish mediatorlari — masalan, interleykinlar va TNF-α — me’yorida ishlab chiqariladi, bu esa organizmda yallig‘lanishning ortiqcha kuchayib ketishining oldini oladi [12]. Folat antioksidant tizim faoliyatini qo‘llab-quvvatlab, hujayralarni oksidlovchi stressdan himoya qiladi va to‘qimalarda yallig‘lanish jarayonlarining kamayishiga yordam beradi.

B9 vitamini immun tizimi faoliyatida ham muhim o‘rin tutadi. U T-hujayralar, shuningdek leykotsitlarning yetilishi va funksional faolligini qo‘llab-quvvatlaydi. Bu hujayralar infeksiyalarga qarshi kurashish, immun javobni shakllantirish va organizmni himoya qilishda asosiy rol o‘ynaydi [13]. Folat yetishmasligi T-hujayralar sonining kamayishiga va immun javobning sustlashishiga olib kelishi mumkinligi ilmiy manbalarda qayd etilgan [14].

Bundan tashqari, folat gemopoez, ya’ni qon hujayralarining ishlab chiqarilishini qo‘llab-quvvatlaydi. U qizil qon tanachalarining to‘liq shakllanishi uchun zarur bo‘lib, organizmda kamqonlik rivojlanishining oldini olishda muhim rol o‘ynaydi. Shu sababli, sariq zira urug‘idagi B9 vitamini nafaqat umumiy sog‘lom metabolizmni, balki immun tizimi va qon aylanish tizimining barqaror ishlashini ham qo‘llab-quvvatlaydi.

Qora zira urug‘laridagi suvda eruvchan vitaminlar tarkibining geografik taqqoslanishi

Qora zira (Bunium persicum) urug‘larining suvda eruvchan vitamin tarkibi O‘zbekiston va Eron namunalarida solishtirildi (4-jadval). Natijalar ko‘rsatdiki, ikki mintaqadagi urug‘lar tarkibida vitaminlar miqdori sezilarli farq qiladi.[17]

4-jadval. O’zbekiston (Bunium persicum) qora zira va Eron (Bunium persicum) qora zira urug’ining ekstraktdagi vitaminlarning miqdori,mg/100g.

Vitamin	O‘zbekiston (Bunium persicum) qora zira (100 g) mg	Eron (Bunium persicum) qora zira (100 g) mg[17]
B1 (tiamin)	0.238	1.89 (1.66–2.13)
B2 (riboflavin)	2.883	1.82 (1.74–1.90)
B3 (niatsin)	7.328	23.81 (21.74–23.89)
B6 (piridoksin)	0.908	2.48 (2.42–2.54)
Folat (B9, DFE)	3.740	143.69 (138.29–149.09)
B12 (kobalamin)	0.000	2.41 (2.30–2.52)
PP (niatsin/B3)	0.588	—
C vitamini	2.483	—

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, Eron qora zirasida B1, B3, B6, B9 va B12 vitaminlari sezilarli darajada yuqori bo‘lib, ushbu urug‘lar energiya almashinuvi, asab tizimi faoliyati va qon hosil bo‘lishi uchun qulayroq manba hisoblanadi.[17] O‘zbek zirasida esa B2 va C vitamini yuqori bo‘lib, ular hujayra nafas olishi va immunitetni mustahkamlashga hissa qo‘shadi. C vitamini immun tizimining asosiy hujayralari oq qon hujayralari (leykotsitlar) ning ishlashini qo‘llab-quvvatlaydi. U bu hujayralarning patogenlarga qarshi kurashishini kuchaytiradi va infeksiyalarni tezroq aniqlashga yordam beradi. Ayniqsa, C vitamini fagotsitlar (patogenlarni yo‘q qilish hujayralari) va T-hujayralar faoliyatini kuchaytiradi. C vitamini interferon deb ataladigan zarur moddalarning ishlab chiqarilishiga yordam beradi. Interferonlar viruslarga qarshi immun javobni qo‘llab-quvvatlaydi va organizmni infeksiyalardan himoya qiladi. [15]. Bu farqlar urug‘larning geografik kelib chiqishi, iqlim sharoiti, tuproq xususiyatlari va yetishtirish amaliyotlariga bog‘liq bo‘lishi mumkin. Shu bilan birga, B12 vitaminining faqat Eron urug‘larida aniqlanishi qiziqarli 2natija bo‘lib, u urug‘ tarkibidagi tabiiy mikrobiologik yoki fermentativ jarayonlar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Eron va O‘zbekiston qora ziralari tarkibidagi vitamin profili farq qiladi. Ushbu natijalar urug‘larning nutrisional qiymatini baholashda va ularni dietada qo‘llashni rejalashtirishda muhim hisoblanadi.[17]

Xulosa. Ushbu maqolada qora va sariq zira urug’lari tarkibidagi 7 xil suvda eruvchi vitaminlar YuSSX usuli yordamida o‘rganildi va tahlil qilindi. Tahlil natijalari shuni ko’rsatdiki, ikki urug’ning vitamin profili bir-biridan sezilarli darajada farq qiladi.

Qora zira tarkibida B3 (niatsin), B2 (riboflavin), B6 (piridoksin) va C vitamini miqdori sariq ziraga nisbatan yuqoridir. Ayniqsa, B3 vitamini qora zira urug’ida sariq zira urug’iga nisbatan 4,120 mg ko‘pdir. B2 va B6 vitaminlari ham qora zira urug’ida sariq zira urug’iga nisbatan mos ravishda 1,875 mg va 0,573 mg yuqori. Shuningdek, qora zira urug’i C vitamini bo‘yicha ham sariq zira urug’idan 0,470 mg ko‘pdir. Ushbu vitaminlar organizmning energetik almashinuvi, asab tizimi faoliyati, hujayralar regeneratsiyasi va immunitetini qo‘llab-quvvatlashda muhim rol o‘ynaydi.

Sariq zira urug’i esa B1 (tiamin), PP (nikotin kislotasi) va B9 (folat) vitaminlari bo‘yicha ustunlik qiladi. Jumladan, B9 vitamini sariq zira urug’ida qora zira urug’iga nisbatan 2,353 mg ko‘p bo‘lib, u hujayra bo‘linishi, qon yaratilishi va DNK sintezi uchun zarurdir. Shuningdek, PP vitamini sariq zira urug’ida 0,852 mg, B1 vitamini esa 0,052 mg ko‘proq bo‘lib, metabolik jarayonlar va asab tizimi faoliyatini qo‘llab-quvvatlaydi. Har ikkala urug‘ tarkibida B12 vitamini mavjud emas.

Eron qora zira urug’i bilan solishtirilganda, O‘zbekiston qora zirasida B2 va C vitaminlari nisbatan yuqori bo‘lsa, Eron urug’ida B1, B3, B6, B9 va B12 vitaminlari sezilarli darajada ko‘p. Shu sababli, Eron urug’i energetik almashinuvi, asab tizimi faoliyati va qon hosil bo‘lishi uchun qo‘shimcha nutrisional qiymatga ega. Bu taqqoslash qora zira urug’ining geografik kelib chiqishi, iqlim va yetishtirish sharoitlari vitamin tarkibiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatadi.

Shu bilan birga, qora va sariq zira urug‘larining vitamin tarkibi farqlari ularning organizm faoliyati uchun turli foydali xususiyatlarini aks ettiradi. Qora zira urug’i asosan energiya almashinuvi va antioksidant himoya bilan bog‘liq vitaminlarga, sariq zira urug’i esa hujayra o‘sishi, qon hosil bo‘lishi va metabolizmni qo‘llab-quvvatlaydigan vitaminlarga boydir. Eron qora zirasining yuqori B vitaminlari esa ushbu urug’ni qo‘shimcha nutrisional manba sifatida qadrlashga imkon beradi.

Umuman olganda, qora va sariq zira urug’larini ratsionga qo‘shish ularning vitaminlaridan maksimal foyda olish imkonini beradi, va har biri o‘zining biologik xususiyatlari bilan bir-birini to‘ldiradi. Shu sababli, ular sog‘lom ovqatlanish va turli metabolik jarayonlarni qo‘llab-quvvatlashda samarali tabiiy manba sifatida qadrlanadi.

Adabiyotlar

1. Carpenter, Kenneth, Baigent, Margaret J.. "vitamin". Encyclopedia Britannica, 22 Nov. 2025, https://www.britannica.com/science/vitamin. Accessed 28 November 2025.

2. Amanullayevna, A. R. (2025). VITAMIN VA MIKROELEMENTLARNING YOSHGA BOG'LIQ FIZIOLOGIK AHAMIYATI VA YETISHMOVCHILIK SINDROMLARI. Tadqiqotlar, 62(4), 192-196.

3. Mrowicka, M., Mrowicki, J., Dragan, G., & Majsterek, I. (2023). The importance of thiamine (vitamin B1) in humans. Bioscience Reports, 43(10), BSR20230374.
4. Ashoori, M., & Saedisomeolia, A. (2014). Riboflavin (vitamin B2) and oxidative stress: a review. British journal of nutrition, 111(11), 1985-1991.
5. Butterworth, C.E., Jr., K.D. Hatch, H. Gore, H. Mueller, and C.L. Krumdieck. 1982. Improvement in cervical dysplasia associated with folic acid therapy in users of oral contraceptives. Am. J. Clin. Nutr. 35:73-82.
6. Cameron, E., and L. Pauling. 1979. Cancer and Vitamin C. Linus Pauling Institute of Science and Medicine, Menlo Park, Calif. 238 pp.
7. Spinneker, A., Sola, R., Lemmen, V., Castillo, M., Pietrzik, K., & González-Gross, M. (2007). Vitamin B6 status, deficiency and its consequences-an overview. Nutricion hospitalaria, 22(1), 7-24.
8. Asqarov, I. R., Abdullayev, S. S. o'g'li, Mamatqulova, S. A., Abdulloyev, O. S., & Abdulloyev, S. X. (2024). SUVDA ERUVCHAN VITAMINLAR MIQDORINI YUSSX USULIDA ANIQLASH METODIKASINI ISHLAB CHIQISH (CHILONJIYDA MISOLIDA). Farg'ona Davlat Universiteti, 30(5), 61.
9. NatureServe (December 6, 2024). "Maclura pomifera NatureServe Explorer". NatureServe Explorer. Arlington, Virginia. Retrieved December 23, 2024.
10. "Maclura pomifera (Raf.) C.K.Schneid". Plants of the World Online. Royal Botanic Gardens, Kew. Retrieved April 5, 2025.
11. Mironenko, A., & Eliseeva, T. (2019). Vitamin B9–description, benefits, effects on the body and best sources. Journal of Healthy Nutrition and Dietetics, 4(10), 88-100.
12. Ducker, G. S., & Rabinowitz, J. D. (2017). One-carbon metabolism in health and disease. Cell metabolism, 25(1), 27-42.
13. Bjørklund, G., Peana, M., Dadar, M., Lozynska, I., Chirumbolo, S., Lysiuk, R., ... & Severin, B. (2022). The role of B vitamins in stroke prevention. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62(20), 5462-5475.
14. Gomes, S., Lopes, C., & Pinto, E. (2016). Folate and folic acid in the periconceptional period: recommendations from official health organizations in thirty-six countries worldwide and WHO. Public health nutrition, 19(1), 176-189.
15. Vargas, W.G. Illustrated Guide to the Plants of the Quindío Mountains and the Central Andes, 1st ed.; Publishing University of Caldas: Manizales, Colombia, 2002.
16. Hafeez, A., Iqbal, S., Sikandar, A., Din, S., Khan, I., Ashraf, S., ... & Laudadio, V. (2021). Feeding of phytobiotics and exogenous protease in broilers: comparative effect on nutrient digestibility, bone strength and gut morphology. Agriculture, 11(3), 228.
17. Jafari-Maskouni, S., Shahraki, M., Daneshi-Maskooni, M., Dashipour, A., Shamsi-Goushki, A., & Mortazavi, Z. (2020). Metabolic and clinical responses to Bunium Persicum (black caraway) supplementation in overweight and obese patients with type 2 diabetes: a double-blind, randomized placebo-controlled clinical trial. Nutrition & Metabolism, 17(1), 74.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

КОЛИЧЕСТВО ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В СЕМЕНАХ ЧЕРНОЙ (BUNIUM PERSICUM) И ЖЕЛТОЙ (CARUM CARVI) ЗИРЫ

Обиджон Шахабидинович Абдуллоев
Андижанский государственный университет, Заведуещий кафедрой "Химия природных соединений и пищевых продуктов", доцент, доктор химических наук (DSc), член Академии Табобат Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

Нилуфар Миробид кизи Исроилова
Андижанский государственный университет, магистрант 2-ого курса, кафедра химия
https://orcid.org/0009-0007-5746-6871
E-mail: Nilufarisroilova9703@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.599

Ключевые слова: Витамины, чёрная зира (Bunium persicum), жёлтая зира (Carum carvi), ВЭЖХ, аскорбиновая кислота, иранская чёрная зира, анализ витаминов

Аннотация

В данной статье водорастворимые витамины в семенах черной и желтой зиры (Bunium persicum и Carum carvi) были определены методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и проведён их анализ. В ходе исследования было измерено содержание 7 видов витаминов и сопоставлен витаминный профиль двух семян. В результате установлено, что семена черной зиры богаты витаминами B2, B3, B6 и C, тогда как семена желтой зиры превосходят по содержанию витаминов B1, PP и B9.

Как цитировать

Абдуллоев, О. Ш., & Исроилова, Н. М. КОЛИЧЕСТВО ВОДОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ В СЕМЕНАХ ЧЕРНОЙ (BUNIUM PERSICUM) И ЖЕЛТОЙ (CARUM CARVI) ЗИРЫ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.599

Введение. Carum carvi (зира обыкновенная) и Bunium persicum (чёрная зира) — ароматические растения, которые с древних времён широко используются как в кулинарии, так и в традиционной медицине. Их семена обладают характерным ароматом и вкусом, придавая блюдам особую пряность, а также отличаются высоким содержанием полезных биологически активных веществ. Химический состав обоих растений богат эфирными маслами, минералами, пищевыми волокнами и различными витаминами, что определяет их пищевые и лечебные свойства. Особенно важны водорастворимые витамины — витамин С и витамины группы В, которые играют значительную роль в обеспечении организма веществами, участвующими в важных метаболических процессах. Поэтому изучение витаминного состава видов Carum carvi и Bunium persicum имеет большое значение не только для оценки их биологической ценности, но и для определения возможностей их применения в питании и медицине. [18]

Водорастворимые витамины в основном включают витамины группы В и витамин С. Они активно участвуют в жизненно важных процессах организма, таких как энергетический обмен, передача нервных импульсов, образование кровяных клеток и клеточное дыхание. [1]

Витамины группы В — это незаметные, но крайне важные участники жизненных процессов. Они являются ключевыми компонентами ферментов, обеспечивающих выработку энергии в каждой клетке организма. [2]

Витамин B1 (тиамин) обеспечивает электрическую проводимость нервных волокон; при его недостатке замедляется мышление и ослабевают мышцы. [3]

Витамин B2 (рибофлавин) входит в состав ферментов, регулирующих клеточное дыхание, и необходим для хорошего зрения и здоровья кожи. [4]

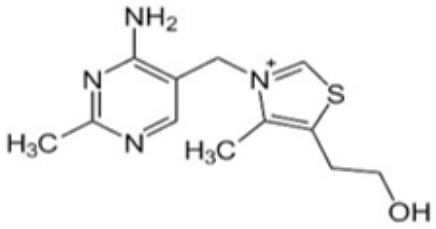
Витамин B3 (ниацин), или витамин PP, поддерживает нормальное кровообращение, регулирует энергетический обмен и участвует в образовании и восстановлении новых клеток кожи.

Витамины B6 и B12 известны как важные факторы обновления крови и укрепления нервной системы: без них полноценное образование эритроцитов невозможно, а передача нервных импульсов нарушается. [7]

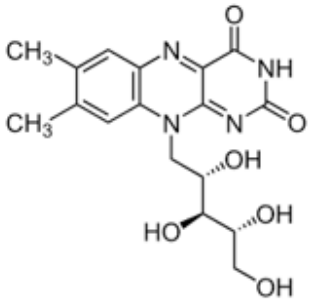
Фолат (витамин B9) особенно необходим на ранних этапах жизни — в период развития плода, поскольку способствует правильному копированию генетической информации.

Источники этих витаминов в природе словно выбраны самой жизнью: зерновые продукты, мясо, молоко, яйца, орехи и бобовые — все они подобны природным звеньям, поддерживающим хрупкое равновесие здоровья человека.

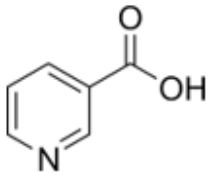
Витамин C (аскорбиновая кислота) выполняет роль живого щита, поддерживающего баланс биологических процессов. Он укрепляет иммунную систему, защищая организм от внешних воздействий, участвует в синтезе коллагена, обеспечивая прочность кожи и соединительных тканей. Кроме того, он улучшает усвоение железа и способствует процессам, обогащающим кровь кислородом. Богатыми источниками витамина C являются фрукты, особенно цитрусовые, шиповник, а также красные и зелёные овощи. Кажется, что природа создала этот витамин в самых освежающих и полезных для человека формах.



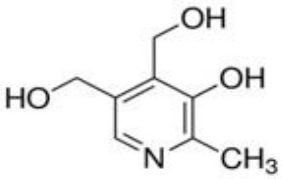
Витамин B1 (тиамин)

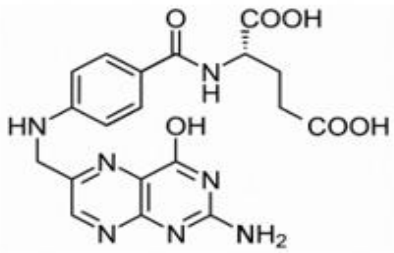


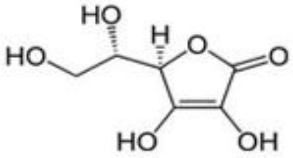
Витамин B2 (рибофлавин)



Витамин B3 (ниацин), PP







Витамины B6 и B12 Фолат (витамин B9) Витамин C (аскорбиновая кислота)

Рис. 1. Водорастворимые витамины

Особенность водорастворимых витаминов заключается в их нестабильности. Они чувствительны к теплу, свету и даже времени. Во время приготовления пищи большая часть витаминов разрушается. Поэтому человек должен получать их регулярно, ежедневно, из естественных источников. Роль этих витаминов в повседневной жизни настолько велика, что их дефицит сначала проявляется в психическом состоянии — появляется усталость, вялость, ухудшается внимание. Затем появляются физические признаки: кожа теряет сияние, изменяется состав крови, ослабевает иммунитет.

Среди природных источников таких необходимых витаминов особое место занимают семена зиры (Carum carvi) и черной зиры (Bunium persicum). Эти ароматические растения с древности использовались как пряности для придания блюдам вкуса, но их пищевая ценность гораздо шире. Исследования показали, что в составе Carum carvi содержится 17 мг витамина C и 1,8 мг витаминов группы B, а в составе Bunium persicum — 14 мг витамина C и 1,5 мг витаминов группы B. [16] Некоторые клинические данные свидетельствуют о том, что черная зира имеет более высокие показатели по витаминам B1, B2, B3, B6 и фолату. Эти витамины участвуют в обмене энергии, работе нервной системы и обновлении крови. [17]

Фактически водорастворимые витамины — это небольшие, но мощные элементы, поддерживающие жизнедеятельность. Их не видно, но ощущается их отсутствие. Они не задерживаются в организме, но ежедневно поступают и выполняют свою функцию. Природа наделила их именно такой особенностью: быть силой, обновляющей каждый момент жизни. В этом смысле семена зиры и черной зиры ценятся как природный и надежный источник этих витаминов, важных для здоровья человека.

Экспериментальная часть

Использованные реактивы и оборудование. Витамин B12 был получен от «Rhydburg Pharmaceuticals» (Германия), витамин C — от «Carl Roth GmbH» (Германия), витамин B9 — от «DSM Nutritional Products GmbH» (Германия). Витамины B1, B2, B3, B6 и PP были поставлены компанией «BLDPharm» (Китай). В ходе исследования использовалась вода высокой чистоты HPLC, ацетонитрил, а в качестве реактивов — химически чистая уксусная кислота и гидроксид натрия.

Количество водорастворимых витаминов в образцах растений определяли с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (HPLC) LC-40 Nexera Lite японской компании Shimadzu. [8]

Приготовление стандартных растворов. Стандартные растворы витаминов C (CAS 50-81-7), B1 (CAS 59-43-8), B6 (CAS 58-56-0), B3 (CAS 59-67-6), B12 (CAS 68-19-9) и PP (CAS 98-92-0) с концентрацией 100 мг/л готовили путем растворения 5 мг каждого витамина в 50 мл раствора 0,1 N HCl. Для витаминов B2 (CAS 83-88-5) и B9 (CAS 59-30-3) стандартные растворы готовили, растворяя 5 мг витамина в 50 мл 0,025% раствора гидроксида натрия.

Затем из исходных растворов витаминов B1, B6, B3, B12 и PP брали по 200 мкл и смешивали, чтобы получить смешанный стандартный раствор с концентрацией 14,286 мг/л для каждого витамина. На его основе готовили последовательные разбавления с концентрациями 7,143 мг/л, 3,571 мг/л и 1,786 мг/л. Для витамина C готовили стандартные растворы с концентрациями 286 мг/л, 143 мг/л, 71,5 мг/л и 57,2 мг/л. Для построения калибровочного графика в качестве точки 0 мг/л использовали чистую воду.

Приготовление экстракта образца. Из образца брали 1 г и помещали в коническую колбу объемом 50 мл, добавляли 25 мл раствора 0,1 N HCl. Смесь подвергали ультразвуковой экстракции при 60 °C в течение 20 минут в ультразвуковой ванне GT SONIC-D3 (Китай). После экстракции смесь охлаждали, фильтровали и доводили объем до 25 мл водой. Из готового экстракта брали 1,5 мл, фильтровали через шприцевой фильтр 0,22 мкм и помещали в вилку для анализа.

Хроматографические условия.Стандартные растворы и экстракт образца анализировали с помощью HPLC LC-40 Nexera Lite. Система состояла из насоса LC-40D, автосемплера SIL-40, фотодиодного матричного детектора SPD-M40 (PDA) и программного обеспечения LabSolutions ver. 6.92. Использовалась обратная фазовая колонка Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 мм; 5 мкм, Shimadzu, Япония). В качестве градиентной подвижной фазы использовались ацетонитрил (A) и водный раствор 0,25% уксусной кислоты (B) (см. Таблица 1). Объем инъекции — 10 мкл, скорость потока — 0,6 мл/мин, температура термостата колонки — 40 °C.

Аналитический сигнал каждого витамина (площадь пика) регистрировали на длинах волн 265, 291 и 550 нм (см. Рисунки 2–3). Для витамина С использовали 15-минутный градиент (Таблица 2), аналитический сигнал измеряли при 265 нм.

Таблица 1. Градиентная программа подвижной фазы при определении витаминов.

Время, минута	Ацетонитрил (А), %	0,5 % раствор уксусной кислоты (В), %
0	0	100
3	0	100
14	20	80
17	50	50
18	0	100
25	Завершение	

Таблица 2. Градиентная программа подвижной фазы при определении содержания витамина С

Время, минута	Ацетонитрил (А), %	0,5 % раствор уксусной кислоты (В), %
0	0	100
2	0	100
6	50	50
6,01	0	100
15	Завершение	

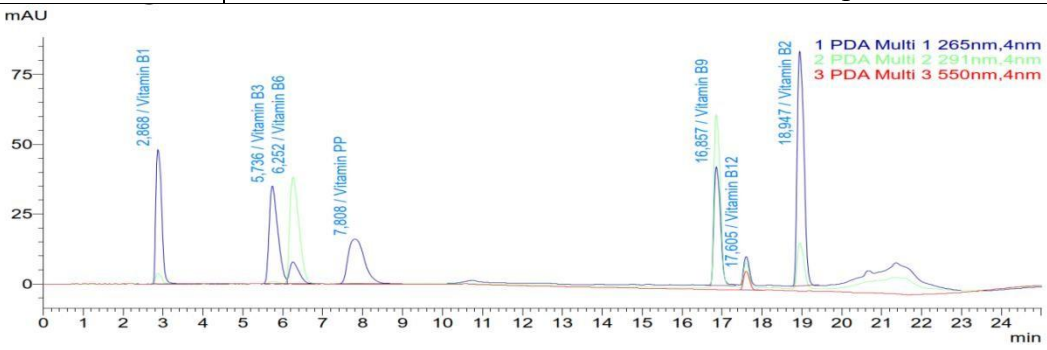


Рис. 2. Хроматограмма стандартного раствора витаминов

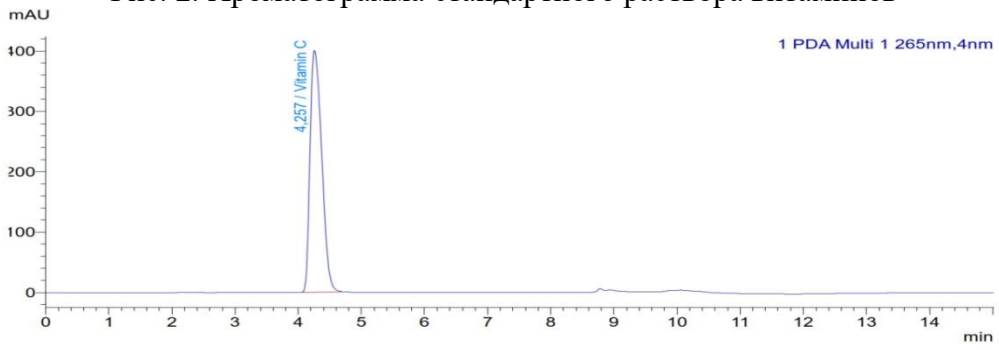


Рис.3. Хроматограмма стандартного раствора витамина С

Полученные результаты и обсуждение. Были получены хроматограммы экстрактов семян черной и желтой зиры (рисунки 4–7), и на основе этих данных содержание витаминов в 100 г семян было рассчитано по следующей формуле и представлено в таблице 3:

$$X = \frac{C_{\text{vit}} \cdot V_{\text{экстракт}}}{m_{\text{образца}}} \cdot 100\,\text{г}$$

Где:

X — содержание витаминов в семенах, мг;

$\mathbf{C_{vit}}$ — концентрация витамина в экстракте, мг/л (определена методом ВЭЖХ);

$\mathbf{V_{экстракт}}$ — объем экстракта, л;

$\mathbf{m_{образца}}$ — масса образца, взятого для приготовления экстракта, г.

С помощью этой формулы на основе концентрации витаминов в экстракте рассчитывается содержание витаминов в 100 г семян, что позволяет сравнивать результаты анализа и сопоставлять их значения.

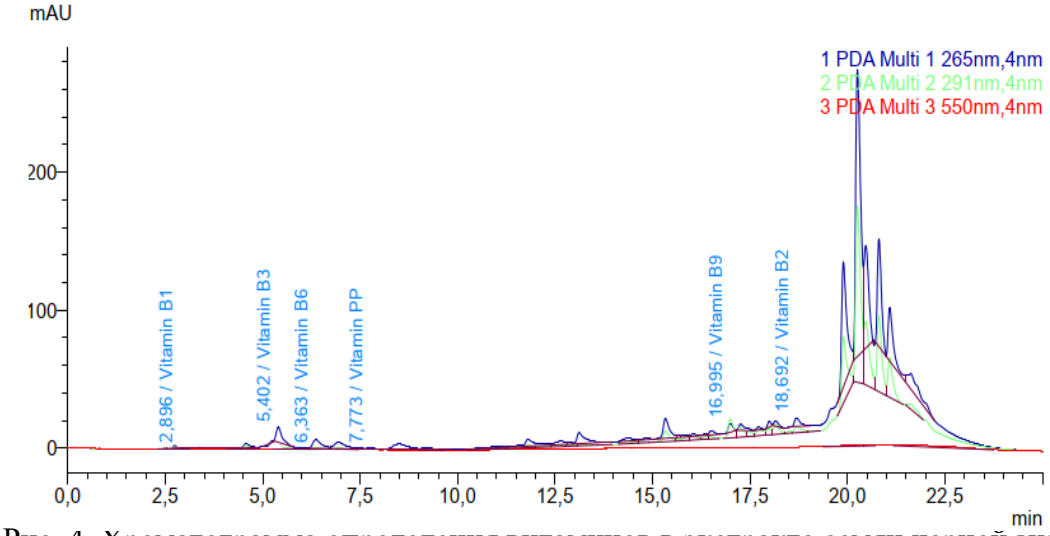


Рис. 4. Хроматограмма определения витаминов в экстракте семян черной зиры

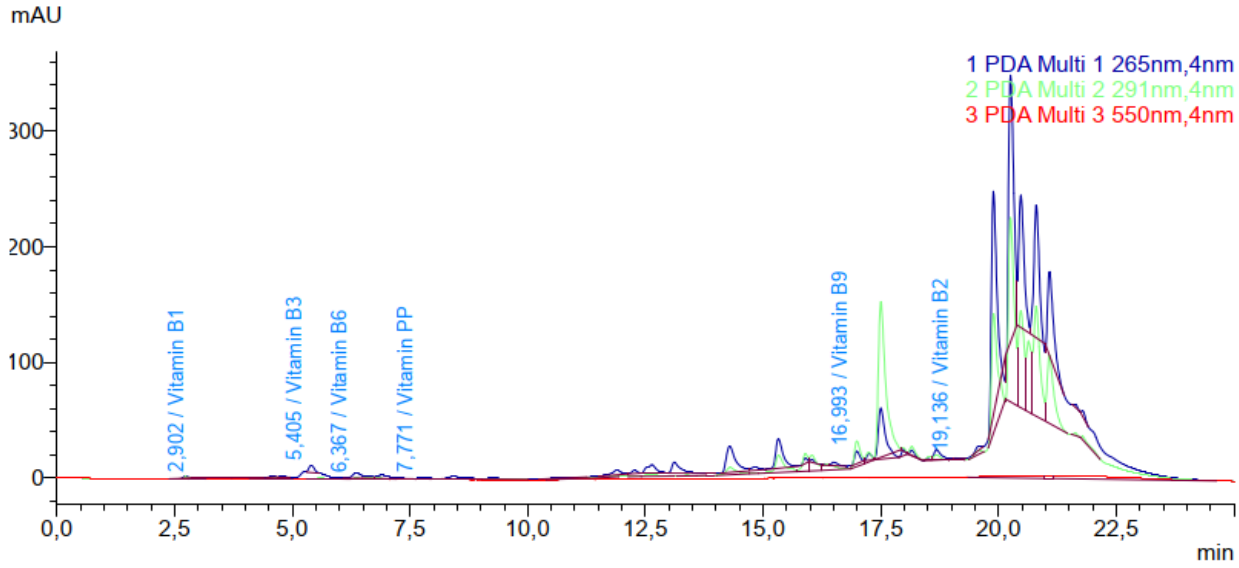


Рис. 5. Хроматограмма определения витаминов в экстракте семян желтой зиры

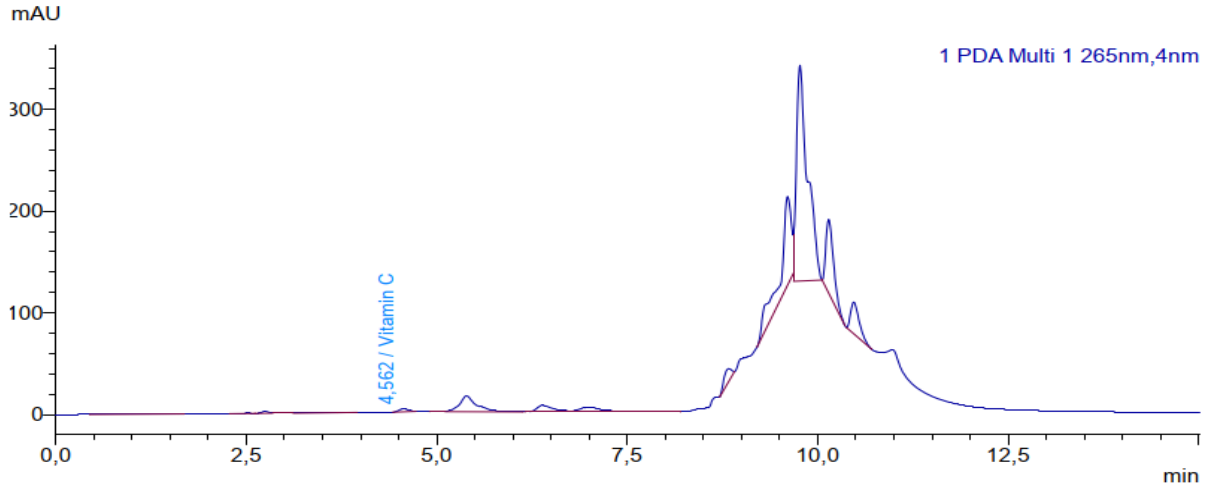


Рис. 6. Хроматограмма определения содержания витамина С в экстракте семян черной зиры

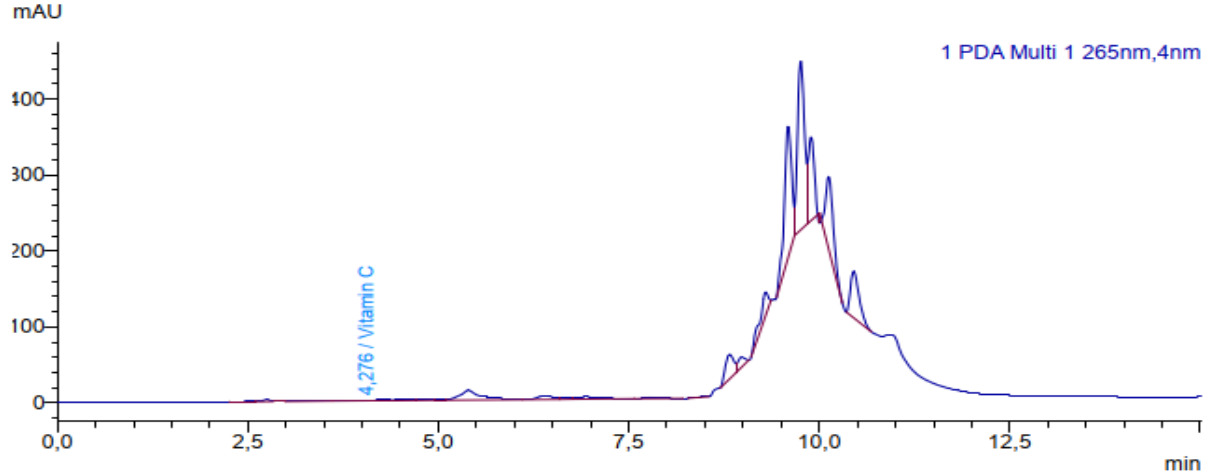


Рис. 7. Хроматограмма определения содержания витамина С в экстракте семян желтой зиры

Таблица 3. Содержание витаминов в экстрактах семян черной и желтой зиры, мг/100 г

Витамин	Семена черной зиры	Семена обыкновенной зиры
	Количество в 100 г образца, мг	
Витамин B_1	0,238	0,290
Витамин B_3	7,328	3,208
Витамин PP	0,588	1,440
Витамин B_9	3,740	6,093
Витамин B_2	2,883	1,008
Витамин B_6	0,908	0,335
Витамин B_{12}	0,000	0,000
Витамин С	2,483	2,013

Из приведенного выше видно, что семена черной и желтой зиры — хотя на первый взгляд кажутся похожими — имеют существенные различия во внутреннем составе. При сравнении содержания витаминов у семян черной зиры их количество убывает в следующем порядке: B3 > B9 > B2 > C > B6 > PP > B1. Для семян желтой зиры содержание витаминов убывает в порядке: B9 > B3 > C > PP > B2 > B6 > B1.

Семена черной зиры заметно превосходят по ряду показателей. Например, содержание витамина B3 в них составляет 7,328 мг, что на 4,120 мг больше, чем у семян желтой зиры (3,208 мг).

Аналогично, семена черной зиры богаты витамином B2 — 2,883 мг, что на 1,875 мг больше, чем у семян желтой зиры (1,008 мг). Витамин B6 также преобладает в черной зире, разница составляет 0,573 мг. Даже витамин C содержится в черной зире немного больше, с преимуществом в 0,470 мг.

Однако семена желтой зиры также выделяются своими особенностями. Содержание витамина B1 в них на 0,052 мг больше, чем в семенах черной зиры. Количество витамина PP отличается ещё заметнее — на 0,852 мг выше по сравнению с черной зирой. Одним из самых значительных преимуществ является витамин B9: в семенах желтой зиры его содержание составляет 6,093 мг, что на 2,353 мг больше, чем в семенах черной зиры (3,740 мг). В обоих семенах витамин B12 полностью не определялся, то есть по этому показателю они равны.

В семен2ах черной зиры наиболее высоким является содержание витамина B3, то есть ниацина или ниацинамида — одного из необходимых для организма водорастворимых витаминов. Он участвует во многих метаболических процессах и имеет важное значение для энергетического обмена, регенерации клеток и поддержки работы нервной системы. Витамин B3 также играет важную роль в процессах воспаления и функционировании иммунной системы. Он оказывает эффективное противовоспалительное действие [5].

Ниацин и его метаболические формы (ниацинамид) действуют как мощные антиоксиданты. Они защищают клетки от окислительного стресса и свободных радикалов, что способствует снижению воспаления [6].

Витамин B3 усиливает активность ключевых иммунных клеток, таких как Т-лимфоциты и м8акрофаги. Т-лимфоциты участвуют в борьбе с инфекциями и защите 2организма, а макрофаги контролируют воспаление и помогают уничтожать вредоносные патогены [9]. Ниацин стимулирует процесс, называемый фагоцитозом — поглощение клетками вредных веществ или микроорганизмов, необходимое для защиты организма от инфекций [10].

В семенах желтой зиры высоким является содержание витамина B9, то есть фолата — водорастворимого витамина, который участвует в важных биологических процессах организма. Фолат необходим для жизненно важных процессов, таких как синтез ДНК, деление клеток и кроветворение (гематопоэз). Он особенно важен в период роста, при беременности, а также для восстановления и обновления тканей [11].

Витамин B9 также влияет на воспалительные процессы. При достаточном содержании фолата медиаторы воспаления, такие как интерлейкины и TNF-α, вырабатываются в норме, что предотвращает чрезмерное усиление воспаления в организме [12]. Фолат поддерживает работу антиоксидантной системы, защищает клетки от окислительного стресса и способствует снижению воспалительных процессов в тканях.

Витамин B9 играет важную роль и в функционировании иммунной системы. Он поддерживает созревание и функциональную активность Т-лимфоцитов, а также лейкоцитов. Эти клетки являются ключевыми в борьбе с инфекциями, формировании иммунного ответа и защите организма [13]. Научные источники отмечают, что дефицит фолата может приводить к уменьшению числа Т-лимфоцитов и ослаблению иммунного ответа [14].

Кроме того, фолат поддерживает гематопоэз — процесс образования кровяных клеток. Он необходим для полноценного формирования эритроцитов и играет важную роль в предотвращении развития анемии. Поэтому витамин B9 в семенах желтой зиры способствует не только поддержанию общего здорового метаболизма, но и стабильной работе иммунной системы и системы кровообращения.

Географическое сравнение содержания водорастворимых витаминов в семенах черной зиры

Содержание водорастворимых витаминов в семенах черной зиры (Bunium persicum) было сравнено между образцами из Узбекистана и Ирана (Таблица 4). Результаты показали, что количество витаминов в семенах из двух регионов значительно различается [17].

Таблица 4. Содержание витаминов в экстрактах семян черной зиры Bunium persicum из Узбекистана и Ирана, мг/100 г

Витамин	Черная зира Bunium persicum из Узбекистана (100 г), мг	Черная зира Bunium persicum из Ирана (100 г), мг [17]
B1 (тиамин)	0.238	1.89 (1.66–2.13)
B2 (рибофлавин)	2.883	1.82 (1.74–1.90)
B3 (ниацин)	7.328	23.81 (21.74–23.89)
B6 (пиридоксин)	0.908	2.48 (2.42–2.54)
Фолат (B9, DFE)	3.740	143.69 (138.29 149.09)
2B12 (кобаламин)	0.000	2.41 (2.30–2.52)
PP (ниацин/B3)	0.588	—
Витамин C	2.483	—

Результаты показывают, что в семенах черной зиры из Ирана содержание витаминов B1, B3, B6, B9 и B12 значительно выше, и эти семена являются более удобным источником для обеспечения энергетического обмена, работы нервной системы и кроветворения [17]. В семенах узбекской зиры, напротив, выше содержание витаминов B2 и C, которые способствуют клеточному дыханию и укреплению иммунитета. Витамин C поддерживает работу основных клеток иммунной системы — лейкоцитов. Он усиливает их способность бороться с патогенами и способствует более быстрой детекции инфекций. Особенно витамин C активирует деятельность фагоцитов (клеток, уничтожающих патогены) и Т-лимфоцитов. Витамин C способствует синтезу необходимых веществ, называемых интерферонами. Интерфероны поддерживают иммунный ответ против вирусов и защищают организм от инфекций [15]. Эти различия могут быть обусловлены географическим происхождением семян, климатическими условиями, особенностями почвы и методами выращивания. При этом факт обнаружения витамина B12 только в иранских семенах представляет интересный результат и может быть связан с естественными микробиологическими или ферментативными процессами в семенах. Профиль витаминов в семенах черной зиры из Ирана и Узбекистана отличается. Эти данные имеют2 важное значение при оценке питательной ценности семян и планировании их использования в рационе [17].

Вывод. В данной статье изучено и проанализировано содержание 7 водорастворимых витаминов в семенах черной и желтой зиры методом ВЭЖХ. Результаты анализа показали, что витаминный профиль двух видов семян значительно различается. В семенах черной зиры выше содержание витаминов B3 (ниацин), B2 (рибофлавин), B6 (пиридоксин) и C по сравнению с желтой зирой. В частности, витамин B3 в семенах черной зиры превышает его содержание в семенах желтой зиры на 4,120 мг. Витамины B2 и B6 также выше на 1,875 мг и 0,573 мг соответственно. Кроме того, содержание витамина C в черной зире на 0,470 мг больше, чем в желтой зире. Эти витамины играют важную роль в энергетическом обмене, функционировании нервной системы, регенерации клеток и поддержке иммунитета. Семена желтой зиры, в свою очередь, преобладают по содержанию витаминов B1 (тиамин), PP (никотиновая кислота) и B9 (фолат). Так, витамин B9 в желтой зире превышает его содержание в черной зире на 2,353 мг и необходим для деления клеток, кроветворения и синтеза ДНК. Витамин PP в семенах желтой зиры выше на 0,852 мг, а B1 — на 0,052 мг, поддерживая метаболические процессы и работу нервной системы. В обоих видах семян витамин B12 отсутствует. Сравнение с семенами черной зиры из Ирана показало, что в узбекских семенах черной зиры выше содержание витаминов B2 и C, тогда как в иранских семенах значительно больше витаминов B1, B3, B6, B9 и B12. Поэтому семена из Ирана представляют собой дополнительный нутриционный источник для энергетического обмена, работы нервной системы и кроветворения. Это сравнение демонстрирует значительное влияние географического происхождения, климата и условий выращивания на витаминный состав черной зиры. Кроме того, различия в составе витаминов черной и желтой зиры отражают их различные полезные свойства для организма. Семена черной зиры богаты витаминами, связанными с энергетическим обменом и

антиоксидантной защитой, тогда как семена желтой зиры содержат витамины, поддерживающие рост клеток, кроветворение и метаболизм. Высокое содержание витаминов группы В в иранской черной зире делает эти семена ценным дополнительным нутриционным источником. В целом, включение семян черной и желтой зиры в рацион позволяет максимально использовать их витаминный потенциал, а их биологические свойства взаимодополняют друг друга. Поэтому они ценятся как эффективный природный источник для здорового питания и поддержки различных метаболических процессов.

Литературы

1. Carpenter, Kenneth, Baigent, Margaret J.. "vitamin". Encyclopedia Britannica, 22 Nov. 2025, https://www.britannica.com/science/vitamin. Accessed 28 November 2025.
2. Amanullayevna, A. R. (2025). VITAMIN VA MIKROELEMENTLARNING YOSHGA BOG'LIQ FIZIOLOGIK AHAMIYATI VA YETISHMOVCHILIK SINDROMLARI. Tadqiqotlar, 62(4), 192-196.
3. Mrowicka, M., Mrowicki, J., Dragan, G., & Majsterek, I. (2023). The importance of thiamine (vitamin B1) in humans. Bioscience Reports, 43(10), BSR20230374.
4. Ashoori, M., & Saedisomeolia, A. (2014). Riboflavin (vitamin B2) and oxidative stress: a review. British journal of nutrition, 111(11), 1985-1991.
5. Butterworth, C.E., Jr., K.D. Hatch, H. Gore, H. Mueller, and C.L. Krumdieck. 1982. Improvement in cervical dysplasia associated with folic acid therapy in users of oral contraceptives. Am. J. Clin. Nutr. 35:73-82.
6. Cameron, E., and L. Pauling. 1979. Cancer and Vitamin C. Linus Pauling Institute of Science and Medicine, Menlo Park, Calif. 238 pp.
7. Spinneker, A., Sola, R., Lemmen, V., Castillo, M., Pietrzik, K., & González-Gross, M. (2007). Vitamin B6 status, deficiency and its consequences-an overview. Nutricion hospitalaria, 22(1), 7-24.
8. Asqarov, I. R., Abdullayev, S. S. o'g'li, Mamatqulova, S. A., Abdulloyev, O. S., & Abdulloyev, S. X. (2024). SUVDA ERUVCHAN VITAMINLAR MIQDORINI YUSSX USULIDA ANIQLASH METODIKASINI ISHLAB CHIQISH (CHILONJIYDA MISOLIDA). Farg'ona Davlat Universiteti, 30(5), 61.
9. NatureServe (December 6, 2024). "Maclura pomifera NatureServe Explorer". NatureServe Explorer. Arlington, Virginia. Retrieved December 23, 2024.
10. "Maclura pomifera (Raf.) C.K.Schneid". Plants of the World Online. Royal Botanic Gardens, Kew. Retrieved April 5, 2025.
11. Mironenko, A., & Eliseeva, T. (2019). Vitamin B9–description, benefits, effects on the body and best sources. Journal of Healthy Nutrition and Dietetics, 4(10), 88-100.
12. Ducker, G. S., & Rabinowitz, J. D. (2017). One-carbon metabolism in health and disease. Cell metabolism, 25(1), 27-42.
13. Bjørklund, G., Peana, M., Dadar, M., Lozynska, I., Chirumbolo, S., Lysiuk, R., ... & Severin, B. (2022). The role of B vitamins in stroke prevention. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62(20), 5462-5475.
14. Gomes, S., Lopes, C., & Pinto, E. (2016). Folate and folic acid in the periconceptional period: recommendations from official health organizations in thirty-six countries worldwide and WHO. Public health nutrition, 19(1), 176-189.
15. Vargas, W.G. Illustrated Guide to the Plants of the Quindío Mountains and the Central Andes, 1st ed.; Publishing University of Caldas: Manizales, Colombia, 2002.
16. Hafeez, A., Iqbal, S., Sikandar, A., Din, S., Khan, I., Ashraf, S., ... & Laudadio, V. (2021). Feeding of phytobiotics and exogenous protease in broilers: comparative effect on nutrient digestibility, bone strength and gut morphology. Agriculture, 11(3), 228.
17. Jafari-Maskouni, S., Shahraki, M., Daneshi-Maskooni, M., Dashipour, A., Shamsi-Goushki, A., & Mortazavi, Z. (2020). Metabolic and clinical responses to Bunium Persicum (black caraway)

supplementation in overweight and obese patients with type 2 diabetes: a double-blind, randomized placebo-controlled clinical trial. Nutrition & Metabolism, 17(1), 74.
18.https://consensus.app/search/water-soluble-vitamins-in-carum-carvi-and-bunium-p/zCmYrJyGTyq2QugtfIP11g/?utm_source=share&utm_medium=clipboard

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

THE AMOUNT OF WATER-SOLUBLE VITAMINS IN THE SEEDS OF BLACK (BUNIUM PERSICUM) AND YELLOW (CARUM CARVI) CUMIN.

Obidjon Sh. Abdulloyev
Andijan State University, Head of the Department of Chemistry of Natural Compounds and Food Products, Associate Professor, Doctor of Chemical Sciences (DSc), Member of the Tabobat Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

Nilufar M. Isroilova
Andijan State University, 2nd year master's student, Department of Chemistry
https://orcid.org/0009-0007-5746-6871
E-mail: Nilufarisroilova9703@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.599

Keywords: vitamins, black cumin (Bunium persicum),, yellow cumin (Carum carvi),, HPLC, ascorbic acid, vitamin analysis, Iranian black cumin

Annotation

In this article, water-soluble vitamins in black and yellow cumin seeds (Bunium persicum and Carum carvi) were determined using High-Performance Liquid Chromatography (HPLC) and their composition was analyzed. During the study, the amounts of 7 different vitamins were measured and the vitamin profiles of the two seeds were compared. The results showed that black cumin seeds are rich in vitamins B2, B3, B6, and C, while yellow cumin seeds are superior in vitamins B1, PP, and B9.

How to Cite

Abdulloyev, O. S., & Isroilova, N. M. THE AMOUNT OF WATER-SOLUBLE VITAMINS IN THE SEEDS OF BLACK (BUNIUM PERSICUM) AND YELLOW (CARUM CARVI) CUMIN. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.599

Introduction. Carum carvi (caraway) and Bunium persicum (black cumin) are aromatic plant species that have long been widely used in culinary practices as well as in traditional medicine. Their seeds possess a distinctive aroma and taste, which not only enhance the flavor of food but also stand out due to their richness in bioactive compounds beneficial to health. The chemical composition of both plants is rich in essential oils, minerals, fibers, and various vitamins, which determine their nutritional and medicinal properties. In particular, water-soluble vitamins—vitamin C and B-group vitamins—further increase the importance of these seeds as sources of substances involved in essential metabolic processes in the human body. Therefore, studying the vitamin composition of Carum carvi and Bunium persicum is important not only for evaluating their biological value but also for determining their potential applications in nutrition and medicine. [18]

Water-soluble vitamins mainly consist of B-group vitamins and vitamin C. These vitamins actively participate in vital processes of the body such as energy metabolism, transmission of nerve impulses, formation of blood cells, and cellular respiration. [1]

B-group vitamins are the subtle yet essential performers of life processes. They serve as key components of enzymes responsible for energy production within the inner “laboratories” of every cell. [2]

Vitamin B1 (thiamine) ensures electrical conductivity in nerve fibers; when it is deficient, a person’s thinking slows down and muscles become weak. [3]

Vitamin B2 (riboflavin) is a component of enzymes that regulate cellular respiration and is essential for good vision and healthy skin. [4]

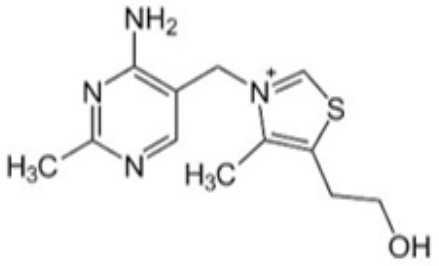
Vitamin B3 (niacin), also known as **vitamin PP**, supports proper blood circulation, regulates energy metabolism in the body, and participates in the formation and regeneration of new skin cells.

Vitamins B6 and **B12** are known as important factors for blood renewal and strengthening of the nervous system: without them, red blood cells cannot form properly and nerve impulses are not transmitted efficiently. [7]

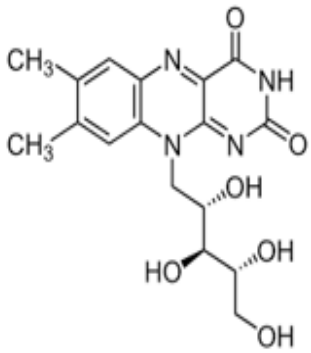
Folate (vitamin B9) is a vitamin that is especially essential at the beginning of life—during fetal development—as it helps ensure the accurate replication of genetic information.

The natural sources of these vitamins seem as if they were chosen by life itself: grains, meat, milk, eggs, nuts, and legumes—all serving as natural links that maintain the delicate balance of human health.

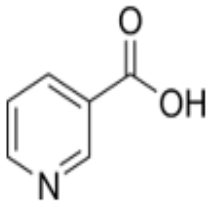
Vitamin C (ascorbic acid) acts as a living shield that maintains the balance of biological processes. It strengthens the immune system and protects the body from external threats. It also participates in collagen synthesis, ensuring the strength of the skin and connective tissues. In addition, it improves iron absorption and supports processes that enrich the blood with oxygen. Fruits—especially citrus fruits—rosehip, and red and green vegetables are rich sources of vitamin C. It seems as if nature has created this vitamin in the most refreshing forms for human health.



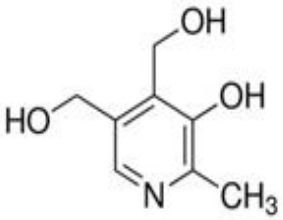
Vitamin B1 (thiamine)



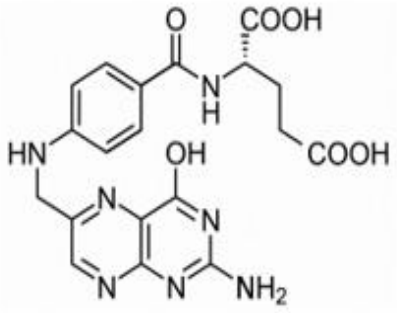
Vitamin B2 (riboflavin)



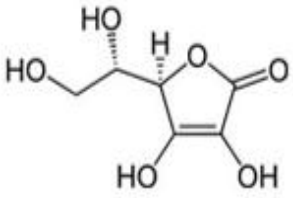
Vitamin B3 (niacin),PP



Vitamins B6



Folate (vitamin B9)



Vitamin C (ascorbic acid)

Fig 1. Water-soluble vitamins

A characteristic feature of water-soluble vitamins is their instability. They are sensitive to heat, light, and even time. During the cooking process, a large portion of these vitamins can be destroyed. Therefore, humans must obtain them regularly, every day, from natural sources. The role of these vitamins in daily life is so extensive that their deficiency is first noticed in a person's mental state—fatigue, lethargy, and reduced concentration appear. Later, physical symptoms emerge: the skin loses its radiance, blood composition changes, and the immune system w8eakens.

Among the natural sources of such essential vitamins, the seeds of caraway (Carum carvi) and black cumin (Bunium persicum) hold a special place. Although these aromatic plants have long been used as spices to enhance the flavor of food, their nutritional significance is much broader. Studies have shown that Carum carvi contains 17 mg of vitamin C and 1.8 mg of B-group vitamins, while Bunium persicum contains 14 mg of vitamin C and 1.5 mg of B-group vitamins [16]. Some clinical data also indicate that black cumin

has higher levels of vitamins B1, B2, B3, B6, and folate. These vitamins directly participate in energy metabolism, nervous system function, and blood renewal processes [17].

In fact, water-soluble vitamins are small but powerful elements that sustain life. They are invisible, yet their absence is strongly felt. They do not remain stored in the body, but enter it daily and perform their essential functions. Nature has endowed them with this very property—as a force that renews life at every moment. In this sense, the seeds of caraway and black cumin are rightly valued as natural and reliable sources of these vitamins that are essential for human health.

Experimental Section

Reagents and materials.

Vitamin B12 was obtained from Rhydburg Pharmaceuticals (Germany), vitamin C from Carl Roth GmbH (Germany), and vitamin B9 from DSM Nutritional Products GmbH (Germany). Vitamins B1, B2, B3, B6, and PP were supplied by BLDPharm (China). During the study, HPLC-grade purified water, acetonitrile, chemically pure acetic acid, and sodium hydroxide were used as reagents. The content of water-soluble vitamins in the plant samples was determined using a LC-40 Nexera Lite high-performance liquid chromatograph manufactured by Shimadzu (Japan) [8].

Preparation of standard solutions

Stock standard solutions with a concentration of 100 mg/L of vitamin C (CAS 50-81-7), B1 (CAS 59-43-8), B6 (CAS 58-56-0), B3 (CAS 59-67-6), B12 (CAS 68-19-9), and PP (CAS 98-92-0) were prepared by dissolving 5 mg of each vitamin in 50 mL of 0.1 N HCl solution. Standard solutions of vitamins B2 (CAS 83-88-5) and B9 (CAS 59-30-3) were prepared by dissolving 5 mg of each vitamin in 50 mL of 0.025% sodium hydroxide solution. After that, 200 µL from each of the initial B1, B6, B3, B12, and PP vitamin solutions were mixed to obtain a mixed standard solution with a concentration of 14.286 mg/L for each vitamin. Based on this solution, a series of diluted standard solutions with concentrations of 7.143 mg/L, 3.571 mg/L, and 1.786 mg/L were prepared. For vitamin C, standard solutions with concentrations of 286 mg/L, 143 mg/L, 71.5 mg/L, and 57.2 mg/L were prepared. For constructing the calibration curve, pure water was used as the 0 mg/L concentration point.

Preparation of sample extract

1 g of the test sample was weighed and transferred into a 50 mL conical flask, and 25 mL of 0.1 N HCl solution was added. The mixture was extracted in a GT SONIC-D3 ultrasonic bath (China) at 60 °C for 20 minutes. After extraction, the mixture was cooled, filtered, and diluted with water to 25 mL in a volumetric flask. Then 1.5 mL of the prepared extract was filtered through a 0.22 µm syringe filter, transferred into a vial, and used for analysis.

Chromatographic conditions

Determination of vitamins.

Standard solutions and sample extracts were analyzed using the LC-40 Nexera Lite high-performance liquid chromatograph. The system consisted of an LC-40D pump, SIL-40 autosampler, SPD-M40 photodiode array detector (PDA), and LabSolutions ver. 6.92 software. A Shim-pack GIST C18 reversed-phase column (150 × 4.6 mm; 5 µm, Shimadzu, Japan) was used for the analysis. The mobile phase consisted of acetonitrile (A) and 0.25% acetic acid in water (B) in a gradient mode (Table 1). The injection volume was 10 µL, the flow rate was 0.6 mL/min, and the column oven temperature was set at 40 °C.

The analytical signals (peak areas) of the vitamins were recorded at wavelengths of 265, 291, and 550 nm (Figures 2–3). For the determination of vitamin C, a 15-minute gradient program was applied (Table 2), and its analytical signal was measured at 265 nm.

Table 1. Gradient program of the mobile phase for the determination of vitamins.

Time, min	Acetonitrile (A), %	0.5% Acetic acid (B), %
0	0	100
3	0	100

14	20	80
17	50	50
18	0	100
25	End	

Table 2. Gradient program of the mobile phase for the determination of vitamin C.

Time, min	Acetonitrile (A), %	0.5% Acetic acid (B), %
0	0	100
2	0	100
6	50	50
6,01	0	100
15	End	

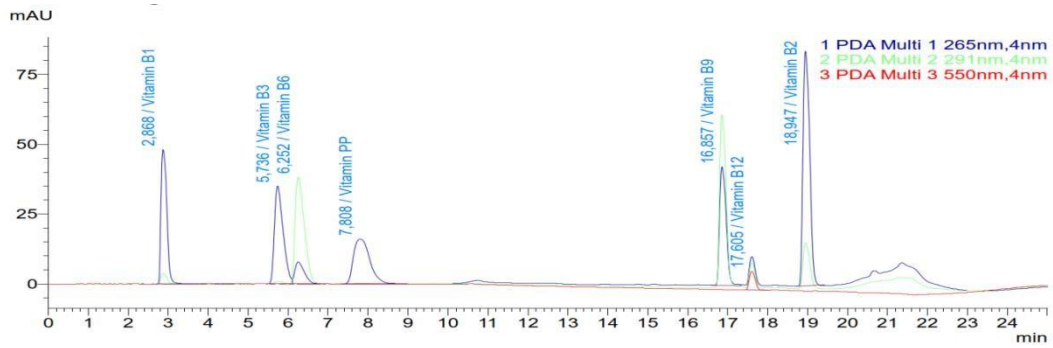


Fig. 2. Chromatogram of the vitamin standard solution..

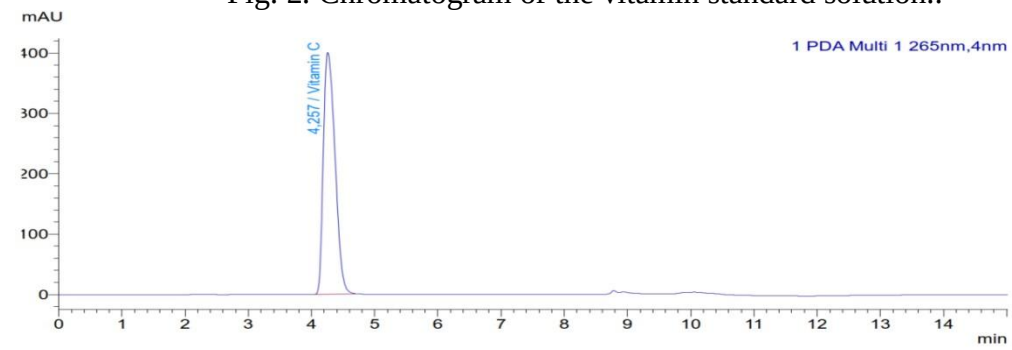


Fig. 3. Chromatogram of the vitamin C standard solution.2

The obtained results and discussion: Chromatograms of black cumin and caraway seed extracts (Figures 4–7) were recorded, and based on these results, the content of vitamins per 100 g of seeds was calculated using the following formula and presented in Table 3.

$$X = \frac{Cvit \cdot Vekstrakt}{mnamuna} \cdot 100\ g$$

Here:

X – the amount of vitamins in the seeds, mg;

C_{vit}– the concentration of the vitamin in the extract, mg/L (determined by HPLC);

$V_{ekstrakt}$– the volume of the sample extract, L;

m_{namuna} – the mass of the sample taken for extract preparation, g.

Using this formula, the vitamin content per 100 g of seeds can be calculated from the concentration in the extract, allowing for comparison and evaluation of the analytical results.

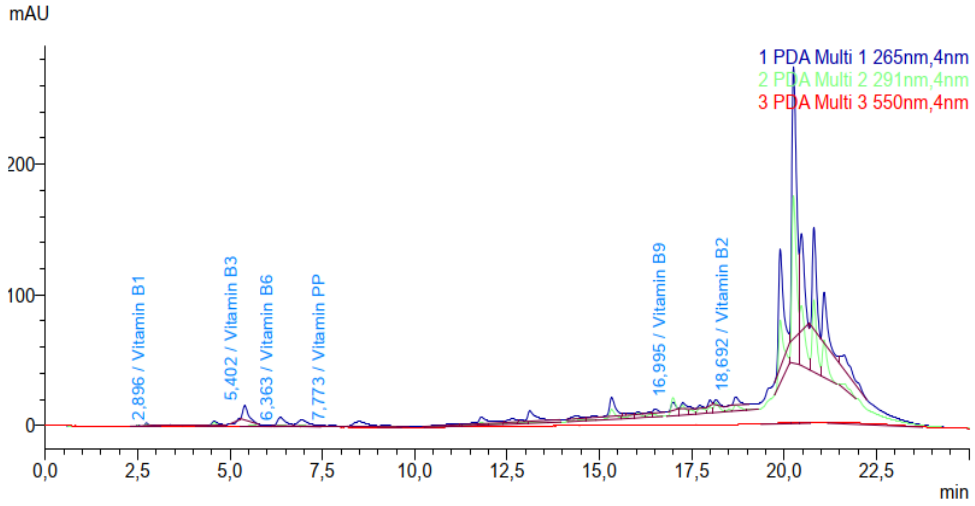


Fig. 4. Chromatogram for the determination of vitamins in the extract of black cumin (Bunium persicum) seeds.

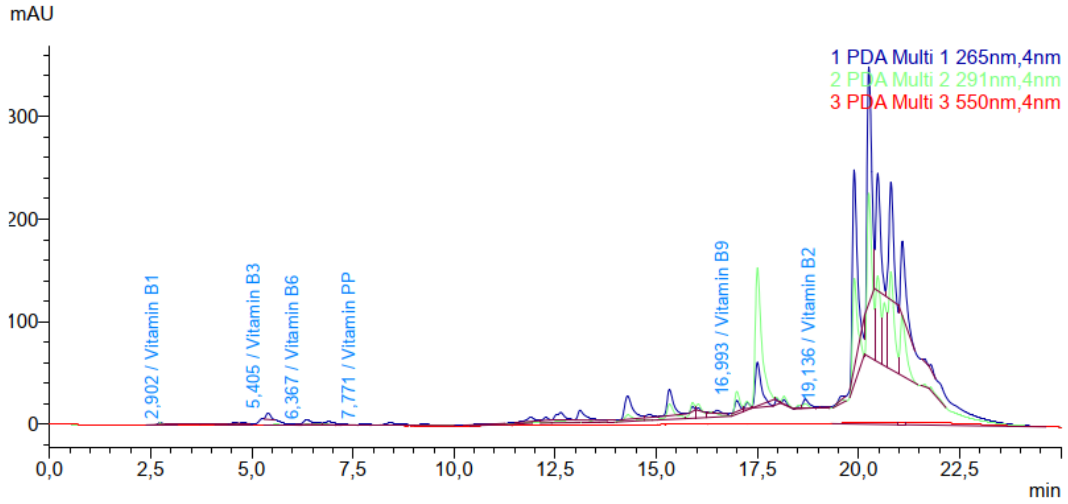


Fig. 5. Chromatogram for the determination of vitamins in the extract of caraway (Carum carvi) seeds.

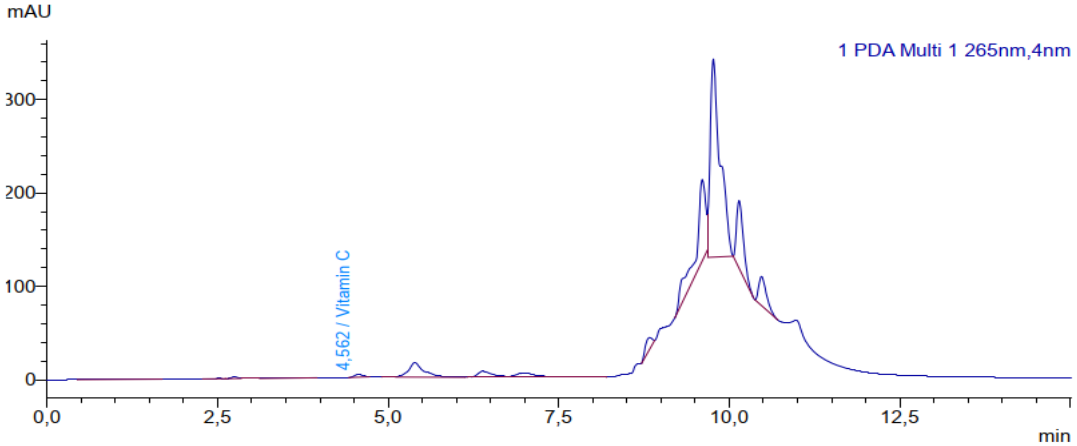


Fig. 6. Chromatogram for determining the vitamin C content in the extract of black cumin (Bunium persicum) seeds.

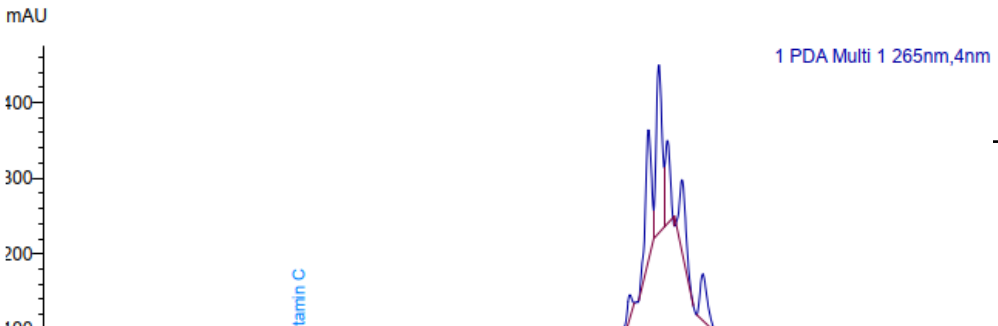


Fig. 7. Chromatogram for determining the vitamin C content in the extract of caraway (Carum carvi) seeds.

Table 3. Content of vitamins in the extracts of black cumin and caraway seeds, mg/100 g.

Vitamin	Black Cumin Seeds	Caraway Seeds
	Amount per 100 g sample, mg	
Vitamin B_1	0,238	0,290
Vitamin B_3	7,328	3,208
Vitamin PP	0,588	1,440
Vitamin B_9	3,740	6,093
Vitamin B_2	2,883	1,008
Vitamin B_6	0,908	0,335
Vitamin B_{12}	0,000	0,000
Vitamin C	2,483	2,013

As can be seen from the above, black cumin (Bunium persicum) and caraway (Carum carvi) seeds—though visually similar at first glance—have significant differences in their internal composition. Comparing the vitamin content, in black cumin seeds the amount of vitamins decreases in the order: B3 > B9 > B2 > C > B6 > PP > B1. In caraway seeds, the vitamin content decreases in the order: B9 > B3 > C > PP > B2 > B6 > B1.

Black cumin seeds show a notable advantage in several aspects. For example, the B3 vitamin content is 7.328 mg, which is 4.120 mg higher than the 3.208 mg found in caraway seeds. Similarly, black cumin is richer in B2, with 2.883 mg compared to 1.008 mg in caraway—a difference of 1.875 mg. B6 is also higher in black cumin, with a difference of 0.573 mg. Even vitamin C is slightly higher in black cumin, with an advantage of 0.470 mg.

However, caraway seeds also have their distinctive features. The B1 content is 0.052 mg higher than in black cumin seeds, while the PP vitamin is even more significantly higher, by 0.852 mg. One of the largest advantages is in B9 (folate); caraway seeds contain 6.093 mg, which is 2.353 mg more than the 3.740 mg found in black cumin seeds.

Both seeds showed no detectable B12 vitamin, meaning they are equal in this regard.

The most abundant vitamin in black cumin seeds, B3 (niacin or nicotinamide), is a water-soluble vitamin essential for the human body. It participates in many metabolic processes and plays a key role in energy metabolism, cell regeneration, and the proper functioning of the nervous system. B3 also influences inflammatory processes and immune system activity. Niacin and its metabolic form (nicotinamide) act as strong antioxidants, protecting cells from oxidative stress and free radicals, thereby helping to reduce inflammation.

B3 vitamin enhances the activity of critical immune cells such as T-lymphocytes and macrophages. T-cells are involved in fighting infections and protecting the body, while macrophages manage inflammation and help eliminate harmful pathogens. Niacin also stimulates phagocytosis, the process by

which cells engulf harmful substances or microorganisms, which is essential for protecting the body from infections.

Caraway seeds, on the other hand, are especially rich in B9 (folate), a water-soluble vitamin that plays a central role in vital biological processes. Folate is necessary for DNA synthesis, cell division, and hematopoiesis (blood formation). It is particularly important during growth, pregnancy, and tissue repair.

B9 also influences inflammatory processes. Adequate folate ensures proper production of inflammatory mediators such as interleukins and TNF-α, preventing excessive inflammation. Folate supports antioxidant system function, protects cells from oxidative stress, and helps reduce inflammation in tissues.

Furthermore, B9 is crucial for immune system activity, supporting T-cell function as well as the maturation and functional activity of leukocytes. These cells play a key role in fighting infections, shaping immune responses, and protecting the body. Folate deficiency can reduce T-cell numbers and weaken immune responses.

In addition, folate supports hematopoiesis, aiding the proper formation of red blood cells and helping prevent anemia. Therefore, the B9 vitamin in caraway seeds not only supports general healthy metabolism but also contributes to a stable immune and circulatory system.

Geographical Comparison of Water-Soluble Vitamins in Black Cumin Seeds. The water-soluble vitamin composition of black cumin (Bunium persicum) seeds was compared between samples from Uzbekistan and Iran (Table 4). The results showed that the vitamin content in seeds from these two regions differs significantly. [17]

Table 4. Content of Vitamins in the Extract of Black Cumin (Bunium persicum) Seeds from Uzbekistan and Iran, mg/100 g

Vitamin	Uzbekistan (Bunium persicum) Black Cumin (per 100 g), mg	Iran (Bunium persicum) Black Cumin (per 100 g), mg [17]
B1 (Thiamine)	0.238	1.89 (1.66–2.13)
B2 (Riboflavin)	2.883	1.82 (1.74–1.90)
B3 (Niacin)	7.328	23.81 (21.74–23.89)
B6 (Pyridoxine)	0.908	2.48 (2.42–2.54)
Folate (B9, DFE)	3.740	143.69 (138.29–149.09)
B12 (Cobalamin)	0.000	2.41 (2.30–2.52)
PP (Niacin/B3)	0.588	—
Vitamin C	2.483	—

The results indicate that Iranian black cumin seeds contain significantly higher amounts of vitamins B1, B3, B6, B9, and B12, making them a more favorable source for supporting energy metabolism, nervous system function, and blood formation. In contrast, Uzbek black cumin seeds are richer in B2 and vitamin C, which contribute to cellular respiration and the strengthening of the immune system. Vitamin C supports the functioning of key immune cells, such as white blood cells (leukocytes), enhancing their ability to combat pathogens and detect infections more rapidly. Specifically, vitamin C boosts the activity of phagocytes (cells that destroy pathogens) and T-cells. It also aids in the production of interferons, essential substances that help the body mount an antiviral immune response and protect against infections. These differences may be associated with the geographic origin of the seeds, climate conditions, soil properties, and cultivation practices. Interestingly, vitamin B12 was detected only in Iranian seeds, which may be linked to natural microbiological or enzymatic processes within the seeds. The vitamin profiles of Iranian and Uzbek black cumin differ, highlighting the importance of these results for assessing the nutritional value of the seeds and planning their use in the diet.[17]

Conclusion. In this study, seven water-soluble vitamins in black cumin (Bunium persicum) and caraway (Carum carvi) seeds were analyzed using the HPLC method. The results showed that the vitamin profiles of the two seeds differ significantly.

Black cumin seeds are richer in vitamins B3 (niacin), B2 (riboflavin), B6 (pyridoxine), and C compared to caraway seeds. Notably, B3 content in black cumin is 4.120 mg higher than in caraway. Vitamins B2 and B6 are also higher in black cumin, by 1.875 mg and 0.573 mg, respectively. Additionally, black cumin contains 0.470 mg more vitamin C than caraway. These vitamins play crucial roles in energy metabolism, nervous system function, cellular regeneration, and immune support.

Caraway seeds, on the other hand, are richer in vitamins B1 (thiamine), PP (nicotinic acid), and B9 (folate). For example, B9 in caraway seeds is 2.353 mg higher than in black cumin, which is essential for cell division, blood formation, and DNA synthesis. PP is 0.852 mg higher and B1 is 0.052 mg higher in caraway, supporting metabolic processes and nervous system activity. Both seeds lack vitamin B12.

When comparing Uzbek and Iranian black cumin, Uzbek seeds contain higher B2 and C, whereas Iranian seeds are significantly richer in B1, B3, B6, B9, and B12. Therefore, Iranian seeds provide additional nutritional value for energy metabolism, nervous system function, and hematopoiesis. This comparison demonstrates that the geographic origin, climate, and cultivation conditions of black cumin significantly affect its vitamin composition.

Furthermore, the differences in vitamin composition between black cumin and caraway reflect their distinct beneficial effects on human health. Black cumin is primarily rich in vitamins supporting energy metabolism and antioxidant defense, while caraway is abundant in vitamins that pro2mote cell growth, blood formation, and overall metabolism. The higher B vitamin content of Iranian black cumin makes it an especially valuable nutritional source.

Overall, including both black cumin and caraway seeds in the diet allows for maximum benefit from their vitamin content, as each complements the biological functions of the other. Thus, they are effective natural sources for supporting healthy nutrition and various metabolic processes.

References

1. Carpenter, Kenneth, Baigent, Margaret J.. "vitamin". Encyclopedia Britannica, 22 Nov. 2025, https://www.britannica.com/science/vitamin. Accessed 28 November 2025.
2. Amanullayevna, A. R. (2025). VITAMIN VA MIKROELEMENTLARNING YOSHGA BOG'LIQ FIZIOLOGIK AHAMIYATI VA YETISHMOVCHILIK SINDROMLARI. Tadqiqotlar, 62(4), 192-196.
3. Mrowicka, M., Mrowicki, J., Dragan, G., & Majsterek, I. (2023). The importance of thiamine (vitamin B1) in humans. Bioscience Reports, 43(10), BSR20230374.
4. Ashoori, M., & Saedisomeolia, A. (2014). Riboflavin (vitamin B2) and oxidative stress: a review. British journal of nutrition, 111(11), 1985-1991.
5. Butterworth, C.E., Jr., K.D. Hatch, H. Gore, H. Mueller, and C.L. Krumdieck. 1982. Improvement in cervical dysplasia associated with folic acid therapy in users of oral contraceptives. Am. J. Clin. Nutr. 35:73-82.
6. Cameron, E., and L. Pauling. 1979. Cancer and Vitamin C. Linus Pauling Institute of Science and Medicine, Menlo Park, Calif. 238 pp.
7. Spinneker, A., Sola, R., Lemmen, V., Castillo, M., Pietrzik, K., & González-Gross, M. (2007). Vitamin B6 status, deficiency and its consequences-an overview. Nutricion hospitalaria, 22(1), 7-24.
8. Asqarov, I. R., Abdullayev, S. S. o'g'li, Mamatqulova, S. A., Abdulloyev, O. S., & Abdulloyev, S. X. (2024). SUVDA ERUVCHAN VITAMINLAR MIQDORINI YUSSX USULIDA ANIQLASH METODIKASINI ISHLAB CHIQISH (CHILONJIYDA MISOLIDA). Farg'ona Davlat Universiteti, 30(5), 61.
9. NatureServe (December 6, 2024). "Maclura pomifera NatureServe Explorer". NatureServe Explorer. Arlington, Virginia. Retrieved December 23, 2024.

10. "Maclura pomifera (Raf.) C.K.Schneid". Plants of the World Online. Royal Botanic Gardens, Kew. Retrieved April 5, 2025.
11. Mironenko, A., & Eliseeva, T. (2019). Vitamin B9–description, benefits, effects on the body and best sources. Journal of Healthy Nutrition and Dietetics, 4(10), 88-100.
12. Ducker, G. S., & Rabinowitz, J. D. (2017). One-carbon metabolism in health and disease. Cell metabolism, 25(1), 27-42.
13. Bjørklund, G., Peana, M., Dadar, M., Lozynska, I., Chirumbolo, S., Lysiuk, R., ... & Severin, B. (2022). The role of B vitamins in stroke prevention. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62(20), 5462-5475.
14. Gomes, S., Lopes, C., & Pinto, E. (2016). Folate and folic acid in the periconceptional period: recommendations from official health organizations in thirty-six countries worldwide and WHO. Public health nutrition, 19(1), 176-189.
15. Vargas, W.G. Illustrated Guide to the Plants of the Quindío Mountains and the Central Andes, 1st ed.; Publishing University of Caldas: Manizales, Colombia, 2002.
16. Hafeez, A., Iqbal, S., Sikandar, A., Din, S., Khan, I., Ashraf, S., ... & Laudadio, V. (2021). Feeding of phytobiotics and exogenous protease in broilers: comparative effect on nutrient digestibility, bone strength and gut morphology. Agriculture, 11(3), 228.
17. Jafari-Maskouni, S., Shahraki, M., Daneshi-Maskooni, M., Dashipour, A., Shamsi-Goushki, A., & Mortazavi, Z. (2020). Metabolic and clinical responses to Bunium Persicum (black caraway) supplementation in overweight and obese patients with type 2 diabetes: a double-blind, randomized placebo-controlled clinical trial. Nutrition & Metabolism, 17(1), 74.
18.https://consensus.app/search/water-soluble-vitamins-in-carum-carvi-and-bunium-p/zCmYrJyGTyq2QugtfIP11g/?utm_source=share&utm_medium=clipboard

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

DASTARBOSH (TANACETUM VULGARE L.) VA DALA QIRQBO‘G‘INI (EQUISETUM ARVENSE L.) SPIRTLI EKSTRAKTLARINING ANTIRADIKAL FAOLLIGI

Akmaljon Nodirbek o'g'li Asqarov
Andijon davlat tibbiyot instituti, “Farmatsevtik kimyo va farmakognoziya” mutaxassisligi bo‘yicha magistratura 2-bosqich talabasi
https://orcid.org/0009-0001-4654-1094
E-mail: asqarov2541@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.605

Kalit so'zlar: dastarbosh (Tanacetum vulgare), dala qirqbo‘g‘ini (Equisetum arvense), spirtli ekstraktlar, antiradikal faollik, DPPH-testi, IC_{50}, flavonoidlar, sinergizm

Annotatsiya

Ushbu tadqiqotda dastarbosh (Tanacetum vulgare L.) va dala qirqbo‘g‘ini (Equisetum arvense L.) aralashmalarining turli nisbatlardagi (1:1, 1:3, 3:1) spirtli ekstraktlarining antiradikal faolligi DPPH-usuli yordamida o‘rganildi. Antioksidant faollik (AOF%) kinetik baholandi hamda IC_{50} qiymatlari hisoblandi. Natijalar barcha ekstraktlarda doza va vaqtga bog‘liq antiradikal ta’sir mavjudligini ko‘rsatdi. Eng yuqori faollik 3:1 nisbatdagi aralashmada qayd etildi (AOF% = 21.33 ± 0.88%), eng past IC_{50} ham ushbu namuna uchun aniqlandi (231.52 mkl). Olingan natijalar dastarbosh ulushi yuqori bo‘lgan kompozitsiyaning sinergik antioksidant ta’sirini ko‘rsatadi va uni tabiiy antioksidant manbai sifatida istiqbolli deb baholash imkonini beradi.

How to Cite

Asqarov, A. N. o'g'li. DASTARBOSH (TANACETUM VULGARE L.) VA DALA QIRQBO‘G‘INI (EQUISETUM ARVENSE L.) SPIRTLI EKSTRAKTLARINING ANTIRADIKAL FAOLLIGI. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.605

O‘simlik antioksidantlari erkin radikallarni neytrallash va oksidlovchi stress rivojlanishining oldini olish qobiliyati tufayli tobora ko‘proq tadqiqotchilar e’tiborini tortmoqda. Oksidlovchi stress yurak-qon tomir, neyrodegenerativ va onkologik kasalliklar hamda erta qarish jarayonlarining asosiy patogenetik omillaridan biri hisoblanadi [Halliwell, 2007; Lobo va boshq., 2010]. Tabiiy antioksidantlarning yangi manbalarini izlash va ular asosida samarali fitokompozitsiyalar yaratish zamonaviy farmatsiya hamda oziq-ovqat sanoatining ustuvor vazifalaridan biridir. Tabiiy antioksidantlarning istiqbolli manbalari qatorida O‘zbekiston hududida keng tarqalgan va xalq tabobatida qadimdan qo‘llanib kelinayotgan dastarbosh (*Tanacetum vulgare* L.) hamda dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense* L.) alohida e’tiborga loyiqdir.

Dastarbosh (*Tanacetum vulgare* L.) Murakkabguldoshlar (Asteraceae) oilasiga mansub ko‘p yillik o‘tsimon o‘simlik bo‘lib, antioksidant xususiyatga ega ko‘plab biologik faol birikmalarni o‘z ichiga oladi. Uning antiradikal faolligini belgilovchi asosiy komponentlar flavonoidlar (luteolin, apigenin, kversetin, kemferol va ularning glikozidlari) hamda fenolkarbon kislotalar (xlorogen, kofein, ferul kislotalari) hisoblanadi [Williams va boshq., 2004; Rice-Evans va boshq., 1996]. Ivănescu va boshq. (2018) tadqiqotlarida dastarbosh ekstraktlari DPPH-radikalni samarali ingibitsiya qilish qobiliyatiga ega ekani va bu faollik fenol birikmalarining umumiy miqdori bilan bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Bubenčikova va boshq. (2019) ma’lumotlariga ko‘ra, dastarboshning yer ustki qismida flavonoidlar miqdori luteolinga nisbatan hisoblaganda 5–7% gacha yetishi mumkin.

Dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense* L.) Qirqbo‘g‘indoshlar (Equisetaceae) oilasiga mansub ko‘p yillik sporali o‘simlik bo‘lib, kimyoviy tarkibi flavonoidlar (izokversitrin, kemferol-3-soforozid, luteolin-7-glikozid, ekvizetrin), fenolkarbon kislotalar (kofein, ferul, xlorogen) hamda kremniy birikmalarining

yuqori miqdori bilan tavsiflanadi [Mimica-Dukić va boshq., 2008; Holzapfel va boshq., 2009]. Dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense* L.) ning antioksidant faolligi Stajner va boshq. (2009) hamda Nagai va boshq. (2005) tadqiqotlarida tasdiqlangan bo‘lib, ular qirqbo‘g‘in ekstraktlari DPPH-radikalni samarali ingibitsiya qilishi va metall ionlariga nisbatan xelatlovchi xususiyatga ega ekanini ko‘rsatgan. Kanarskaya va boshq. (2017) esa fenol birikmalarining umumiy miqdori bilan qirqbo‘g‘in ekstraktlarining antiradikal faolligi o‘rtasida korrelyatsiya mavjudligini aniqlagan.

Dastarbosh va qirqbo‘g‘inning antioksidant xususiyatlarini alohida o‘rganishga bag‘ishlangan ishlar ko‘p bo‘lishiga qaramay, ushbu o‘simliklar asosidagi kompozitsiyalar bo‘yicha tadqiqotlar deyarli mavjud emas. Turli, ammo o‘zaro to‘ldiruvchi kimyoviy tarkibga ega o‘simliklarni kombinatsiyalash antioksidant ta’sirning sinergik kuchayishiga olib kelishi mumkin. Dastarbosh (*Tanacetum vulgare* L.) flavonoid-aglikonlar va efir moylariga boy bo‘lsa, dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense* L.) glikozillangan flavonoidlar hamda kremniy birikmalariga boydir. Ushbu birikmalarning birgalikdagi mavjudligi turli ta’sir mexanizmlari orqali erkin radikallarni yanada to‘liq neytrallashni ta’minlashi mumkin.

Bundan tashqari, o‘simlik kompozitsiyasidagi komponentlar nisbatining o‘zgarishi uning umumiy antioksidant faolligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Ushbu nisbatni optimallashtirish samarali fitopreparatlar va biologik faol qo‘shimchalar yaratish uchun muhim ahamiyatga ega. Mazkur ishning maqsadi – optimallashtirilgan DPPH-usuli yordamida dastarbosh (*Tanacetum vulgare* L.) va dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense* L.) aralashmalarining spirtli ekstraktlari antiradikal faolligini turli nisbatlarda (1:1, 1:3, 3:1) o‘rganishdan iborat.

Qo‘yilgan maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar bajarildi:

Dastarbosh va dala qirqbo‘g‘ini aralashmalaridan 1:1, 1:3 va 3:1 nisbatlarda ultratovushli ekstraksiya yordamida spirtli ekstraktlar olish.

25–100 mkl hajmlarda ekstraktlar bilan DPPH-radikalning 30 daqiqa davomida ingibitsiya kinetikasini o‘rganish.

Antioksidant faollik (AOF%) ning qo‘shilgan ekstrakt hajmi va inkubatsiya vaqti bilan bog‘liqligini aniqlash.

Uchta kompozitsiyaning faolligini qiyosiy tahlil qilish va optimal nisbatni aniqlash.

Har bir namuna uchun dastlabki IC_{50} qiymatlarini hisoblash.

Tadqiqot ob’ekti sifatida dastarbosh (*Tanacetum vulgare* L.) va dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense* L.) ning yer ustki qismlari olindi. Xomashyo 2024-yil iyul–avgust oylarida O‘zbekiston Respublikasi Toshkent viloyati Bo‘stonliq tumanida gullash davrida yig‘ildi. Xomashyo identifikatsiya qilindi va Davlat farmakopeyasi talablariga mos keladi [Gosudarstvennaya farmakopeya SSSR, 1990]. Xomashyo havo-soya usulida quritildi, 2–3 mm o‘lchamdagi zarrachalargacha maydalanib, quruq va yorug‘likdan himoyalangan joyda qog‘oz paketlarda 3 oydan ortiq bo‘lmagan muddatda saqlandi.

Tadqiqot uchun quyidagi massaviy nisbatlarda aralashmalar tayyorlandi: Namuna A: dastarbosh : dala qirqbo‘g‘ini = 1 : 1; Namuna B: dastarbosh : dala qirqbo‘g‘ini = 1 : 3; Namuna C: dastarbosh : dala qirqbo‘g‘ini = 3 : 1Har bir o‘simlik aralashmasidan aniq navbat (1.0000 ± 0.0005 g) konussimon kolbaga solinib, 25 ml 96% etanol qo‘shildi va “Sapphire” (Xitoy) ultratovush vannasida (35 kGs, 100 Vt) xona haroratida 20 daqiqa davomida ekstraksiya qilindi. Olingan ekstraktlar 0.45 mkm g‘ovakli shprits-filtrlar orqali filtrlab olindi. Dastlabki tajribalarda yuqori antioksidant faollik aniqlanganligi sababli, barcha spirtli ekstraktlar tahlildan oldin 96% etanol bilan 10 marta suyultirildi.

DPPH ishchi eritmasini tayyorlash. DPPH (2,2-difenil-1-pikrilgidrazil, “Sigma-Aldrich”, AQSh, tozaligi ≥95%) 96% etanolda 7.92 mM konsentratsiyada tayyorlandi. Eritma alyuminiy folga bilan himoyalanib, xona haroratida qorong‘ida 30 daqiqa davomida stabillash uchun saqlandi. **Tahlil o‘tkazish tartibi.** Kvars kyuvetaga (4 ml) 3 ml DPPH ishchi eritmasi va 25, 50, 75 yoki 100 mkl suyultirilgan ekstrakt qo‘shildi. Umumiy hajm 96% etanol bilan 3.1 ml gacha yetkazildi. Nazorat namunasi 3 ml DPPH va 100 mkl etanoldan iborat bo‘ldi. Optik zichlik YOKE K7000 (Xitoy) spektrofotometrida 517 nm to‘lqin

uzunligida ekstrakt qo‘shilgandan so‘ng darhol (0 daqiqa), hamda har 5 daqiqada 30 daqiqa davomida (5, 10, 15, 20, 25 va 30 daq.) o‘lchandi. Barcha o‘lchovlar uch martalik takrorlanishda (n=3) bajarildi.

Antioksidant faollik (AOF%) har bir vaqt nuqtasi uchun quyidagi formula asosida hisoblandi:

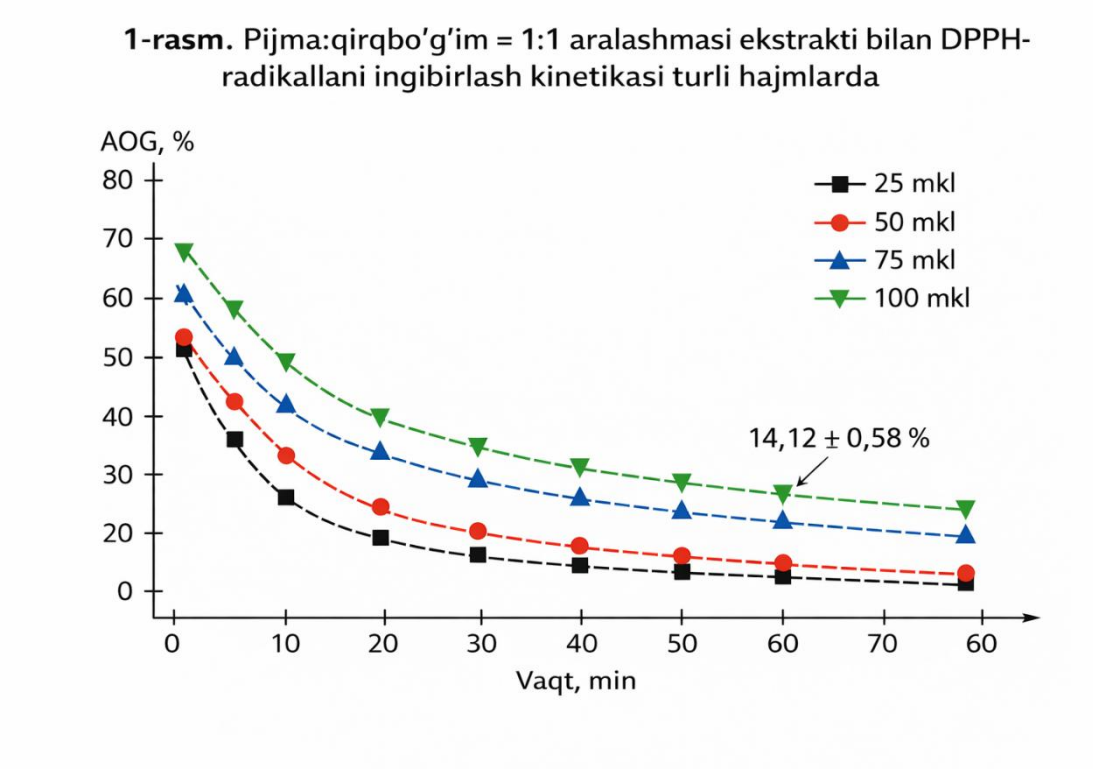
$$AOF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \times 100\%$$

bu yerda D_1 – nazorat namunasining optik zichligi, D_2 – mos vaqt nuqtasidagi tajriba namunasining optik zichligi.

IC_{50} ning (DPPH-radikalni 50% ingibitsiya qiluvchi ekstrakt hajmi) dastlabki bahosi uchun 30 daqiqa vaqt nuqtasida AOF% ning ekstrakt hajmiga bog‘liqligi asosida kalibrlash egri chiziqlari tuzildi. Natijalar o‘rtacha arifmetik qiymat ± standart og‘ish (mean ± SD) ko‘rinishida taqdim etildi. Statistik ishlov berish Microsoft Excel 2019 va OriginPro 2021 dasturlari yordamida amalga oshirildi.

1-jadval. Dastarbosh : dala qirqbo‘g‘ini = 1:1 aralashmasining spirtli ekstrakti uchun optik zichlik (D_2) va AOF% qiymatlari (mean ± SD, n=3)

Vaqt, min	25 mkl	AOF%	50 mkl	AOF%	75 mkl	AOF%	100 mkl	AOF%
0	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00
5	1.025±0.009	2.84±0.15	0.997±0.010	5.50±0.28	0.962±0.009	8.82±0.35	0.917±0.011	13.08±0.52
10	1.023±0.008	3.03±0.16	0.995±0.009	5.69±0.30	0.954±0.010	9.57±0.42	0.916±0.010	13.18±0.48
15	1.019±0.009	3.41±0.18	0.991±0.011	6.07±0.33	0.955±0.009	9.48±0.40	0.914±0.012	13.36±0.55
20	1.018±0.008	3.51±0.17	0.988±0.010	6.35±0.32	0.953±0.011	9.67±0.45	0.913±0.010	13.46±0.50
25	1.017±0.009	3.60±0.19	0.987±0.009	6.45±0.31	0.952±0.010	9.76±0.43	0.911±0.011	13.65±0.53
30	1.015±0.008	**3.79±0.18**	0.985±0.010	**6.64±0.34**	0.949±0.012	**10.05±0.48**	0.906±0.013	**14.12±0.58**



1-rasm. Pijma:qirqbo‘g‘im = 1:1 aralashmasi ekstrakti bilan DPPH-radikallani ingibirlash kinetikasi turli hajmlarda

Keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, 1:1 nisbatdagi aralashma ekstraktining antioksidant faolligi qo‘shilgan ekstrakt hajmi va inkubatsiya vaqti ortishi bilan oshadi. Eng yuqori AOF% qiymati (14.12 ± 0.58%) 100 mkl ekstrakt qo‘shilganda 30 daqiqalik inkubatsiyada kuzatildi.

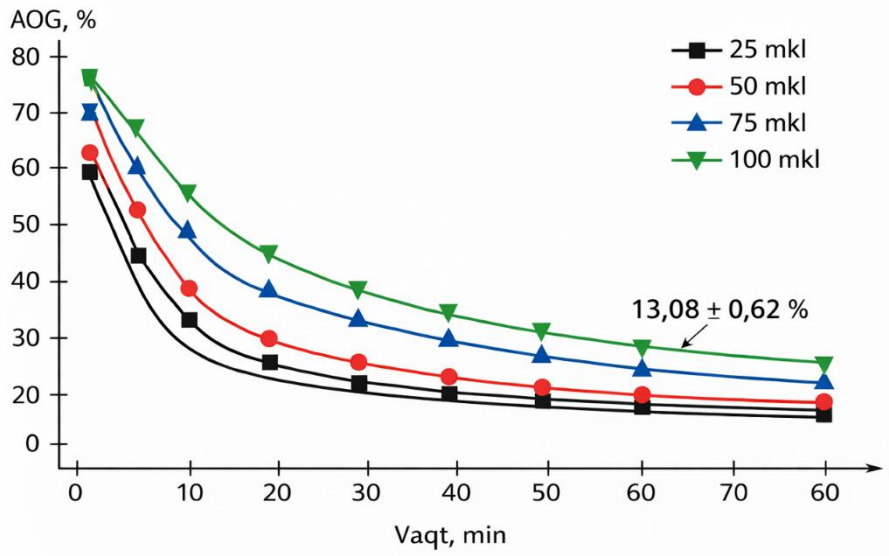
Kinetik egri chiziqlar shuni ko‘rsatadiki, DPPH-radikalning eng jadal ingibitsiyasi reaksiyaning dastlabki 5–10 daqiqasida sodir bo‘ladi, undan so‘ng jarayon tezligi sekinlashadi va 30 daqiqaga kelib plato bosqichiga yaqinlashish kuzatiladi. Bu 30 daqiqalik inkubatsiya vaqti mazkur ekstraktning antiradikal faolligini baholash uchun yetarli ekanini ko‘rsatadi.

1:3 nisbatdagi aralashma ekstraktining antiradikal faolligi

2-jadval. Dastarbosh : dala qirqbo‘g‘ini = 1:3 aralashmasining spirtli ekstrakti uchun D_2 va AOF% qiymatlari (mean ± SD, n=3)

Vaqt, min	25 mkl	AOF%	50 mkl	AOF%	75 mkl	AOF%	100 mkl	AOF%
0	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00
5	1.031±0.009	2.27±0.12	0.996±0.011	5.59±0.31	0.972±0.010	7.87±0.36	0.947±0.012	10.24±0.51
10	1.029±0.008	2.46±0.13	0.992±0.010	5.97±0.33	0.963±0.011	8.72±0.40	0.940±0.013	10.90±0.55
15	1.026±0.010	2.75±0.15	0.989±0.009	6.26±0.32	0.957±0.012	9.29±0.44	0.934±0.012	11.47±0.52
20	1.024±0.009	2.94±0.16	0.984±0.012	6.73±0.38	0.952±0.011	9.76±0.46	0.927±0.014	12.13±0.60
25	1.021±0.010	3.22±0.17	0.982±0.010	6.92±0.34	0.946±0.013	10.33±0.51	0.921±0.013	12.70±0.58
30	1.018±0.009	**3.51±0.18**	0.981±0.011	**7.01±0.36**	0.941±0.014	**10.81±0.53**	0.917±0.015	**13.08±0.62**

2-rasm. Pijma:qirqbo‘g’im = 1:3 aralashmasi ekstrakti bilan DPPH-radikallani ingibirlash kinetikasi turli hajmlarda



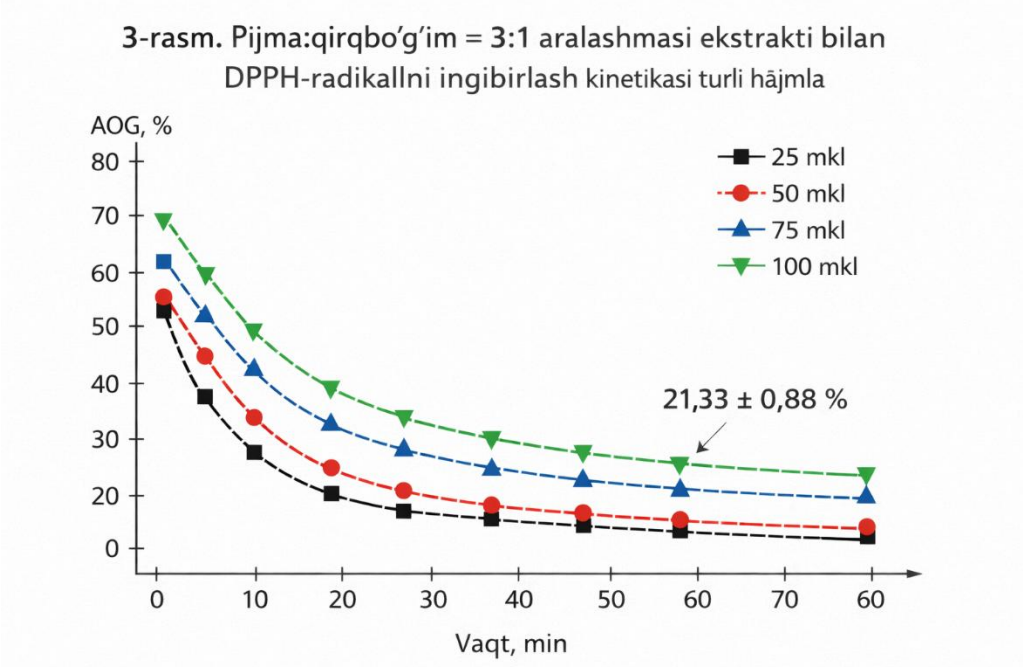
1:3 nisbatdagi ekstrakt 1:1 namuna bilan solishtirganda biroz pastroq antioksidant faollik namoyon etdi. 100 mkl ekstrakt qo‘shilganda 30 daqiqada AOF% 13.08 ± 0.62% ni tashkil etdi, bu 1:1 aralashmaga nisbatan 7.4% ga pastdir.

Mazkur namuna uchun kinetik egri chiziqlar ham dastlabki 10–15 daqiqada tez ingibitsiya, keyinchalik esa jarayonning sekinlashishini ko‘rsatadi. Biroq barcha hajm va vaqt nuqtalarida AOF% qiymatlari 1:1 namuna ko‘rsatkichlaridan past bo‘ldi.

3:1 nisbatdagi aralashma ekstraktining antiradikal faolligi

3-jadval. Dastarbosh : dala qirqbo‘g‘ini = 3:1 aralashmasining spirtli ekstrakti uchun D_2 va AOF% qiymatlari (mean ± SD, n=3)

Vaqt, min	25 mkl	AOF%	50 mkl	AOF%	75 mkl	AOF%	100 mkl	AOF%
0	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00
5	1.029±0.009	2.46±0.13	0.963±0.011	8.72±0.41	0.899±0.013	14.79±0.65	0.863±0.014	18.20±0.72
10	1.023±0.008	3.03±0.15	0.957±0.010	9.29±0.43	0.894±0.012	15.26±0.63	0.853±0.015	19.15±0.78
15	1.015±0.010	3.79±0.19	0.954±0.012	9.57±0.47	0.891±0.014	15.55±0.68	0.847±0.016	19.72±0.81
20	1.009±0.011	4.36±0.22	0.951±0.011	9.86±0.45	0.888±0.013	15.83±0.66	0.841±0.015	20.28±0.79
25	1.007±0.009	4.55±0.20	0.946±0.013	10.33±0.51	0.883±0.015	16.30±0.71	0.835±0.017	20.85±0.85
30	0.999±0.012	**5.31±0.24**	0.944±0.014	**10.52±0.52**	0.880±0.016	**16.59±0.73**	0.830±0.018	**21.33±0.88**



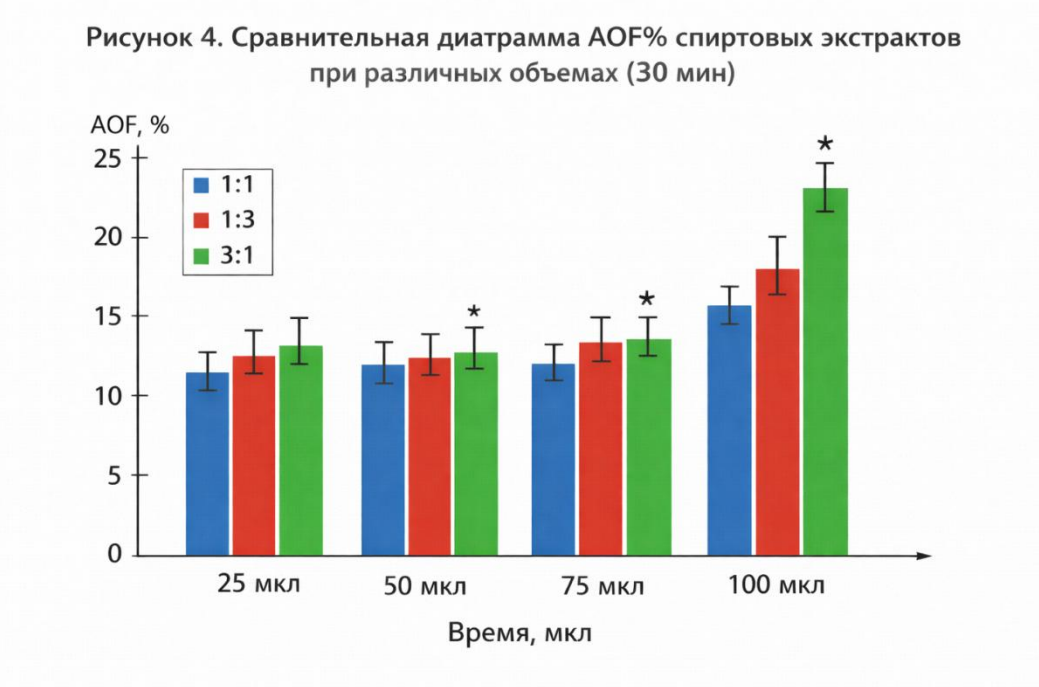
3:1 nisbatdagi ekstrakt barcha o‘rganilgan namunalardan eng yuqori antioksidant faollikni ko‘rsatdi. 100 mkl ekstrakt qo‘shilganda 30 daqiqada AOF% 21.33 ± 0.88% ni tashkil etdi, bu 1:1 namuna ko‘rsatkichidan 1.5 baravar, 1:3 namuna ko‘rsatkichidan esa 1.63 baravar yuqoridir.

Ushbu namunaning ustunligi reaksiyaning dastlabki bosqichidayoq yaqqol namoyon bo‘ldi. Masalan, 100 mkl hajmda 5 daqiqada AOF% 18.20% ga yetdi, 1:1 va 1:3 aralashmalarda esa bu ko‘rsatkich mos ravishda 13.08% va 10.24% ni tashkil etdi. Bu dastarbosh ulushi yuqori bo‘lgan ekstraktda tez reaksiya qiluvchi antioksidant birikmalar konsentratsiyasi yuqoriligidan dalolat beradi.

30 daqiqadagi faollikning qiyosiy tahlili

4-jadval. 30 daqiqa inkubatsiyada turli hajmlarda spirtli ekstraktlarning AOF% qiymatlari

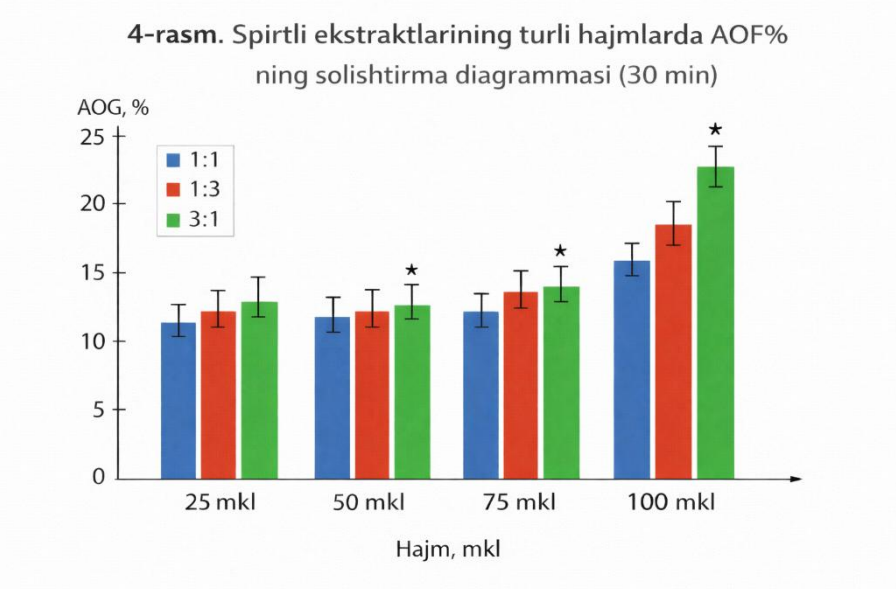
Hajm, mkl	1:01	1:03	3:01
25	3.79 ± 0.18	3.51 ± 0.18	5.31 ± 0.24
50	6.64 ± 0.34	7.01 ± 0.36	10.52 ± 0.52
75	10.05 ± 0.48	10.81 ± 0.53	16.59 ± 0.73
100	14.12 ± 0.58	13.08 ± 0.62	21.33 ± 0.88



Ma’lumotlardan ko‘rinadiki, barcha o‘rganilgan hajmlarda 3:1 nisbatdagi ekstrakt statistik jihatdan ishonchli ravishda yuqori antioksidant faollik namoyon etadi ($p < 0.05$). 1:1 va 1:3 nisbatdagi ekstraktlar 25–75 mkl hajmlarda o‘xshash natijalar ko‘rsatgan bo‘lsa-da, 100 mkl hajmda 1:1 namuna (14.12%) 1:3 namuna (13.08%) dan biroz yuqori faollikka ega bo‘ldi.

AOF% ning hajmga bog‘liqligi va IC_{50} hisoblanishi

Antioksidant faollikni miqdoriy baholash uchun 30 daqiqa vaqt nuqtasida AOF% ning ekstrakt hajmiga bog‘liqligi asosida kalibrlash egri chiziqlari tuzildi.



Determinatsiya koeffitsientining yuqori qiymatlari ($R^2 > 0.98$) o‘rganilgan hajm oralig‘ida bog‘liqlikning chiziqliligini tasdiqlaydi va olingan tenglamalardan IC_{50} ni hisoblashda foydalanish imkonini beradi.

5-jadval. Spirtli ekstraktlar uchun IC_{50} qiymatlari

Namuna	Regressiya tenglamasi	R^2	IC_{50}, mkl
1:01	y = 0.1380x + 0.02	0.992	362.17
1:03	y = 0.1338x + 0.19	0.988	372.27
3:01	y = 0.2158x + 0.038	0.994	**231.52**

Olingan IC_{50} qiymatlari AOF% natijalari bilan to‘liq mos keladi: eng kichik IC_{50} (eng yuqori faollik) 3:1 namuna uchun, eng katta IC_{50} (eng past faollik) esa 1:3 namuna uchun aniqlangan.

XULOSA. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida dastarbosh (*Tanacetum vulgare* L.) va dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense* L.) aralashmalarining 1:1, 1:3 va 3:1 nisbatlardagi spirtli ekstraktlarining antiradikal faolligi optimallashtirilgan DPPH-usuli yordamida o‘rganildi. Barcha o‘rganilgan ekstraktlar doza va vaqtga bog‘liq antiradikal faollik namoyon etdi. DPPH-radikal ingibitsiyasi kinetikasi ikki fazali xarakterga ega bo‘lib, tez boshlang‘ich faza (dastlabki 5–10 daqiqa) va sekin faza (10–30 daqiqa) kuzatildi. Eng yuqori antioksidant faollik dastarbosh ulushi ustun bo‘lgan 3:1 nisbatdagi aralashma ekstraktida aniqlangan. 100 mkl ekstrakt qo‘shilganda 30 daqiqada AOF% 21.33 ± 0.88% ni tashkil etdi, bu 1:1 (14.12%) va 1:3 (13.08%) aralashmalarga nisbatan sezilarli darajada yuqoridir. IC_{50} qiymatlari: 1:1 – 362.17 mkl; 1:3 – 372.27 mkl; 3:1 – 231.52 mkl. Eng kichik IC_{50} (eng yuqori faollik) dastarbosh ulushi yuqori bo‘lgan namuna uchun qayd etildi. Olingan natijalar 3:1 nisbatdagi dastarbosh va dala qirqbo‘g‘ini spirtli ekstraktini tabiiy antioksidant manbai sifatida keyingi tadqiqotlar va amaliy qo‘llash uchun istiqbolli deb tavsiya etish imkonini beradi. Mazkur tadqiqot keyingi ishlar uchun metodologik asos yaratadi: suvli ekstraktlarni o‘rganish, kinetik tahlilni chuqurlashtirish, IC_{50} ni barcha vaqt nuqtalarini hisobga olgan holda aniqlash hamda amaliy tavsiyalar ishlab chiqish.

Adabiyotlar

1. Blois, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200.
2. Gulcin, I., Beydemir, S., Sat, I.G., Kufrevioglu, O.I. Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Alimentaria Hung, 2005, 34, 193–202.
3. Askarov I.R., Muminov M.M., Yusupov M.A. Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, 173-177.
4. Askarov, I.R., Abdullaev, S.S., Mamatkulova, S.A., & Abdulloev, O.S. Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common unabi fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 2024, 3(3), 179–205.
5. Halliwell, B. Biochemistry of oxidative stress. Biochemical Society Transactions, 2007, 35(5), 1147-1150.
6. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacognosy Reviews, 2010, 4(8), 118-126.
7. Williams, R.J., Spencer, J.P., Rice-Evans, C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? Free Radical Biology and Medicine, 2004, 36(7), 838-849.
8. Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biology and Medicine, 1996, 20(7), 933-956.
9. Ivănescu, B., Tuchiluş, C., Corciovă, A., et al. Antioxidant and antimicrobial potential of Tanacetum vulgare L. extracts. Farmacia, 2018, 66(3), 456-461.
10. Бубенчикова, В.Н., Кондратова, Ю.А., Бубенчиков, Р.А. Изучение фенольных соединений пижмы обыкновенной. Химия растительного сырья, 2019, (3), 115-122.
11. Mimica-Dukić, N., Simin, N., Cvejić, J., et al. Phenolic compounds in Equisetum arvense L. and their antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(15), 6630-6636.
12. Stajner, D., Popović, B.M., Čanadanović-Brunet, J., et al. Antioxidant and scavenging activities of Equisetum arvense L. extracts. Journal of the Serbian Chemical Society, 2009, 74(1), 21-31.

13. Nagai, T., Myoda, T., Nagashima, T. Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (Equisetum arvense L.). Food Chemistry, 2005, 91(3), 389-394.
14. Канарская, З.А., Канарский, А.В., Семакина, Н.В. Исследование антиоксидантной активности экстрактов хвоща полевого. Вестник Казанского технологического университета, 2017, 20(14), 151-154.
15. Molyneux, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 2004, 26(2), 211-219.
16. Prior, R.L., Wu, X., Schaich, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(10), 4290-4302.
17. Mishra, K., Ojha, H., Chaudhury, N.K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. Food Chemistry, 2012, 130(4), 1036-1043.
18. Государственная фармакопея СССР. XI издание, выпуск 2. М.: Медицина, 1990, 400 с.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТОВ ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (TANACETUM VULGARE L.) И ХВОЩА ПОЛЕВОГО (EQUISETUM ARVENSE L.)

Акмалжон Нодирбек угли Аскаров
Андижанский государственный медицинский институт, студент 2 курса магистратуры по специальности «Фармацевтическая химия и фармакогнозия»
https://orcid.org/0009-0001-4654-1094
E-mail: asqarov2541@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.605

Ключевые слова: пижма обыкновенная, Tanacetum vulgare, хвощ полевой, Equisetum arvense, спиртовые экстракты, антирадикальная активность, DPPH-тест, IC50, флавоноиды, синергизм

Аннотация

В работе исследована антирадикальная активность спиртовых экстрактов смесей пижмы обыкновенной (Tanacetum vulgare L.) и хвоща полевого (Equisetum arvense L.) при различных соотношениях компонентов (1:1, 1:3, 3:1) с использованием DPPH-метода. Оценена кинетика ингибирования радикала и рассчитаны значения IC_{50}. Установлено, что все образцы проявляют дозо- и времязависимую антирадикальную активность. Наибольшая активность зарегистрирована для смеси 3:1 (AOF% = 21.33 ± 0.88%), для которой также определено наименьшее значение IC_{50} (231.52 мкл). Полученные результаты свидетельствуют о синергическом усилении антиоксидантного эффекта при преобладании пижмы в композиции и подтверждают перспективность данной фитокомпозиции как источника природных антиоксидантов.

Как цитировать

Аскаров, А. Н. у. АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ СПИРТОВЫХ ЭКСТРАКТОВ ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (TANACETUM VULGARE L.) И ХВОЩА ПОЛЕВОГО (EQUISETUM ARVENSE L.). Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.605

Растительные антиоксиданты привлекают все большее внимание исследователей в связи с их способностью нейтрализовать свободные радикалы и предотвращать развитие окислительного стресса – ключевого фактора патогенеза многих заболеваний, включая сердечно-сосудистые, нейродегенеративные и онкологические заболевания, а также преждевременное старение [Halliwell, 2007; Lobo et al., 2010]. Поиск новых природных источников антиоксидантов и создание на их основе эффективных фитокомпозиций является одной из приоритетных задач современной фармации и пищевой промышленности.

Среди перспективных источников природных антиоксидантов особого внимания заслуживают пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.) и хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.) – растения, широко распространенные на территории Узбекистана и издавна используемые в народной медицине.

Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.) – многолетнее травянистое растение семейства Астровые (Asteraceae), содержащее значительное количество биологически активных соединений с антиоксидантными свойствами. Основными компонентами, обусловливающими антирадикальную активность пижмы, являются флавоноиды (лютеолин, апигенин, кверцетин, кемпферол и их гликозиды) и фенолкарбоновые кислоты (хлорогеновая, кофейная, феруловая) [Williams et al., 2004; Rice-Evans et al., 1996].

Исследования Ivănescu et al. (2018) показали, что экстракты пижмы обладают выраженной способностью ингибировать DPPH-радикал, причем активность коррелирует с суммарным содержанием фенольных соединений. Бубенчикова и др. (2019) установили, что содержание флавоноидов в надземной части пижмы может достигать 5-7% в пересчете на лютеолин.

Хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.) – многолетнее споровое растение семейства Хвощевые (Equisetaceae), химический состав которого характеризуется высоким содержанием флавоноидов (изокверцитрин, кемпферол-3-софорозид, лютеолин-7-гликозид, эквизетрин), фенолкарбоновых кислот (кофейная, феруловая, хлорогеновая) и соединений кремния [Mimica-Dukić et al., 2008; Holzapfel et al., 2009].

Антиоксидантная активность хвоща полевого подтверждена в работах Stajner et al. (2009) и Nagai et al. (2005), которые показали, что экстракты хвоща эффективно ингибируют DPPH-радикал и обладают хелатирующей способностью в отношении ионов металлов. Канарская и др. (2017) установили корреляцию между содержанием суммы фенольных соединений и антирадикальной активностью экстрактов хвоща.

Несмотря на значительное количество работ, посвященных изучению антиоксидантных свойств пижмы и хвоща по отдельности, исследования композиций на основе этих растений практически отсутствуют. Между тем, комбинация растений с различным, но взаимодополняющим химическим составом может привести к синергическому усилению антиоксидантного эффекта. Пижма богата флавоноидами-агликонами и эфирными маслами, хвощ – гликозилированными флавоноидами и соединениями кремния. Совместное присутствие этих соединений может обеспечивать более полную нейтрализацию свободных радикалов за счет различных механизмов действия.

Кроме того, соотношение компонентов в растительной композиции может существенно влиять на ее общую антиоксидантную активность. Оптимизация этого соотношения является важной задачей для создания эффективных фитопрепаратов и биологически активных добавок.

Цель настоящей работы – изучение антирадикальной активности спиртовых экстрактов смесей пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) и хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.) при различных соотношениях компонентов (1:1, 1:3, 3:1) с использованием оптимизированного DPPH-метода.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

Получить спиртовые экстракты из смесей пижмы и хвоща в соотношениях 1:1, 1:3 и 3:1 с использованием ультразвуковой экстракции.

Исследовать кинетику ингибирования DPPH-радикала экстрактами при различных объемах (25-100 мкл) в течение 30 минут.

Определить зависимость антиоксидантной активности (AOF%) от объема добавленного экстракта и времени инкубации.

Провести сравнительный анализ активности трех исследуемых композиций и выявить оптимальное соотношение компонентов.

Рассчитать предварительные значения IC_{50} для каждого образца.

Объектами исследования служили надземные части пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) и хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.), собранные в период цветения (июль-август 2024 года) в Бостанлыкском районе Ташкентской области Республики Узбекистан. Сырье идентифицировано и соответствует требованиям Государственной фармакопеи [Государственная фармакопея СССР, 1990].

Сырье высушивали воздушно-теневым способом, измельчали до частиц размером 2-3 мм и хранили в бумажных пакетах в сухом, защищенном от света месте не более 3 месяцев.

Для исследования готовили смеси пижмы и хвоща в массовых соотношениях: **Образец A:** пижма : хвощ = 1 : 1; **Образец B:** пижма : хвощ = 1 : 3; **Образец C:** пижма : хвощ = 3 : 1

Точную навеску (1.0000 ± 0.0005 г) каждой растительной смеси помещали в коническую колбу, приливали 25 мл 96% этанола и подвергали ультразвуковой экстракции в течение 20 минут при комнатной температуре в ультразвуковой ванне "Sapphire" (Китай) с рабочей частотой 35 кГц и мощностью 100 Вт. Полученные экстракты фильтровали через шприцевые фильтры с диаметром пор 0.45 мкм. В связи с высокой антиоксидантной активностью, установленной в предварительных экспериментах, все спиртовые экстракты перед анализом разбавляли 96% этанолом в 10 раз.

Приготовление рабочего раствора DPPH. Раствор DPPH (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил, "Sigma-Aldrich", США, чистота ≥95%) готовили в концентрации 7.92 мМ в 96% этаноле. Раствор защищали алюминиевой фольгой и выдерживали 30 минут при комнатной температуре в темноте для стабилизации.

Проведение анализа. В кварцевую кювету (4 мл) вносили 3 мл рабочего раствора DPPH и 25, 50, 75 или 100 мкл разбавленного экстракта. Общий объем доводили до 3.1 мл добавлением 96% этанола. Контрольный образец содержал 3 мл DPPH и 100 мкл этанола.

Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре YOKE K7000 (Китай) при длине волны 517 нм непосредственно после добавления экстракта (0 мин), а затем через каждые 5 минут в течение 30 минут (5, 10, 15, 20, 25 и 30 мин). Все измерения проводили в трех повторностях (n=3).

Антиоксидантную активность (AOF%) рассчитывали для каждой временной точки по формуле:

$$AOF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \times 100\%$$

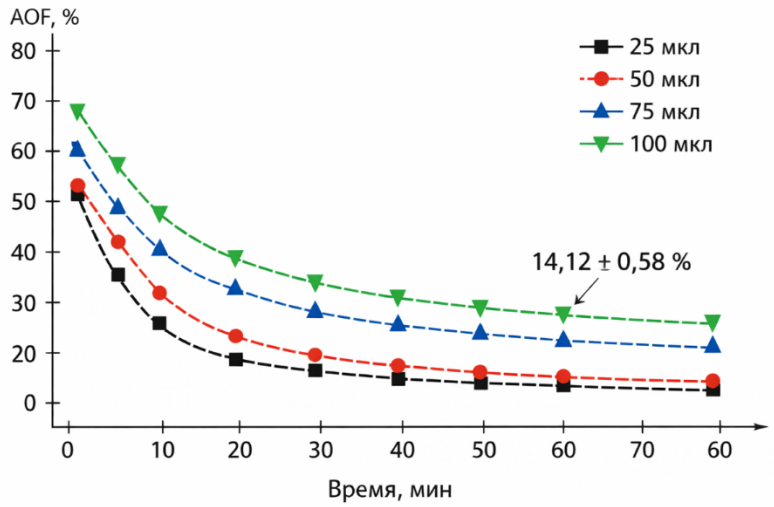
где D_1 – оптическая плотность контрольного образца, D_2 – оптическая плотность опытного образца в соответствующий момент времени.

Для предварительной оценки IC_{50} (объема экстракта, вызывающего 50% ингибирование DPPH-радикала) строили калибровочные кривые зависимости AOF% от объема экстракта для временной точки 30 мин. Результаты представлены как среднее арифметическое значение ± стандартное отклонение (mean ± SD). Статистическую обработку проводили с использованием программ Microsoft Excel 2019 и OriginPro 2021.

Таблица 1. Оптическая плотность (D_2) и AOF% для спиртового экстракта смеси пижма:хвощ = 1:1 (mean ± SD, n=3)

Время, мин	25 мкл	AOF%	50 мкл	AOF%	75 мкл	AOF%	100 мкл	AOF%
0	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00
5	1.025±0.009	2.84±0.15	0.997±0.010	5.50±0.28	0.962±0.009	8.82±0.35	0.917±0.011	13.08±0.52
10	1.023±0.008	3.03±0.16	0.995±0.009	5.69±0.30	0.954±0.010	9.57±0.42	0.916±0.010	13.18±0.48
15	1.019±0.009	3.41±0.18	0.991±0.011	6.07±0.33	0.955±0.009	9.48±0.40	0.914±0.012	13.36±0.55
20	1.018±0.008	3.51±0.17	0.988±0.010	6.35±0.32	0.953±0.011	9.67±0.45	0.913±0.010	13.46±0.50
25	1.017±0.009	3.60±0.19	0.987±0.009	6.45±0.31	0.952±0.010	9.76±0.43	0.911±0.011	13.65±0.53
30	1.015±0.008	**3.79±0.18**	0.985±0.010	**6.64±0.34**	0.949±0.012	**10.05±0.48**	0.906±0.013	**14.12±0.58**

Рисунок 1. Кинетика ингибированиа DPPH-радикала экстрактом смеси пижма:хвощ = 1:1 при различных объемах



Как видно из представленных данных, антиоксидантная активность экстракта смеси 1:1 возрастает с увеличением объема добавленного экстракта и времени инкубации. Наибольшее значение AOF% (14.12 ± 0.58%) достигнуто при добавлении 100 мкл экстракта через 30 минут инкубации.

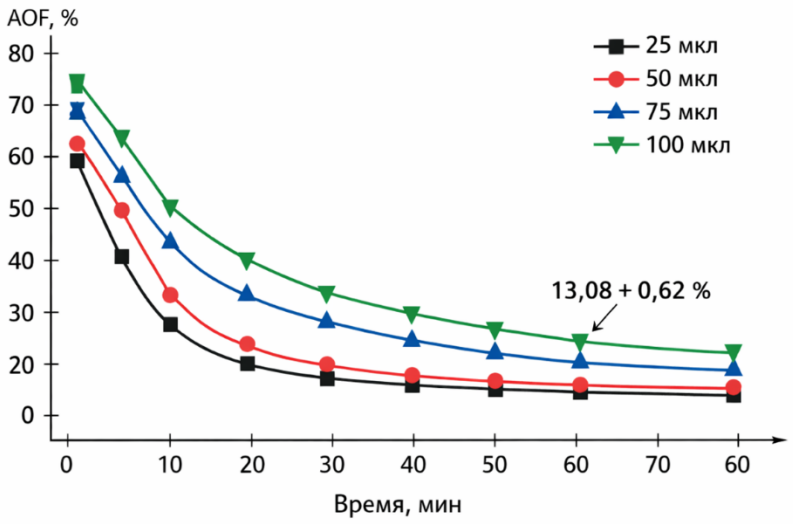
Кинетические кривые показывают, что наиболее интенсивное ингибирование DPPH-радикала происходит в первые 5-10 минут реакции, после чего скорость процесса замедляется, и к 30 минутам наблюдается тенденция к достижению плато. Это свидетельствует о том, что время инкубации 30 минут является достаточным для оценки антирадикальной активности данного экстракта.

Антирадикальная активность экстракта смеси 1:3

Таблица 2. Оптическая плотность (D_2) и AOF% для спиртового экстракта смеси пижма:хвощ = 1:3 (mean ± SD, n=3)

Время, мин	25 мкл	AOF%	50 мкл	AOF%	75 мкл	AOF%	100 мкл	AOF%
0	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00
5	1.031±0.009	2.27±0.12	0.996±0.011	5.59±0.31	0.972±0.010	7.87±0.36	0.947±0.012	10.24±0.51
10	1.029±0.008	2.46±0.13	0.992±0.010	5.97±0.33	0.963±0.011	8.72±0.40	0.940±0.013	10.90±0.55
15	1.026±0.010	2.75±0.15	0.989±0.009	6.26±0.32	0.957±0.012	9.29±0.44	0.934±0.012	11.47±0.52
20	1.024±0.009	2.94±0.16	0.984±0.012	6.73±0.38	0.952±0.011	9.76±0.46	0.927±0.014	12.13±0.60
25	1.021±0.010	3.22±0.17	0.982±0.010	6.92±0.34	0.946±0.013	10.33±0.51	0.921±0.013	12.70±0.58
30	1.018±0.009	**3.51±0.18**	0.981±0.011	**7.01±0.36**	0.941±0.014	**10.81±0.53**	0.917±0.015	**13.08±0.62**

Рисунок 2. Кинетика ингибированиа DPPH-радикала экстрактом смеси пижма:хвощ = 1:3 при различных объемах



Экстракт смеси 1:3 проявляет несколько меньшую антиоксидантную активность по сравнению с образцом 1:1. При добавлении 100 мкл экстракта через 30 минут AOF% составляет 13.08 ± 0.62%, что на 7.4% ниже, чем для смеси 1:1.

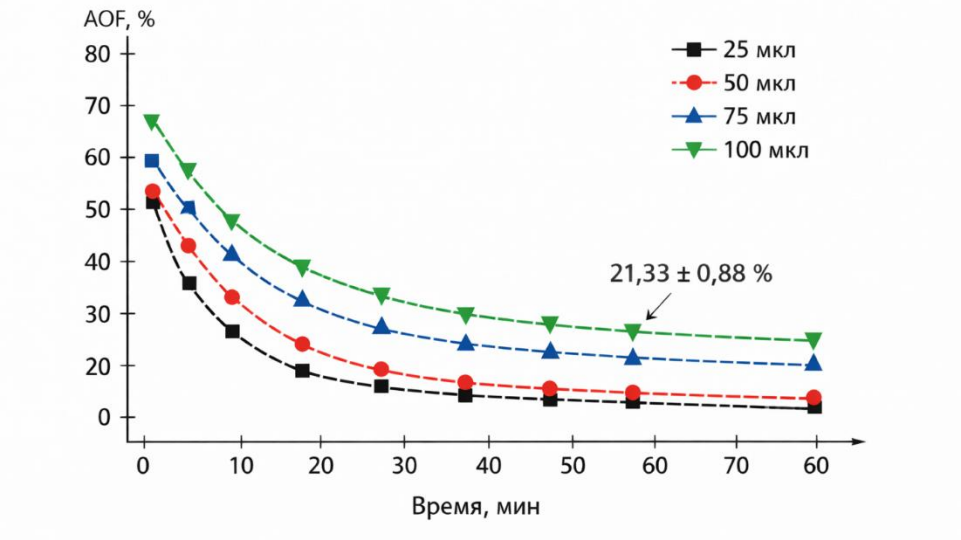
Кинетические кривые для этого образца также демонстрируют наиболее быстрое ингибирование в первые 10-15 минут с последующим замедлением. Однако абсолютные значения AOF% при всех объемах и временных точках ниже, чем для образца 1:1.

Антирадикальная активность экстракта смеси 3:1

Таблица 3. Оптическая плотность (D_2) и AOF% для спиртового экстракта смеси пижма:хвощ = 3:1 (mean ± SD, n=3)

Время, мин	25 мкл	AOF%	50 мкл	AOF%	75 мкл	AOF%	100 мкл	AOF%
0	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00
5	1.029±0.009	2.46±0.13	0.963±0.011	8.72±0.41	0.899±0.013	14.79±0.65	0.863±0.014	18.20±0.72
10	1.023±0.008	3.03±0.15	0.957±0.010	9.29±0.43	0.894±0.012	15.26±0.63	0.853±0.015	19.15±0.78
15	1.015±0.010	3.79±0.19	0.954±0.012	9.57±0.47	0.891±0.014	15.55±0.68	0.847±0.016	19.72±0.81
20	1.009±0.011	4.36±0.22	0.951±0.011	9.86±0.45	0.888±0.013	15.83±0.66	0.841±0.015	20.28±0.79
25	1.007±0.009	4.55±0.20	0.946±0.013	10.33±0.51	0.883±0.015	16.30±0.71	0.835±0.017	20.85±0.85
30	0.999±0.012	**5.31±0.24**	0.944±0.014	**10.52±0.52**	0.880±0.016	**16.59±0.73**	0.830±0.018	**21.33±0.88**

Рисунок 3. Кинетика ингибированиа DPPH-радикала экстрактом смеси пижма:хвощ = 3:1 при различных объемах



Экстракт смеси 3:1 проявляет наиболее высокую антиоксидантную активность среди всех исследованных образцов. При добавлении 100 мкл экстракта через 30 минут AOF% составляет 21.33 ± 0.88%, что в 1.5 раза выше, чем для смеси 1:1, и в 1.63 раза выше, чем для смеси 1:3.

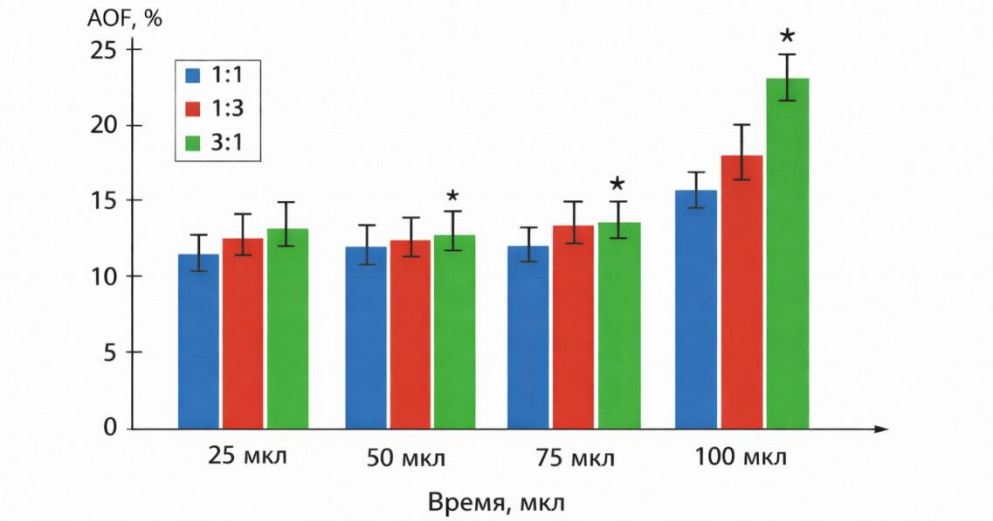
Особенно заметно превосходство этого образца проявляется уже на ранних этапах реакции. Так, через 5 минут инкубации при добавлении 100 мкл AOF% достигает 18.20%, в то время как для смесей 1:1 и 1:3 этот показатель составляет 13.08% и 10.24% соответственно. Это свидетельствует о более высокой концентрации быстро реагирующих антиоксидантных соединений в экстракте с преобладанием пижмы.

Сравнительный анализ активности при 30 минутах инкубации

Таблица 4. Сравнение AOF% спиртовых экстрактов при различных объемах (30 мин инкубации)

Объем, мкл	**1:01**	**1:03**	**3:01**
25	3.79 ± 0.18	3.51 ± 0.18	5.31 ± 0.24
50	6.64 ± 0.34	7.01 ± 0.36	10.52 ± 0.52
75	10.05 ± 0.48	10.81 ± 0.53	16.59 ± 0.73
100	14.12 ± 0.58	13.08 ± 0.62	21.33 ± 0.88

Рисунок 4. Сравнительная диатрамма AOF% спиртовых экстрактов при различных объемах (30 мин)

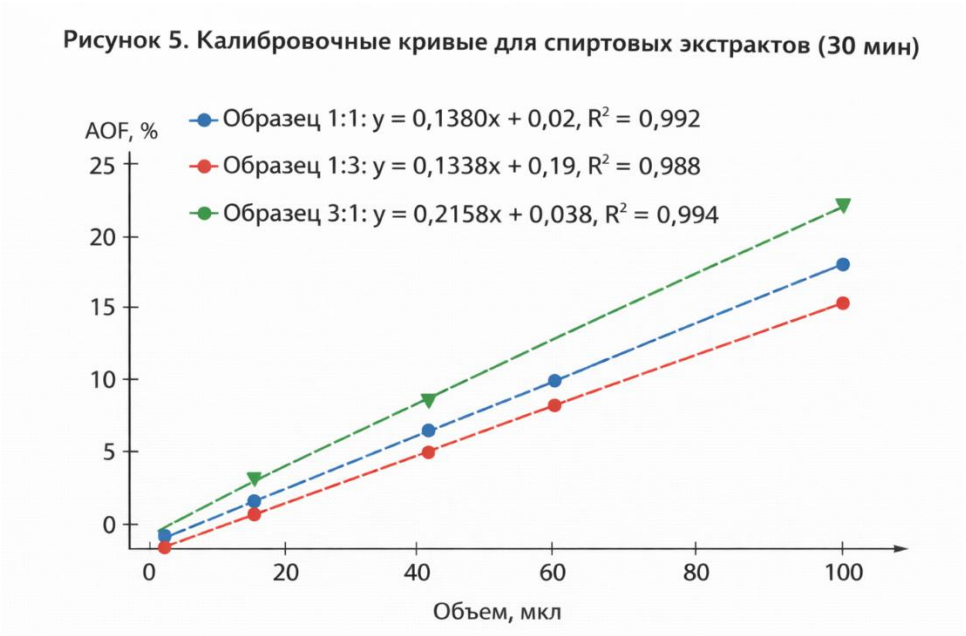


Как видно из представленных данных, для всех исследованных объемов экстракт с соотношением компонентов 3:1 демонстрирует статистически значимо более высокую антиоксидантную активность ($p < 0.05$). Экстракты с соотношениями 1:1 и 1:3 при объемах 25-75 мкл показывают сопоставимые результаты, однако при объеме 100 мкл активность образца 1:1 (14.12%) несколько превышает активность образца 1:3 (13.08%).

Зависимость AOF% от объема экстракта и расчет IC_{50}

Для количественной оценки антиоксидантной активности строили калибровочные кривые зависимости AOF% от объема экстракта для временной точки 30 мин.

Рисунок 5. Калибровочные кривые для спиртовых экстрактов (30 мин)



Высокие значения коэффициентов детерминации ($R^2 > 0.98$) подтверждают линейность зависимости в исследуемом диапазоне объемов и позволяют использовать полученные уравнения для расчета IC_{50}.

Таблица 5. Значения IC_{50} для спиртовых экстрактов

Образец	Уравнение регрессии	R^2	IC_{50}, мкл
1:01	y = 0.1380x + 0.02	0.992	362.17
1:03	y = 0.1338x + 0.19	0.988	372.27
3:01	y = 0.2158x + 0.038	0.994	**231.52**

Полученные значения IC_{50} полностью коррелируют с данными по AOF%: наименьшее значение IC_{50} (наибольшая активность) соответствует образцу 3:1, наибольшее значение IC_{50} (наименьшая активность) – образцу 1:3.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В результате проведенных исследований изучена антирадикальная активность спиртовых экстрактов смесей пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) и хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.) при соотношениях компонентов 1:1, 1:3 и 3:1 с использованием оптимизированного DPPH-метода. Установлено, что все исследованные экстракты проявляют дозозависимую антирадикальную активность, возрастающую с увеличением объема добавленного экстракта и времени инкубации. Кинетика ингибирования DPPH-радикала имеет двухфазный характер с быстрой начальной фазой (первые 5-10 минут) и медленной фазой (10-30 минут). Выявлено, что наибольшей антиоксидантной активностью обладает экстракт смеси с соотношением пижма:хвощ = 3:1. При добавлении 100 мкл этого экстракта через 30 минут инкубации AOF% составляет 21.33 ± 0.88%, что в 1.5 раза выше, чем для смеси 1:1 (14.12%), и в 1.63 раза выше, чем для смеси 1:3 (13.08%). Рассчитаны значения IC_{50} для всех исследованных образцов: 1:1 – 362.17 мкл, 1:3 – 372.27 мкл, 3:1 – **231.52 мкл**. Наименьшее значение IC_{50} (наибольшая активность) соответствует образцу с преобладанием пижмы. Полученные результаты позволяют рекомендовать спиртовой экстракт смеси пижмы и хвоща в соотношении 3:1 как наиболее перспективный для дальнейших исследований и практического применения в качестве природного источника антиоксидантов. Настоящее исследование создает основу для последующих работ по изучению водных экстрактов тех же композиций, кинетическому анализу, детальному расчету IC_{50} с учетом всех временных точек и разработке практических рекомендаций.

Литературы

1. Blois, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200.
2. Gulcin, I., Beydemir, S., Sat, I.G., Kufrevioglu, O.I. Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Alimentaria Hung, 2005, 34, 193–202.
3. Askarov I.R., Muminov M.M., Yusupov M.A. Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, 173-177.
4. Askarov, I.R., Abdullaev, S.S., Mamatkulova, S.A., & Abdulloev, O.S. Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common unabi fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 2024, 3(3), 179–205.
5. Halliwell, B. Biochemistry of oxidative stress. Biochemical Society Transactions, 2007, 35(5), 1147-1150.
6. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacognosy Reviews, 2010, 4(8), 118-126.
7. Williams, R.J., Spencer, J.P., Rice-Evans, C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? Free Radical Biology and Medicine, 2004, 36(7), 838-849.
8. Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biology and Medicine, 1996, 20(7), 933-956.

9. Ivănescu, B., Tuchiluș, C., Corciovă, A., et al. Antioxidant and antimicrobial potential of Tanacetum vulgare L. extracts. Farmacia, 2018, 66(3), 456-461.
10. Бубенчикова, В.Н., Кондратова, Ю.А., Бубенчиков, Р.А. Изучение фенольных соединений пижмы обыкновенной. Химия растительного сырья, 2019, (3), 115-122.
11. Mimica-Dukić, N., Simin, N., Cvejić, J., et al. Phenolic compounds in Equisetum arvense L. and their antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(15), 6630-6636.
12. Stajner, D., Popović, B.M., Čanadanović-Brunet, J., et al. Antioxidant and scavenging activities of Equisetum arvense L. extracts. Journal of the Serbian Chemical Society, 2009, 74(1), 21-31.
13. Nagai, T., Myoda, T., Nagashima, T. Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (Equisetum arvense L.). Food Chemistry, 2005, 91(3), 389-394.
14. Канарская, З.А., Канарский, А.В., Семакина, Н.В. Исследование антиоксидантной активности экстрактов хвоща полевого. Вестник Казанского технологического университета, 2017, 20(14), 151-154.
15. Molyneux, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 2004, 26(2), 211-219.
16. Prior, R.L., Wu, X., Schaich, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(10), 4290-4302.
17. Mishra, K., Ojha, H., Chaudhury, N.K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. Food Chemistry, 2012, 130(4), 1036-1043.
18. Государственная фармакопея СССР. XI издание, выпуск 2. М.: Медицина, 1990, 400 с.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ANTIRADICAL ACTIVITY OF ETHANOLIC EXTRACTS OF COMMON TANSY (TANACETUM VULGARE L.) AND FIELD HORSETAIL (EQUISETUM ARVENSE L.)

Akmaljon N. Askarov
Andijan State Medical Institute, 2nd-year Master's student in "Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy"
https://orcid.org/0009-0001-4654-1094
E-mail: asqarov2541@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.605

Keywords: common tansy, Tanacetum vulgare, field horsetail, Equisetum arvense, alcoholic extracts, antiradical activity, DPPH assay, IC_{50}, flavonoids, synergism

Annotation

The present study investigated the antiradical activity of ethanolic extracts of mixtures of common tansy (Tanacetum vulgare L.) and field horsetail (Equisetum arvense L.) at different component ratios (1:1, 1:3, 3:1) using the optimized DPPH assay. The kinetics of radical inhibition were evaluated and IC_{50} values were calculated. All extracts demonstrated dose- and time-dependent antiradical activity. The highest activity was observed for the 3:1 mixture (AOF% = 21.33 ± 0.88%), which also showed the lowest IC_{50} value (231.52 µL). The results indicate a synergistic enhancement of antioxidant activity in compositions with a predominance of Tanacetum vulgare and suggest its potential as a promising natural source of antioxidants.

How to Cite

Askarov, A. N. ANTIRADICAL ACTIVITY OF ETHANOLIC EXTRACTS OF COMMON TANSY (TANACETUM VULGARE L.) AND FIELD HORSETAIL (EQUISETUM ARVENSE L.). Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.605

Plant antioxidants are attracting increasing attention from researchers due to their ability to neutralize free radicals and prevent the development of oxidative stress — a key factor in the pathogenesis of many diseases, including cardiovascular, neurodegenerative, and oncological disorders, as well as premature aging [Halliwell, 2007; Lobo et al., 2010]. The search for new natural sources of antioxidants and the development of effective phytocompositions based on them represent one of the priority tasks of modern pharmacy and the food industry.

Among promising sources of natural antioxidants, particular attention should be given to common tansy (*Tanacetum vulgare L.*) and field horsetail (*Equisetum arvense L.*), plants widely distributed in Uzbekistan and traditionally used in folk medicine. Common tansy (*Tanacetum vulgare L.*) is a perennial herbaceous plant of the Asteraceae family containing significant amounts of biologically active compounds with antioxidant properties. The main components responsible for its antiradical activity are flavonoids (luteolin, apigenin, quercetin, kaempferol, and their glycosides) and phenolic acids (chlorogenic, caffeic, and ferulic acids) [Williams et al., 2004; Rice-Evans et al., 1996].

Studies by Ivănescu et al. (2018) demonstrated that tansy extracts exhibit a pronounced ability to inhibit the DPPH radical, with activity correlating with the total phenolic content. Bubenchikova et al. (2019) reported that the flavonoid content in the aerial parts of tansy can reach 5–7% calculated as luteolin. Field horsetail (*Equisetum arvense L.*) is a perennial spore-bearing plant of the Equisetaceae family, characterized by a high content of flavonoids (isoquercitrin, kaempferol-3-sophoroside, luteolin-7-glycoside, equisetrin), phenolic acids (caffeic, ferulic, chlorogenic), and silicon compounds [Mimica-Dukić et al., 2008; Holzapfel et al., 2009].

The antioxidant activity of field horsetail has been confirmed in studies by Stajner et al. (2009) and Nagai et al. (2005), which showed that horsetail extracts effectively inhibit the DPPH radical and possess metal ion chelating capacity. Kanarskaya et al. (2017) established a correlation between total phenolic content and the antiradical activity of horsetail extracts. Despite the considerable number of studies devoted to the antioxidant properties of common tansy and field horsetail individually, investigations of compositions based on these plants are practically absent. Meanwhile, combining plants with different but complementary chemical compositions may lead to a synergistic enhancement of antioxidant effects. Common tansy is rich in flavonoid aglycones and essential oils, whereas field horsetail contains glycosylated flavonoids and silicon compounds. The simultaneous presence of these compounds may provide more complete neutralization of free radicals through different mechanisms of action.

In addition, the ratio of components in a plant composition may significantly influence its overall antioxidant activity. Optimization of this ratio is an important task for the development of effective phytopreparations and dietary supplements. The aim of the present study was to investigate the antiradical activity of alcoholic extracts of mixtures of common tansy (*Tanacetum vulgare L.*) and field horsetail (*Equisetum arvense L.*) at different component ratios (1:1, 1:3, 3:1) using the optimized DPPH method.

To achieve this aim, the following objectives were addressed:

To obtain alcoholic extracts from mixtures of tansy and horsetail at ratios of 1:1, 1:3, and 3:1 using ultrasonic extraction.

To study the kinetics of DPPH radical inhibition by the extracts at different volumes (25–100 µl) over 30 minutes.

To determine the dependence of antioxidant activity (AOF%) on the volume of added extract and incubation time.

To perform a comparative analysis of the activity of the three studied compositions and identify the optimal component ratio.

To calculate preliminary IC_{50} values for each sample.

The objects of the study were the aerial parts of common tansy (*Tanacetum vulgare L.*) and field horsetail (*Equisetum arvense L.*), collected during the flowering period (July–August 2024) in the Bostanlyk district of the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan. The raw material was identified and complies with the requirements of the State Pharmacopoeia [State Pharmacopoeia of the USSR, 1990]. The plant material was air-dried in the shade, ground to particles of 2–3 mm, and stored in paper bags in a dry, light-protected place for no more than 3 months.

For the study, mixtures of tansy and horsetail were prepared in the following mass ratios: Sample A: tansy : horsetail = 1 : 1 Sample; B: tansy : horsetail = 1 : 3; Sample C: tansy : horsetail = 3 : 1 An accurately weighed portion (1.0000 ± 0.0005 g) of each plant mixture was placed in a conical flask, 25 ml of 96% ethanol was added, and ultrasonic extraction was performed for 20 minutes at room temperature in a “Sapphire” ultrasonic bath (China) operating at 35 kHz and 100 W. The obtained extracts were filtered through syringe filters with a pore diameter of 0.45 µm. Due to the high antioxidant activity established in preliminary experiments, all alcoholic extracts were diluted 10-fold with 96% ethanol before analysis.

Preparation of the DPPH working solution. A DPPH solution (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, “Sigma-Aldrich,” USA, purity ≥95%) was prepared at a concentration of 7.92 mM in 96% ethanol. The solution was protected with aluminum foil and kept in the dark at room temperature for 30 minutes to allow stabilization. Analysis procedure. In a 4 ml quartz cuvette, 3 ml of the DPPH working solution and 25, 50, 75, or 100 µl of the diluted extract were added. The total volume was adjusted to 3.1 ml with 96% ethanol. The control sample contained 3 ml of DPPH and 100 µl of ethanol.Absorbance was measured using a YOKE K7000 spectrophotometer (China) at 517 nm immediately after extract addition (0 min) and then every 5 minutes over 30 minutes (5, 10, 15, 20, 25, and 30 min). All measurements were performed in triplicate (n = 3).

Antioxidant activity (AOF%) was calculated for each time point using the formula:

$$AOF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \times 100\%$$

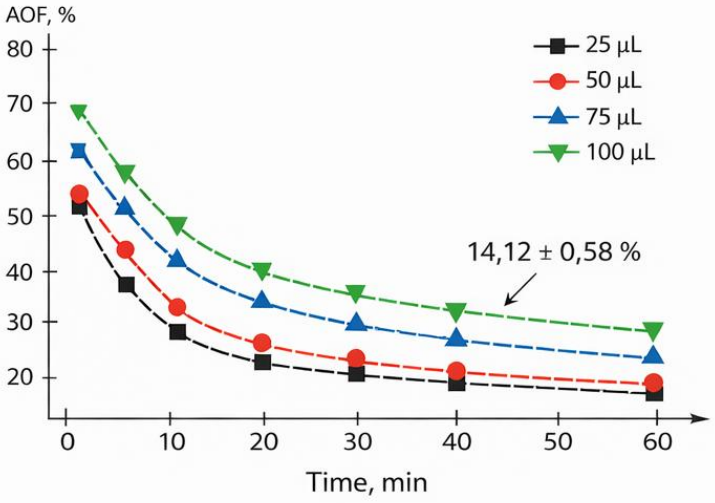
where D_1 is the absorbance of the control sample and D_2 is the absorbance of the test sample at the corresponding time point.

For preliminary estimation of IC_{50} (the extract volume causing 50% inhibition of the DPPH radical), calibration curves of AOF% versus extract volume were constructed for the 30-minute time point. Results are presented as mean ± standard deviation (mean ± SD). Statistical analysis was performed using Microsoft Excel 2019 and OriginPro 2021 software.

Table 1. Absorbance (D_2) and AOF% for the alcoholic extract of the tansy:horsetail mixture = 1:1 (mean ± SD, n=3)

Time, min	25 mkl	AOF%	50 мmkl	AOF%	75 mkl	AOF%	100 mkl	AOF%
0	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00
5	1.025±0.009	2.84±0.15	0.997±0.010	5.50±0.28	0.962±0.009	8.82±0.35	0.917±0.011	13.08±0.52
10	1.023±0.008	3.03±0.16	0.995±0.009	5.69±0.30	0.954±0.010	9.57±0.42	0.916±0.010	13.18±0.48
15	1.019±0.009	3.41±0.18	0.991±0.011	6.07±0.33	0.955±0.009	9.48±0.40	0.914±0.012	13.36±0.55
20	1.018±0.008	3.51±0.17	0.988±0.010	6.35±0.32	0.953±0.011	9.67±0.45	0.913±0.010	13.46±0.50
25	1.017±0.009	3.60±0.19	0.987±0.009	6.45±0.31	0.952±0.010	9.76±0.43	0.911±0.011	13.65±0.53
30	1.015±0.008	**3.79±0.18**	0.985±0.010	**6.64±0.34**	0.949±0.012	**10.05±0.48**	0.906±0.013	**14.12±0.58**

Figure 1. Kinetics of DPPH radical inhibition by the extract of a tansy:horsetail = 1:1 mixture at different volumes



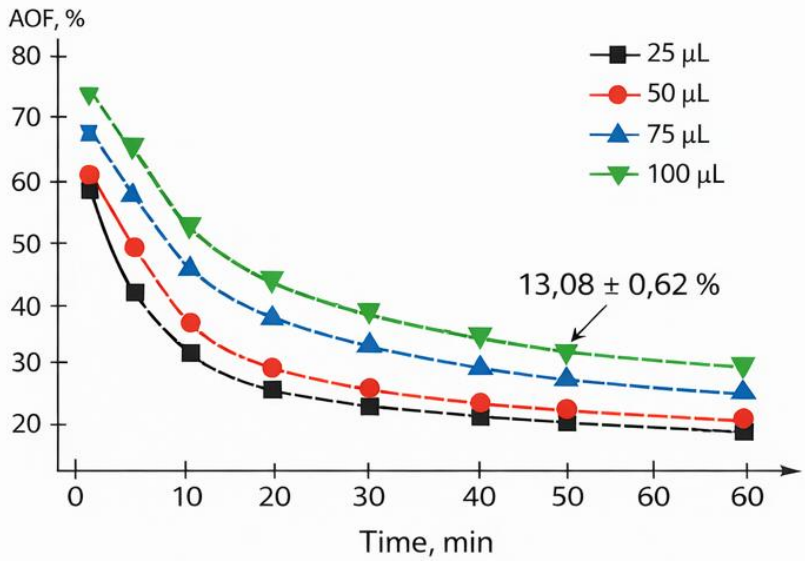
As shown by the data, the antioxidant activity of the 1:1 mixture extract increases with both the volume of added extract and incubation time. The highest AOF% value (14.12 ± 0.58%) was achieved with the addition of 100 µl of extract after 30 minutes of incubation. The kinetic curves indicate that the most intensive inhibition of the DPPH radical occurs during the first 5–10 minutes of the reaction, after which the rate decreases and a tendency toward a plateau is observed by 30 minutes. This confirms that an incubation time of 30 minutes is sufficient to evaluate the antiradical activity of this extract.

Antiradical activity of the 1:3 mixture extract

Table 2. Absorbance (D_2) and AOF% for the alcoholic extract of the tansy:horsetail mixture = 1:3 (mean ± SD, n=3)

Time, min	25 mkl	AOF%	50 mkl	AOF%	75 mkl	AOF%	100 mkl	AOF%
0	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00
5	1.031±0.009	2.27±0.12	0.996±0.011	5.59±0.31	0.972±0.010	7.87±0.36	0.947±0.012	10.24±0.51
10	1.029±0.008	2.46±0.13	0.992±0.010	5.97±0.33	0.963±0.011	8.72±0.40	0.940±0.013	10.90±0.55
15	1.026±0.010	2.75±0.15	0.989±0.009	6.26±0.32	0.957±0.012	9.29±0.44	0.934±0.012	11.47±0.52
20	1.024±0.009	2.94±0.16	0.984±0.012	6.73±0.38	0.952±0.011	9.76±0.46	0.927±0.014	12.13±0.60
25	1.021±0.010	3.22±0.17	0.982±0.010	6.92±0.34	0.946±0.013	10.33±0.51	0.921±0.013	12.70±0.58
30	1.018±0.009	**3.51±0.18**	0.981±0.011	**7.01±0.36**	0.941±0.014	**10.81±0.53**	0.917±0.015	**13.08±0.62**

Figure 2. Kinetics of DPPH radical inhibition by the extract of a tansy:horsetail = 1:3 mixture at different volumes

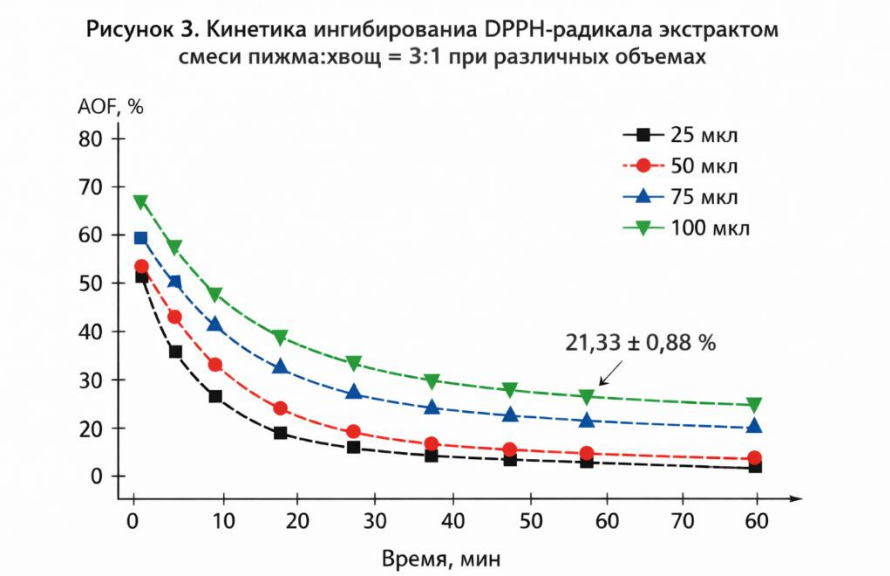


The 1:3 mixture extract exhibits slightly lower antioxidant activity compared to the 1:1 sample. Upon addition of 100 µl of extract, AOF% after 30 minutes was 13.08 ± 0.62%, which is 7.4% lower than that of the 1:1 mixture. The kinetic curves for this sample also demonstrate the fastest inhibition within the first 10–15 minutes followed by a slowdown. However, the absolute AOF% values at all volumes and time points are lower than those of the 1:1 sample.

Antiradical activity of the 3:1 mixture extract

Table 3. Absorbance (D_2) and AOF% for the alcoholic extract of the tansy:horsetail mixture = 3:1 (mean ± SD, n=3)

Time, min	25 mkl	AOF%	50 mkl	AOF%	75 mkl	AOF%	100 mkl	AOF%
0	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00	1.055±0.008	0.00
5	1.029±0.009	2.46±0.13	0.963±0.011	8.72±0.41	0.899±0.013	14.79±0.65	0.863±0.014	18.20±0.72
10	1.023±0.008	3.03±0.15	0.957±0.010	9.29±0.43	0.894±0.012	15.26±0.63	0.853±0.015	19.15±0.78
15	1.015±0.010	3.79±0.19	0.954±0.012	9.57±0.47	0.891±0.014	15.55±0.68	0.847±0.016	19.72±0.81
20	1.009±0.011	4.36±0.22	0.951±0.011	9.86±0.45	0.888±0.013	15.83±0.66	0.841±0.015	20.28±0.79
25	1.007±0.009	4.55±0.20	0.946±0.013	10.33±0.51	0.883±0.015	16.30±0.71	0.835±0.017	20.85±0.85
30	0.999±0.012	**5.31±0.24**	0.944±0.014	**10.52±0.52**	0.880±0.016	**16.59±0.73**	0.830±0.018	**21.33±0.88**

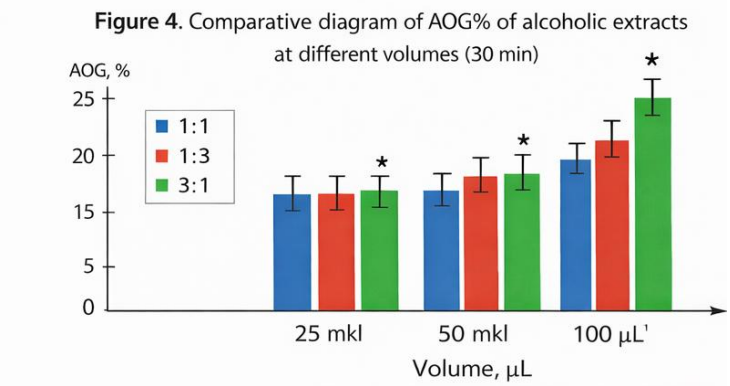


The 3:1 mixture extract demonstrates the highest antioxidant activity among all studied samples. Upon addition of 100 µl of extract, AOF% after 30 minutes reached 21.33 ± 0.88%, which is 1.5 times higher than that of the 1:1 mixture and 1.63 times higher than that of the 1:3 mixture. The superiority of this sample is evident even at early stages of the reaction. After 5 minutes of incubation with 100 µl of extract, AOF% reached 18.20%, whereas for the 1:1 and 1:3 mixtures it was 13.08% and 10.24%, respectively. This indicates a higher concentration of rapidly reacting antioxidant compounds in the extract with predominance of tansy.

Comparative analysis at 30 minutes of incubation

Table 4. Comparison of AOF% values for alcoholic extracts at different volumes (30 min incubation)

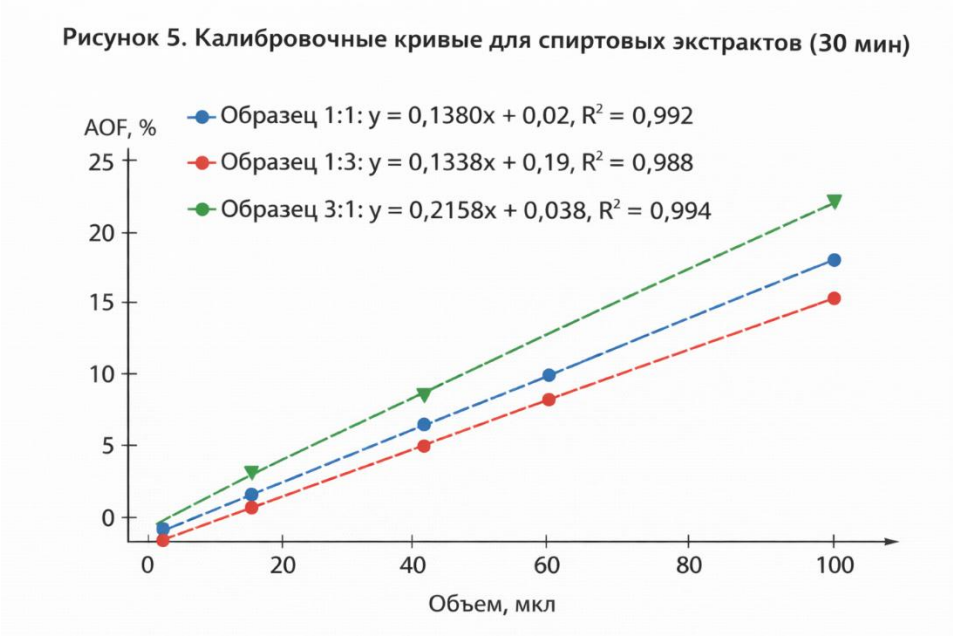
Объем, мкл	**1 : 1**	**1 : 3**	**3 : 1**
25	3.79 ± 0.18	3.51 ± 0.18	5.31 ± 0.24
50	6.64 ± 0.34	7.01 ± 0.36	10.52 ± 0.52
75	10.05 ± 0.48	10.81 ± 0.53	16.59 ± 0.73
100	14.12 ± 0.58	13.08 ± 0.62	21.33 ± 0.88



As shown, for all studied volumes the extract with a 3:1 component ratio demonstrates statistically significantly higher antioxidant activity ($p < 0.05$). Extracts with ratios 1:1 and 1:3 show comparable results at volumes of 25–75 µl; however, at 100 µl the activity of the 1:1 sample (14.12%) slightly exceeds that of the 1:3 sample (13.08%).

Dependence of AOF% on extract volume and IC_{50} calculation

For quantitative evaluation of antioxidant activity, calibration curves of AOF% versus extract volume were constructed for the 30-minute time point.



High coefficients of determination ($R^2 > 0.98$) confirm the linearity of the relationship within the studied volume range and allow the use of the obtained equations for IC_{50} calculation.

Table 5. IC_{50} values for alcoholic extracts

Образец	**Уравнение регрессии**	**R^2**	**IC_{50}, мкл**
1:01	y = 0.1380x + 0.02	0.992	362.17
1:03	y = 0.1338x + 0.19	0.988	372.27
3:01	y = 0.2158x + 0.038	0.994	**231.52**

The obtained IC_{50} values fully correlate with the AOF% data: the lowest IC_{50} value (highest activity) corresponds to the 3:1 sample, while the highest IC_{50} value (lowest activity) corresponds to the 1:3 sample.

CONCLUSION. The antiradical activity of alcoholic extracts of mixtures of common tansy (*Tanacetum vulgare L.*) and field horsetail (*Equisetum arvense L.*) at component ratios of 1:1, 1:3, and 3:1 was investigated using the optimized DPPH method. All studied extracts exhibited dose-dependent antiradical activity, increasing with both extract volume and incubation time. The kinetics of DPPH radical inhibition showed a biphasic pattern with a rapid initial phase (first 5–10 minutes) followed by a slower phase (10–30 minutes). The highest antioxidant activity was demonstrated by the extract with a tansy:horsetail ratio of 3:1. Upon addition of 100 µl of this extract, AOF% after 30 minutes reached 21.33 ± 0.88%, which is 1.5 times higher than for the 1:1 mixture (14.12%) and 1.63 times higher than for the 1:3 mixture (13.08%). The calculated IC_{50} values were: 1:1 – 362.17 µl; 1:3 – 372.27 µl; 3:1 – 231.52 µl. The lowest IC_{50} value (highest activity) corresponds to the sample with predominance of tansy. The obtained results allow recommending the alcoholic extract of the tansy–horsetail mixture in a 3:1 ratio as the most

promising for further research and practical application as a natural source of antioxidants. The present study provides a basis for subsequent investigations of aqueous extracts of the same compositions, kinetic analysis, detailed IC_{50} calculation considering all time points, and development of practical recommendations.

References

1. Blois, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200.
2. Gulcin, I., Beydemir, S., Sat, I.G., Kufrevioglu, O.I. Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Alimentaria Hung, 2005, 34, 193–202.
3. Askarov I.R., Muminov M.M., Yusupov M.A. Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, 173-177.
4. Askarov, I.R., Abdullaev, S.S., Mamatkulova, S.A., & Abdulloev, O.S. Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common unabi fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 2024, 3(3), 179–205.
5. Halliwell, B. Biochemistry of oxidative stress. Biochemical Society Transactions, 2007, 35(5), 1147-1150.
6. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacognosy Reviews, 2010, 4(8), 118-126.
7. Williams, R.J., Spencer, J.P., Rice-Evans, C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? Free Radical Biology and Medicine, 2004, 36(7), 838-849.
8. Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biology and Medicine, 1996, 20(7), 933-956.
9. Ivănescu, B., Tuchiluș, C., Corciovă, A., et al. Antioxidant and antimicrobial potential of Tanacetum vulgare L. extracts. Farmacia, 2018, 66(3), 456-461.
10. Бубенчикова, В.Н., Кондратова, Ю.А., Бубенчиков, Р.А. Изучение фенольных соединений пижмы обыкновенной. Химия растительного сырья, 2019, (3), 115-122.
11. Mimica-Dukić, N., Simin, N., Cvejić, J., et al. Phenolic compounds in Equisetum arvense L. and their antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(15), 6630-6636.
12. Stajner, D., Popović, B.M., Čanadanović-Brunet, J., et al. Antioxidant and scavenging activities of Equisetum arvense L. extracts. Journal of the Serbian Chemical Society, 2009, 74(1), 21-31.
13. Nagai, T., Myoda, T., Nagashima, T. Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (Equisetum arvense L.). Food Chemistry, 2005, 91(3), 389-394.
14. Канарская, З.А., Канарский, А.В., Семакина, Н.В. Исследование антиоксидантной активности экстрактов хвоща полевого. Вестник Казанского технологического университета, 2017, 20(14), 151-154.
15. Molyneux, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 2004, 26(2), 211-219.
16. Prior, R.L., Wu, X., Schaich, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(10), 4290-4302.
17. Mishra, K., Ojha, H., Chaudhury, N.K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. Food Chemistry, 2012, 130(4), 1036-1043.
18. Государственная фармакопея СССР. XI издание, выпуск 2. М.: Медицина, 1990, 400 с.

QALQONSIMON BEZ JARROHLIGI (TIREOIDEKTOMIYA)DAN KEYINGI ASORATLAR: O‘ZBEKISTONDAGI AMALIYOT, YEVROPA VA MDH TAJRIBASI ASOSIDA TAXLIL

Ibragim Rahmonovich Asqarov
Andijon davlat universiteti, kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan ixtirochi, O‘zbekiston tabobat akademiyasi raisi
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Axrorjon Mirxalimovich Toshpulatov
Andijon viloyat onkologiya shifoxonasi, bosh shifokor
https://orcid.org/0009-0004-1882-1234
E-mail: toshpulatovaxrorjon1981@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.595

Kalit so’zlar: tireoidektomiya, gipokalsiyemiya, gipoparatireoz, qaytalanuvchi halqum nervi, neyromonitoring, gematoma.

Annotatsiya

Qalqonsimon bez kasalliklarini xirurgik davolash (gemitireoidektomiya, subtotal rezeksiya, total tireoidektomiya va limfodisseksiya) hozirgi endokrin jarrohlik amaliyotining eng ko‘p qo‘llanadigan yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Amaliyotlar xavfsizligi sezilarli oshganiga qaramay, operatsiyadan keyingi asoratlar — gipokalsiyemiya/gipoparatireoz, qaytalanuvchi halqum nervi (RLN) shikastlanishi, yuqori halqum nervining tashqi shoxi (EBSLN) shikastlanishi, qon ketish/gematoma, infeksiya, disfagiya, tireotoksik kriz (kam), havo yo‘llari bilan bog‘liq asoratlar va uzoq muddatli hayot sifatiga ta’sir etuvchi holatlar — dolzarb muammo bo‘lib qolmoqda. Ushbu maqolada asoratlarning tasnifi, patogenezi, klinik ko‘rinishlari, xavf omillari, profilaktika va davolashning zamonaviy yondashuvlari bayon qilinadi; Yevropa va MDH davlatlaridan namunaviy tadqiqotlar keltiriladi va asosiy e’tibor O‘zbekistondagi amaliy sharoitga qaratilgan. Biz tomonimizdan oshirilgan jarroxlik amaliyotlardan keyingi assoratlar kiyosiy taxlil qilingan.

Havola uchun

Asqarov, I. R., & Toshpulatov, A. M. QALQONSIMON BEZ JARROHLIGI (TIREOIDEKTOMIYA)DAN KEYINGI ASORATLAR: O‘ZBEKISTONDAGI AMALIYOT, YEVROPA VA MDH TAJRIBASI ASOSIDA TAXLIL. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.595

Kirish. Qalqonsimon bez kasalliklari, jumladan ko‘p tugunli va toksik zob, Grevs kasalligi, shuningdek follikulyar va papillyar karsinoma keng tarqalgan patologiyalar qatoriga kiradi va ko‘pincha jarrohlik davolashni talab qiladi. Tireoidektomiya turli hajmlarda ayrim nozologiyalar uchun radikallik va natijalarning prognoz qilinuvchanligini ta’minlaydi, biroq ayni paytda asoratlar nisbatan past absolyut chastotada uchrasa ham, nafas olishga, ovoz funksiyasiga, hayot sifatiga ta’siri hamda uzoq muddatli dori-darmon bilan korreksiya zarurati sababli sezilarli klinik “narx”ga ega bo‘lgan operatsiyalar sirasiga kiradi.

Jarrohlik texnikasining rivojlanishi (anatomik asoslangan disseksiya bosqichlari, nervlarni vizual identifikatsiya qilish, zamonaviy energiya asboblaridan foydalanish, intraoperatsion neyromonitoringni joriy etish, gemostaz va operatsiyadan keyingi kuzatuv protokollarini unifikatsiya qilish) aralashuvlarning umumiy xavfsizlik darajasini oshirdi. Shunga qaramay, ayrim asoratlar hanuz dolzarbligini saqlab qolmoqda va hatto ixtisoslashgan yuqori hajmli markazlarda ham qayd etiladi. Yevropa sifat yondashuvlari

shuni ta’kidlaydiki, onkologik radikallik va tireotoksikozni nazorat qilish bilan bir qatorda, eng muhim maqsad qisqa muddatli va uzoq muddatli nojo‘ya oqibatlarni, avvalo gipoparatireoz va hiqildoq nervlari shikastlanishlarini minimallashtirishdir [1].

O‘zbekiston uchun mavzuning amaliy ahamiyati mintaqaviy xususiyatlar bilan yanada kuchayishi mumkin: endemik zob tarixi, bemorlarning ko‘pincha kech murojaat qilishi, yirik va retrosternal zoblarning uchrashi, takroriy operatsiyalarning ma’lum ulushi, shuningdek yuqori texnologik yechimlarga (masalan, IONM) kirish imkoniyatining bir tekis bo‘lmasligi va markazlar o‘rtasida kadr hamda moddiy-texnik ta’minotdagi farqlar. Bunday vaziyatda xavfsizlikning “boshqariladigan” omillari ayniqsa muhim: standartlashtirilgan bosqichma-bosqich texnika, RLN ni identifikatsiya qilish intizomi, paratireoid bezlarni ehtiyotkor saqlash, protokollashtirilgan gemostaz va kaltsiy almashinuvini erta laborator monitoringi. Bu yo‘nalishlar, mohiyatan, uskunalarning bir qismi hamma joyda mavjud bo‘lmasa ham, qayta ishlab bo‘ladigan (reproduktiv) sifatning asosini shakllantiradi [1,8].

Tadqiqot maqsadi — tireoidektomiyaning eng muhim asoratlari (patogenez, klinika, diagnostika, xavf omillari, profilaktika, davolash) bo‘yicha akademik tarzda tuzilgan sharhni taqdim etish va Yevropa, MDH hamda O‘zbekiston yondashuvlarini solishtirib, real sharoitlarda qo‘llash mumkin bo‘lgan amaliy yechimlarni ta’kidlashdir. Qo‘shimcha vazifa — asoratlarni hisobga olishni standartlashtirish bo‘yicha takliflarni integratsiya qilish va 2020–2025 yillardagi shaxsiy kuzatuvlar bilan qiyosiy tahlil uchun asos yaratishdir.

Materiallar va metodlar

Mazkur ish adabiyotlarning narrativ (bayoniy) sharhi sifatida bajarildi. Ochiq manbalardagi ma’lumotlar: PubMed/PMC, xalqaro jurnallar, Yevropa konsensus hujjatlari va tavsiyalar, shuningdek ayrim mintaqaviy nashrlardan foydalanildi. Adabiyotlar quyidagi bloklar bo‘yicha tahlil qilindi: (1) asoratlar chastotasi va uchrash diapazonlari; (2) prediktorlar va xavf omillari; (3) profilaktika va yuritish taktikasi; (4) standartlashtirilgan ta’riflar va hisobot (reporting) yondashuvlari, ayniqsa operatsiyadan keyingi gipoparatireozga nisbatan. Standartlashtirish bo‘limi uchun asosiy metodologik yo‘riqnoma sifatida gipoparatireoz mezonlarini unifikatsiya qilish va tranzitor hamda persisitiruvchi shakllarni ajratish uchun 6–12 oylik kuzatuv muddatlarini belgilovchi zamonaviy konsensus yondashuvlari olindi [1].

Alohida metodik blok sifatida 2020–2025 yillarda mualliflar amaliyoti doirasida bajarilgan qalqonsimon bez saratoni bo‘yicha jarrohlik davolashdan keyingi asoratlarning lokal qiyosiy tahlilini tavsiflash ko‘zda tutilgan. Mazkur matnda bu bo‘lim to‘ldiriladigan shablon ko‘rinishida berilgan, chunki raqamli ko‘rsatkichlar (operatsiyalarning umumiy soni va 1, 2, 3 va 5 yillik kuzatuv muddatlarida asoratlar ulushi) markaz ma’lumotlari asosida kiritilishi va asoratlarning yagona ta’riflari asosida adabiyotdagi diapazonlar bilan solishtirilishi lozim [1,8].

Natijalar

1. Tireoidektomiyadan keyingi asoratlarning vaqt bo‘yicha tasnifi

Klinik yuritish va bemorni yo‘naltirish nuqtayi nazaridan asoratlarni ularning yuzaga kelish vaqtiga ko‘ra guruhlash maqsadga muvofiq, chunki bu diagnostik ustuvorliklar hamda javob berish tezligini belgilaydi. Erta davrda (dastlabki 0–24 soat) nafas yo‘llariga potensial tahdid soluvchi asoratlar asosiy hisoblanadi: traxeya kompressiyasiga olib kelishi mumkin bo‘lgan qon ketish va bo‘yin gematomasi, shuningdek hiqildoq shishi va laringospazm. Shu vaqt “koridori”ga ko‘pincha, ayniqsa total tireoidektomiyadan keyin, erta gipokalsemiya ham to‘g‘ri keladi, shuningdek nerv shikastlanishida erta ovoz o‘zgarishlari kuzatiladi. Erta kechiktirilgan asoratlar (1–30 kun) darajasida odatda tranzitor gipoparatireoz va RLN ning tranzitor parezi, seroma va yara infeksiyasi, disfagiya, og‘riq sindromi hamda bo‘yin sohasidagi qotish qayd etiladi; bular bemorning kundalik faolligiga ta’sir qiladi. Kech davrda (≥30 kun, 6–12 oy va undan keyin) klinik jihatdan muhim bo‘lgan persisitiruvchi gipoparatireoz va RLN ning doimiy falaji, chandiq-kosmetik oqibatlar, aralashuv hajmiga bog‘liq uzoq davom etuvchi gipotiroidizm, shuningdek hayot sifatining barqaror buzilishlari, jumladan kasbiy ahamiyatga ega ovoz muammolari va kaltsiy/vitamin D ni uzoq muddat qabul qilish zarurati yuzaga chiqadi [1,5,6].

2. Gipokalsemiya va operatsiyadan keyingi (gipo)paratireoz

2.1. Ahamiyati va chastotadagi variabellik

Gipokalsemiya va operatsiyadan keyingi gipoparatireoz an’anaviy ravishda qalqonsimon bez operatsiyalaridan keyin eng ko‘p uchraydigan asoratlar sifatida qaraladi. Biroq asosiy muammo — qo‘llanadigan ta’riflar (biokimyoviy chegaralar, simptomlarning bor-yo‘qligi), baholash muddatlari va kuzatuv davomiyligiga qarab xabar qilinadigan chastotalarning katta darajada farqlanishidir. Zamonaviy yevropa konsensus yondashuvlari gipoparatireozni standartlashtirilgan tarzda hisobga olish zarurligini ta’kidlaydi va laborator mezonlar asosida tranzitor hamda persisitiruvchi shakllarni ajratish uchun yagona kuzatuv “ramkalari”ni (odatda 6–12 oy) taklif qiladi [1]. Amaliy ma’noda bu shuni anglatadiki, markazlar o‘rtasida asorat ko‘rsatkichlarini taqqoslash faqat yagona ta’riflar mavjud bo‘lganda mumkin; aks holda sifatni qiyosiy baholash noto‘g‘ri bo‘ladi.

2.2. Patogenez va asosiy mexanizmlar

Patogenez nuqtayi nazaridan, tireoidektomiyadan keyingi gipoparatireoz asosan paratireoid bezlarning anatomik yaxlitligi yoki qon ta’minoti buzilishi oqibatida rivojlanadi. Mexanizmlar orasida tasodifiy olib tashlash (involyuntar paratireoidektomiya), disseksiya paytida devaskulyarizatsiya, ishemiya va to‘qimalarning travmatizatsiyasi ajratiladi. Klinik jihatdan muhim jihat shuki, xavf operatsiya hajmi oshishi bilan, ayniqsa total tireoidektomiyada, shuningdek markaziy limfodisseksiya bajarilganda va takroriy aralashuvlarda ortadi, chunki bunday holatlarda anatomik yo‘nalishlar chandiq jarayoni bilan o‘zgaradi [1,10]. Bir qator nashrlarda paratireoid bezlarning tasodifiy rezektsiyasi tranzitor gipokalsemiya bilan bog‘liqligi ta’kidlanadi, bu esa texnikadagi profilaktik komponentning ahamiyatini kuchaytiradi [9].

2.3. Klinika va diagnostika

Gipokalsemiyaning klinik ko‘rinishlari ko‘pincha paresteziyalar (qo‘l va oyoq barmoqlarida “jimirlash” hissi), mushak spazmlari, umumiy noqulaylik, holsizlikni o‘z ichiga oladi. Og‘ir shakllar tetaniya va tirishishlar bilan kechishi mumkin. Bunda faqat klinikaga tayanish yetarli emas, chunki simptomlar sust bo‘lishi, biokimyoviy buzilishlar esa sezilarli bo‘lishi mumkin. Shu sababli diagnostik standart umumiy va ionlashgan kaltsiy, paratgormon (PTH), shuningdek magniy va albuminni (to‘g‘ri talqin va korreksiya uchun) laborator monitoringini o‘z ichiga oladi. Zarurat bo‘lsa, EKG nazorati (QT ning uzayishi) og‘ir gipokalsemiyada aritmiyalar xavfi markeri sifatida qo‘llanadi [1,10].

2.4. Xavf omillari

Gipokalsemiya/gipoparatireozning xavf omillari odatda Grevs kasalligi, yirik zob, retrosternal komponent, takroriy operatsiyalar, markaziy limfodisseksiya bajarilishi, onkologik invaziya sharoitida texnik jihatdan murakkab aralashuvlar va paratireoid bezlarning tasodifiy rezektsiyasini o‘z ichiga oladi. Vitamin D yetishmovchiligi qo‘shimcha modifikatsiya qilinadigan omil sifatida ko‘riladi, ayniqsa insolatsiya past bo‘lgan mavsumlarda. Sharhlar va klinik tadqiqotlarda gipokalsemiyaning paratireoid bezlar shikastlanishi hamda erta muddatlardagi PTH dinamikasi bilan bog‘liqligi ta’kidlanadi; bu PTH monitoringini prognozlash va erta aralashuv uchun klinik jihatdan foydali vositaga aylantiradi [10]. Tasodifiy paratireoidektomiya bilan tranzitor gipokalsemiya o‘rtasidagi assotsiatsiya ehtiyotkor texnika va bezlarning qon ta’minotini saqlash ustuvorligi konsepsiyasini qo‘llab-quvvatlaydi [9].

2.5. Profilaktika va davolash taktikasi

Kaltsiy almashinuvi bilan bog‘liq asoratlarning profilaktikasi uch tamoyilga asoslanadi: paratireoid bezlarni identifikatsiya qilish, ularning qon ta’minotini saqlash va travmatizatsiyani minimallashtirish. Bezning yashovchanligiga shubha bo‘lsa, masalan, bo‘yin-halqasimon-so‘rg‘ichsimon mushak (sternokleidomastoid) qalinligiga autotransplantatsiya qilish mumkin. Qo‘shimcha profilaktik yo‘nalish — operatsiyadan oldin vitamin D holatini baholash va (imkon bo‘lsa) uni korreksiya qilish, shuningdek markaz siyosatiga ko‘ra, ayniqsa yuqori xavfli bemorlarda kaltsiy/kalsitriol profilaktik sxemalarini qo‘llashdir [1]. Klinik amaliyotda davolash og‘irlik darajasiga ko‘ra quriladi. Yengil va o‘rtacha shakllar odatda faol vitamin D shakllari (kalsitriol) bilan birga peroral kaltsiy bilan nazorat qilinadi. Simptomli va og‘ir gipokalsemiya vena ichiga kaltsiy glyukonatini monitoring ostida yuborishni, so‘ng peroral sxemaga o‘tishni talab qiladi. Persisitiruvchi gipoparatireozda endokrinologga uzoq muddatli yo‘naltirish va klinika hamda laborator ko‘rsatkichlarni inobatga olgan holda dozalarning individual korreksiyasi zarur [1,10].

3. Qaytuvchi hiqildoq nervi (RLN) shikastlanishi: klinik ahamiyat va profilaktika

3.1. Klinik ahamiyati

RLN shikastlanishi tireoidektomiyaning klinik jihatdan eng muhim asoratlaridan biri bo‘lib, chunki u fonatsiya va nafas yo‘llarini himoya qilishning bazaviy funksiyalariga ta’sir qiladi. Klinik jihatdan u xirillash, disfonia, ovoz kuchining pasayishi va tez charchashi, nafas olish qiyinlashuvi bilan namoyon bo‘lishi mumkin; ovoz yorig‘ining yopilishi buzilganda aspiratsiya xavfi va ikkilamchi respirator asoratlar ehtimoli ortadi. RLN shikastlanishi xavf omillari bo‘yicha tizimli sharhlar ularning hayot sifati va davolashning funksional natijalarini belgilovchi muhim yakuniy natija ekanini ta’kidlaydi [2].

3.2. Chastota va yevropa ma’lumotlari misollari

RLN parezi chastotasi operatsiya texnikasi (an’anaviy ochiq, endoskopik, robot-assistentli), aralashuv hajmi va bemorlar tarkibiga qarab farq qiladi. Yuqori darajada standartlashtirish sharoitida erishish mumkin bo‘lgan ko‘rsatkichlarga misol sifatida yevropa tahlilida robot-assistentli transaksillyar tireoidektomiyada RLN ning tranzitor parezi taxminan 1,3%, doimiy parez esa taxminan 0,2% darajada qayd etilgani keltiriladi [11]. Bu raqamlarni har qanday markazga mexanik tarzda ko‘chirib bo‘lmaydi, biroq ular jamoa tajribasi, texnika intizomi va nazorat algoritmlarining ahamiyatini ko‘rsatadi.

3.3. Xavf omillari va patomexanizmlar

RLN shikastlanishi xavf omillariga rezeksiya hajmining kengayishi, limfodisseksiya (ayniqsa onkopatologiyada), invaziv o‘smalar, yirik yoki retrosternal zob, chandiqli deformatsiya bilan kechuvchi takroriy operatsiyalar, shuningdek nerv sohasida energiya qurilmalarining termik ta’siri kiradi. Meta-tahliliy ma’lumotlar aralashuv hajmi va takroriy operatsiyalarning RLN shikastlanishi xavfiga qo‘shgan hissasini ta’kidlaydi; bu aynan shu vaziyatlarda profilaktik choralarni kuchaytirishni talab qiladi [2].

3.4. Profilaktika, neyromonitoring va vizualizatsiya roli

Profilaktikaning bazaviy tamoyili — nervni vizual identifikatsiya qilish va xavfi yuqori zonada anatomik jihatdan to‘g‘ri disseksiya bajarishdir; bu ko‘plab jarrohlik maktablarida xavfsiz tireoidektomiyaning amaldagi “oltin standarti” hisoblanadi. Intraoperatsion neyromonitoring (IONM) qo‘shimcha xavfsizlik darajasi sifatida, ayniqsa yuqori xavfli bemorlarda (takroriy operatsiyalar, kuchli chandiqlanish, limfodisseksiya bilan onkopatologiya, yirik/retrosternal zoblar) ko‘rib chiqiladi. IONM ni faqat vizualizatsiya bilan solishtiruvchi sharhlar “barcha bemorlar” darajasida ta’sir bir xil bo‘lmasligi mumkinligini ko‘rsatadi, biroq usul murakkab klinik vaziyatlarda va anatomik jihatdan qiyin holatlarda, ya’ni nervning funksional shikastlanishi ehtimoli yuqori bo‘lganda ayniqsa foydali [3]. Bu O‘zbekiston uchun amaliy ahamiyatga ega: IONM ga kirish cheklangan bo‘lsa ham, standartlashtirilgan vizualizatsiya va texnika intizomi xavfsizlikning asosiy ulushini ta’minlay oladi, neyromonitoring esa resurslar mavjud bo‘lganda yuqori xavfli holatlar uchun ustuvor yo‘nalish sifatida ko‘rilishi kerak [3,8].

3.5. Yuritish va reabilitatsiya

RLN ning tranzitor parezida taktika ovoz rejimi, LOR shifokori nazoratini erta tashkil etish, fonopedik qo‘llab-quvvatlashni o‘z ichiga oladi; medikamentoz yondashuvlar (masalan, shishga qarshi/ingalyatsion terapiya) individual qo‘llanadi. Ovoz buzilishlari doimiy bo‘lsa, foniatrga yo‘naltirish va fonatsiyani tiklashning zamonaviy usullarini, jumladan in’yeksion laringoplastika, medializatsiya texnikalari hamda tizimli logopedik mashqlarni qo‘llash talab etiladi. RLN ning ikki tomonlama shikastlanishi nafas yo‘llari o‘tkazuvchanligiga tahdid solishi mumkin va nafasni ta’minlash bo‘yicha zudlik bilan chora ko‘rishni talab qiladigan shoshilinch holat hisoblanadi [2,3].

4. Yuqori hiqildoq nervining tashqi shoxi (EBSLN) shikastlanishi

EBSLN shikastlanishi ovoz kasbi egalari (o‘qituvchilar, xonandalar, diktorlar) uchun alohida ahamiyatga ega, chunki ovoz diapazoni va kuchidagi hatto kichik o‘zgarish ham kasbiy moslashuv buzilishiga olib kelishi mumkin. Klinik muammo shundaki, bu asorat ko‘pincha “yetarli hisobga olinmaydi”, chunki disfonia kuchli bo‘lmasligi va darhol murojaatga sabab bo‘lmasligi mumkin. EBSLN shikastlanishi xavfi qalqonsimon bezning yuqori qutbi tomirlariga ishlov berish bosqichi bilan bog‘liq; profilaktika anatomik yo‘nalishlarga qat’iy rioya qilishga va imkon bo‘lsa, funksional nazoratning qo‘shimcha usuli sifatida neyromonitoringdan foydalanishga asoslanadi [4]. Sifatni standartlashtirish

nuqtayi nazaridan markazlar uchun operatsiyagacha ovozning kasbiy ahamiyatini maqsadli aniqlash va ovoz shikoyatlarini qayd etish maqsadga muvofiq, chunki bu kuzatuv va reabilitatsiya taktikasini tanlashga ta’sir qiladi [4,5].

5. Qon ketish va bo‘yin gematomasi: kam uchraydigan, ammo kritik asorat

5.1. Klinik xavfi

Qon ketish va bo‘yin sohasida gematoma shakllanishi erta davrning eng xavfli asoratlariga kiradi, chunki ular nafas yo‘llarini mexanik siqib, tez rivojlanadigan nafas yetishmovchiligiga olib kelishi mumkin. Shu sababli, nisbatan past chastotada uchrasa ham, bu asorat protokollashtirilgan erta kuzatuvni va zudlik bilan baholash hamda jarrohlik reviziyasiga tayyorlikni talab qiladi [6].

5.2. Chastota va daliliy baza

Nashrlarda qon ketish/gematoma chastotasi natijaga kiritilgan mezonlar va bemorlar tuzilmasiga bog‘liq. Bir klinik tadqiqotda total tireoidektomiyadan keyin gemorragik asoratlar ko‘rsatkichi taxminan 4,7% darajada keltirilgan bo‘lib, bu qat’iy gemostaz va kuzatuv zarurligini, ayniqsa xavf guruhlarida, ta’kidlaydi [7]. Sharh ishlari asoratning klinik ahamiyati faqat chastota bilan emas, balki simptomlarning, ayniqsa operatsiyadan keyingi dastlabki soatlarda, to‘satdan rivojlanish ehtimoli bilan ham belgilanishini ko‘rsatadi [6].

5.3. Xavf omillari, profilaktika va yuritish

Xavf omillariga antikoagulyant/antiagregant qabul qilish, arterial gipertenziya, koagulyatsiya buzilishlari, disseksiyaning katta hajmi, yirik zob, yosh va komorbidlik kiradi. Profilaktika operatsiyani yakunlashdan oldin gemostazni qayta tekshirishni, jumladan provokatsion usullarni (Valsalva sinovi, arterial bosimni nazoratli oshirish) o‘z ichiga oladi; bu ekstubatsiyadan keyin “yashirin” qon ketish ehtimolini kamaytiradi. Drenaj qo‘yish masalasi individual hal etilishi kerak, chunki drenajning mavjudligi kompression gematomani oldini olishning mutlaq kafolati emas va disseksiya hajmi hamda xavf omillari kontekstida baholanishi lozim. Yuritish nafasni, bo‘yin shishining ortish tezligini, og‘riq intensivligini, ovozdagi o‘zgarishlarni qat’iy monitoring qilishni o‘z ichiga oladi; gematomaga shubha bo‘lsa, zudlik bilan klinik baholash va nafas yo‘llariga tahdid mavjud bo‘lsa — shoshilinch reviziya zarur [6,7].

6. Infeksion va yara asoratlari, seroma

Tireoiddagi jarrohlik “toza” operatsiyalar qatoriga kiradi, shuning uchun infeksion asoratlar odatda nisbatan kam uchraydi. Biroq ularning ehtimoli diabet, semizlik, aralashuvning uzoq davom etishi, takroriy operatsiyalar, shuningdek drenajning uzoq turishi bilan ortadi. Seroma ko‘proq keng disseksiya fonida yuzaga keladi va infeksiya belgilari bo‘lmasa, punktsiya, kompressiya hamda dinamik kuzatuv bilan bartaraf etilishi mumkin. Amaliy jihatdan seroma bilan gematomani farqlash muhim, chunki yuritish taktikasi va nafas yo‘llari uchun xavf tubdan farq qiladi [5,6].

7. Disfagiya, bo‘yin og‘rig‘i va operatsiyadan keyingi davrda hayot sifati

Klinik amaliyotda operatsiyadan keyingi dastlabki haftalarda yutishda noqulaylik, “tomoqda to‘siq” hissi, bo‘yin sohasida qotish va og‘riqlar tez-tez kuzatiladi. Ko‘p hollarda bu belgilar funksional va vaqtinchalik bo‘ladi, biroq hayot sifatini sezilarli pasaytirishi hamda bemorda xavotir uyg‘otishi mumkin. Sharh nashrlarida tireoidektomiyadan keyingi disfagiya hayot sifatining muhim komponenti ekanligi va operatsiyadan keyingi ko‘riklar paytida faol aniqlashni talab qilishi ta’kidlanadi, chunki bemorlarning bir qismi shikoyatni o‘zi aytmasligi yoki alomatlarni “normal” deb qabul qilib, chidashi mumkin [5]. Fizioterapiya, yutish mashqlari, og‘riq sindromini to‘g‘ri nazorat qilish va bemorga prognozni tushuntirish odatda tiklanishni yaxshilaydi [5].

Alohida e’tibor shuni talab qiladiki, uzoq davom etuvchi ovoz buzilishlari (RLN/EBSLN shikastlanishi natijasida) va persisitiruvchi gipoparatireozda kaltsiy/vitamin D ni doimiy qabul qilish zarurati hayot sifatining uzoq muddatli pasayishiga olib keluvchi asosiy omillar bo‘lib, ijtimoiy va kasbiy faollikka ta’sir qiladi [1,4,5].

Yevropa tajribasi: standartlashtirish va sifat ko‘rsatkichlari

Yevropada tireoid jarrohligining sifatini yaxshilash yondashuvi asoratlarni ta’riflash va hisobotini standartlashtirishga, shuningdek asoratlarning uzoq muddatli hayot sifatiga ta’sirini baholashga tayanadi.

Eng ko‘rsatkichli hujjatlardan biri operatsiyadan keyingi gipoparatireoz bo‘yicha hisobotlarni standartlashtirishga oid konsensus hujjati bo‘lib, unda laborator mezonlar va kuzatuv muddatlari (odatda 6–12 oy) bo‘yicha yagona yondashuvlar belgilangan; bu tranzitor va persisitiruvchi shakllarni to‘g‘ri ajratish uchun zarur.

O‘zbekiston uchun amaliy ahamiyat Yevropa modelining “boshqariladigan” elementlarini ko‘chirishdan iborat: yagona ta’riflar asosida asoratlar auditi yuritish, yuqori xavf guruhlarida profilaktik protokollarni joriy etish va yuqori hajmli markazlar tajribasini ta’lim hamda standart operatsion protseduralar orqali kengaytirish.

MDH mamlakatlari tajribasi va klinik parallellar

MDHning ko‘plab hududlarida o‘xshash muammolar mavjud: endemik zob tarixi, kech murojaat qilish, yirik va retrosternal zoblarning yuqori ulushi. Bu omillar aralashuv hajmini oshiradi, anatomiyani murakkablashtiradi, takroriy operatsiyalar ulushini ko‘paytiradi va mos ravishda asoratlar xavfini oshiradi. Shu fon’da RLN ni majburiy vizualizatsiya qilish, paratireoid bezlarni ehtiyotkor saqlash va standartlashtirilgan “bosqichma-bosqich” disseksiya texnikalarini qo‘llash roli ortadi.

O‘zbekiston konteksti: amaliyotni standartlashtirish va lokal ma’lumotlar. O‘zbekistonda real “ta’sir nuqtalari” qatoriga RLN ni identifikatsiya qilish intizomi bilan bosqichma-bosqich tireoidektomiya texnikasini joriy etish, paratireoid bezlarni maksimal darajada saqlash, shuningdek operatsiyadan keyingi erta muddatlarda (ayniqsa total tireoidektomiyadan so‘ng) kaltsiy va PTH ni majburiy laborator monitoring qilish kiradi. Standartlashtirilgan yondashuvning ahamiyati O‘zbekistondagi markazlardan birining natijalariga oid nashrlarda ham ko‘rsatilgan bo‘lib, unda bosqichma-bosqich texnika natijalarni yaxshilash va o‘qitish vositasi sifatida qaraladi.

IONM barcha muassasalarda mavjud bo‘lmagan sharoitda asosiy ahamiyat anatomik vizualizatsiya, texnik intizom, erta monitoring va klinik auditga beriladi.

Asoratlar xavfini kamaytirish bo‘yicha amaliy klinik algoritm

Operatsiyagacha bo‘lgan bosqich

Operatsiyadan oldin anatomiyani va xavf omillarini aniqlashtirish muhim. UZI bazaviy baholash usuli hisoblanadi. Retrosternal komponentga shubha bo‘lsa, traxeya deviasiyasi yaqqol bo‘lsa yoki anatomiya murakkab bo‘lsa, ko‘rsatma bo‘yicha qo‘shimcha vizualizatsiya (masalan, KT)ni ko‘rib chiqish maqsadga muvofiq. Laborator jihatdan TSH, zarurat bo‘lsa FT4/FT3, shuningdek boshlang‘ich kaltsiy darajasini baholash tavsiya etiladi; imkon bo‘lsa — vitamin D ham, chunki uning yetishmovchiligi kaltsiy almashinuvi buzilishlarining modifikatsiya qilinadigan xavf omili sifatida qaraladi [1,10]. Ovoz funksiyasi kasbiy ahamiyatga ega bo‘lgan bemorlarda va/yoki rakka shubha bo‘lsa, operatsiyagacha ovoz paychalari holatini qayd etish va operatsiyadan keyingi kuzatuvni rejalashtirish uchun bazaviy laringoskopiya maqsadga muvofiq [4,5]. Antikoagulyant va antiagregant terapiyani boshqarish masalasi ham alohida e’tibor talab qiladi, chunki bo‘yin gematomasi/qon ketish xavfi mavjud [6].

Intraoperatsion bosqich

Operatsiya vaqtida asosiy vazifa RLN/EBSLN shikastlanishi xavfini kamaytirish va paratireoid bezlarni saqlashdir. RLN maqsadli tarzda identifikatsiya qilinishi va vizualizatsiya qilinishi kerak; bu asoratlarning profilaktikasi asosi sifatida qaraladi [2,3]. Yuqori qutb zonasida EBSLN travmasi xavfini inobatga olib, tomir tuzilmalariga anatomik yo‘nalishlarga rioya qilgan holda ishlash zarur; uskunalar bo‘lsa, neyromonitoring funksional nazoratning qo‘shimcha vositasi bo‘lishi mumkin [4]. Energiya qurilmalaridan foydalanish xavfsiz masofa va ta’sir vaqtiga rioya qilgan holda amalga oshirilishi kerak, chunki termik travma RLN shikastlanishining mexanizmlaridan biri sifatida qaraladi [2]. Gemostaz operatsiyani yakunlashdan oldin provokatsion usullarni ham qo‘llagan holda qayta baholanishi lozim, chunki kompression bo‘yin gematomasi xavfi maksimal profilaktikani operatsion stolning o‘zida talab qiladi [6,7].

Erta operatsiyadan keyingi davr (0–48 soat)

Operatsiyadan keyingi dastlabki soatlarda nafas, ovoz va bo‘yin shishining dinamikasini klinik monitoring qilish juda muhim, chunki gematoma tez rivojlanib nafas yo‘llariga tahdid solishi mumkin [6].

Total tireoidektomiya va/yoki limfodisseksiyadan keyin, shuningdek yuqori xavfli bemorlarda 6–24 soat oralig‘ida kaltsiy va PTH ni laborator nazorat qilish maqsadga muvofiq; bu gipokalsemiyani erta aniqlash va taktika tanlashga yordam beradi (simptomga yo‘naltirilgan kaltsiy terapiyasi yoki markaz siyosatiga ko‘ra profilaktik protokol) [1].

1–12 oylik davr

Uzoq muddatli operatsiyadan keyingi kuzatuvda uch yo‘nalish muhim. Birinchidan, gipoparatireozni tranzitor va persisitiruvchi shakllarga muddat va laborator mezonlarni inobatga olgan holda to‘g‘ri ajratish; bu hisobotlarni standartlashtirish bo‘yicha zamonaviy yondashuvlarga mos keladi [1]. Ikkinchidan, doimiy ovoz buzilishlarida funksional buzilishlar mustahkamlanib qolmasligi va reabilitatsiya usullarini o‘z vaqtida qo‘llash uchun LOR shifokori/foniatrga erta yo‘naltirish zarur [4,5]. Uchinchidan, tireoid gormonlar bilan o‘rinbosar terapiya individual tanlanishi kerak; TSH ning maqsadli qiymatlari nozologiyaga bog‘liq (masalan, onkopatologiyada maqsadlar yaxshi sifatli kasalliklardan farq qilishi mumkin), bu esa klinik-endokrinologik kuzatuvni talab qiladi.

Muhokama

Xalqaro adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, gipokalsemiya va operatsiyadan keyingi gipoparatireozni baholashda asosiy muammo — ta’riflar va kuzatuv muddatlarining turlicha bo‘lishi; bu chastotalarning keng diapazonlarda keltirilishiga olib keladi va hisobotni standartlashtirishni talab qiladi; zamonaviy konsensuslarda yagona terminologiya zarurligi hamda tranzitor va persisitiruvchi shakllarni laborator mezonlar va 6–12 oylik kuzatuv davri asosida ajratish alohida ta’kidlanadi. RLN shikastlanishlari bo‘yicha eng barqaror xulosa — operatsiya xavfsizligining asosi sifatida nervni majburiy vizualizatsiya qilishning ustuvor roli; neyromonitoring esa yuqori xavf guruhlarida va anatomik jihatdan murakkab holatlarda qo‘shimcha himoya darajasi sifatida qaraladi [2,3]. Bo‘yin gematomasi nisbatan kam uchrasa-da, erta operatsiyadan keyingi davrda nafas yo‘llariga tahdid tufayli klinik jihatdan eng xavfli asorat bo‘lib qoladi; bu protokollashtirilgan kuzatuv va shoshilinch reviziyaga tayyorlik zarurligini asoslaydi [6,7].

O‘zbekiston uchun amaliy xulosa shundan iboratki, hatto resurslar cheklangan bo‘lsa ham (masalan, ayrim muassasalarda IONM yo‘qligida), asoratlarni sezilarli kamaytirish standartlashtirilgan texnika, asoratlar bo‘yicha tizimli audit, kaltsiy/PTH ning erta laborator nazorati va xavfni to‘g‘ri stratifikatsiya qilish (Grevs kasalligi, yirik/retrosternal zob, limfodisseksiya bilan rak, takroriy operatsiya) orqali erishilishi mumkin [8].

2023–2025 yillarda biz tomonidan qalqonsimon bez saratoni bo‘yicha 120 ta jarrohlik operatsiyasi bajarildi, shulardan 80 dan ortiq bemorda asoratlar kuzatildi. 40 bemorga jarrohlik aralashuvdan keyin xalq tabobati usullari bilan davolash uchun biz ixtiro qilgan “Malham-A” malhami qo‘llanildi — kuniga 3 mahal surtildi. Bundan tashqari, “Majmuiy Rahmoniy” kapsulalarini 2 kapsuladan kuniga 3 mahal va “Askalsiy” kapsulalarini 2 kapsuladan kuniga 3 mahal qabul qilish tavsiya etildi. Operatsiyani boshdan kechirgan 40 bemordan 32 tasida asoratlar kuzatilmadi

Xulosa. Tireoidektomiyaning eng muhim va ko‘p uchraydigan asoratlari — gipokalsemiya/operatsiyadan keyingi gipoparatireoz hamda hiqildoq nervlari shikastlanishi, avvalo RLN dir [1,2]. Asoratlar xavfi operatsiya hajmi, nozologiya (Grevs kasalligi, rak), takroriy aralashuvlar va texnik omillar bilan belgilanadi, shu bois operatsiyagacha xavfni baholash va standartlashtirilgan yuritish protokollari klinik natijalarni yaxshilaydi [2,10]. Yevropa tajribasi asoratlar bo‘yicha ta’riflar va hisobotlarni unifikatsiya qilish orqali sifatni boshqarish mumkinligini ko‘rsatadi, O‘zbekiston uchun esa eng yuqori amaliy samaradorlikka ega yo‘nalishlar: operatsiyaning standartlashtirilgan bosqichma-bosqich texnikasi, RLN va paratireoid bezlarni ehtiyotkor saqlash, shuningdek aralashuvdan keyin kaltsiy/PTH ning erta monitoringidir.

Adabiyotlar

1. Barczyński, M., Van Den Heede, K., Lee, J. C., Lorenz, K., Mihai, R., Norlen, O., Patel, K. N., Raffaelli, M., Sippel, R. S., Wang, T. S., & Solorzano, C. C. (2025). Standardizing the reporting of postoperative hypoparathyroidism following thyroidectomy: Consensus statement from the European

Society of Endocrine Surgeons, the American Association of Endocrine Surgeons, and the International Association of Endocrine Surgeons. British Journal of Surgery, 112(11), znaf247. DOI: 10.1093/bjs/znaf247.

2. Yang, X., Ouyang, W., & Ma, P. (2026). Risk factors for recurrent laryngeal nerve injury following thyroid surgery: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Surgery, 12, 1731701. DOI: 10.3389/fsurg.2025.1731701.

3. Cirocchi, R., Arezzo, A., D'Andrea, V., Abraha, I., Popivanov, G. I., Avenia, N., Gerardi, C., Henry, B. M., Randolph, J., & Barczyński, M. (2019). Intraoperative neuromonitoring versus visual nerve identification for prevention of recurrent laryngeal nerve injury in adults undergoing thyroid surgery. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2019(1), CD012483. DOI: 10.1002/14651858.CD012483.pub2.

4. Potenza, A. S., Araujo Filho, V. J. F., & Cernea, C. R. (2017). Injury of the external branch of the superior laryngeal nerve in thyroid surgery. Gland Surgery, 6(5), 552–562. DOI: 10.21037/gs.2017.06.15.

5. Elbeltagy, Y. M., Bassiouny, S. E., Sobhy, T. S., Ismail, A. E., & Teaima, A. A. (2022). Swallowing problems after thyroidectomy. International Archives of Otorhinolaryngology, 26(3), e327–e333. DOI: 10.1055/s-0041-1730302.

6. Alqahtani, S. M., Al-Sohabi, H. R., Alfattani, A. A., & Alalawi, Y. (2022). Post-thyroidectomy hematoma: Risk factors to be considered for ambulatory thyroidectomy. Cureus, 14(11), e31539. DOI: 10.7759/cureus.31539.

7. Kokalari, I., Shundi, L., Abazaj, E., Ali, E., & Nikolla, L. (2023). Risk of complications in patients undergoing complete thyroidectomy. A retrospective study. European Scientific Journal, ESJ, 19(6), 81. DOI: 10.19044/esj.2023.v19n6p81.

8. Rashitov, M. (2022). Standardized stepwise technique for thyroidectomy: Patient outcomes from a single center in Uzbekistan. World Journal of Endocrine Surgery, 14(2), 37–41. DOI: 10.5005/jp-journals-10002-1427.

9. Manatakis, D. K., Balalis, D., Soulou, V. N., Korkolis, D. P., Plataniotis, G., & Gontikakis, E. (2016). Incidental parathyroidectomy during total thyroidectomy: Risk factors and consequences. International Journal of Endocrinology, 2016, 7825305. DOI: 10.1155/2016/7825305.

10. Cao, B., & Wu, G. (2025). Risk factors for hypocalcemia after total thyroidectomy: A narrative review. PeerJ, 13, e19808. DOI: 10.7717/peerj.19808.

11. Rossi, L., Buoni, V., Fregoli, L., Papini, P., De Palma, A., & Materazzi, G. (2022). Postsurgical complications after robot-assisted transaxillary thyroidectomy: Critical analysis of a large cohort of European patients. Updates in Surgery, 74(2), 511–517. DOI: 10.1007/s13304-022-01244-2.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ ХИРУРГИИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (ТИРЕОИДЭКТОМИИ): АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ПРАКТИКИ УЗБЕКИСТАНА, ОПЫТА ЕВРОПЫ И СТРАН СНГ

Ибрагим Рахманович Аскаров
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, председатель Академии ТАБОБАТ Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Ахроржон Мирхалимович Тошпулатов
Андижанская областная онкологическая больница, главный врач
https://orcid.org/0009-0004-1882-1234
E-mail: toshpulatovaxrorjon1981@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.595

Ключевые слова: тиреоидэктомия, гипокальциемия, гипопаратиреоз, возвратный гортанный нерв, EBSLN, нейромониторинг, гематома

Аннотация

Хирургическое лечение заболеваний щитовидной железы (гемитиреоидэктомия, субтотальная резекция, тотальная тиреоидэктомия и лимфодиссекция) является одним из наиболее распространённых направлений современной эндокринной хирургии. Несмотря на существенное повышение безопасности операций вследствие совершенствования техники (обязательная визуализация нервов, использование энергетических устройств, интраоперационный нейромониторинг, стандартизированные протоколы), послеоперационные осложнения остаются клинически значимой проблемой. Наиболее актуальны гипокальциемия/послеоперационный гипопаратиреоз, повреждение возвратного гортанного нерва (RLN) и наружной ветви верхнего гортанного нерва (EBSLN), кровотечение/гематома шеи с риском компрессии дыхательных путей; реже встречаются инфекция, серома, дисфагия, тиреотоксический криз (редко), осложнения со стороны дыхательных путей и состояния, влияющие на качество жизни в отдалённые сроки. В работе представлены классификация осложнений, патогенез, клинические проявления, факторы риска, профилактика и современные подходы к ведению с сопоставлением данных Европы и стран СНГ и фокусом на практические условия Узбекистана. Отдельно обозначена рамка сравнительного анализа осложнений по результатам собственных хирургических наблюдений 2020–2025 гг.

Как цитировать

Аскаров, И. Р., & Тошпулатов, А. М. ПОСЛЕОПЕРАЦИОННЫЕ ОСЛОЖНЕНИЯ ПОСЛЕ ХИРУРГИИ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ (ТИРЕОИДЭКТОМИИ): АНАЛИЗ НА ОСНОВЕ ПРАКТИКИ УЗБЕКИСТАНА, ОПЫТА ЕВРОПЫ И СТРАН СНГ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.595

Введение. Заболевания щитовидной железы, включая многоузловой и токсический зоб, болезнь Грейвса, а также фолликулярную и папиллярную карциному, относятся к распространённым патологиям, нередко требующим хирургического лечения. Тиреоидэктомия в различных объёмах обеспечивает радикальность и прогнозируемость результатов при ряде нозологий, однако одновременно относится к операциям, где осложнения, даже при относительно низкой абсолютной частоте, имеют существенную клиническую «цену» из-за влияния на дыхание, голосовую функцию, качество жизни и необходимость длительной медикаментозной коррекции.

Развитие хирургической техники (анатомически обоснованные этапы диссекции, визуальная идентификация нервов, применение современных энергетических инструментов, внедрение

интраоперационного нейромониторинга, унификация протоколов гемостаза и послеоперационного наблюдения) повысило общий уровень безопасности вмешательств. Тем не менее некоторые осложнения сохраняют актуальность и фиксируются даже в специализированных высокообъёмных центрах. Европейские подходы к качеству подчёркивают, что наряду с онкологической радикальностью и контролем тиреотоксикоза важнейшей целью является минимизация краткосрочных и долгосрочных нежелательных эффектов, прежде всего гипопаратиреоза и повреждений гортанных нервов [1].

Для Узбекистана практическая значимость темы может быть усилена региональными особенностями: историей эндемического зоба, нередкой поздней обращаемостью, встречаемостью крупных и ретростернальных зобов, определённой долей повторных операций, а также неравномерной доступностью высокотехнологичных решений (например, IONM) и различиями в кадровом и материально-техническом обеспечении между центрами. В такой ситуации особенно важны «управляемые» факторы безопасности: стандартизированная пошаговая техника, дисциплина идентификации RLN, бережное сохранение паращитовидных желез, протоколизированный гемостаз и ранний лабораторный мониторинг кальциевого обмена. Эти направления, по сути, формируют основу воспроизводимого качества, даже если часть оборудования недоступна повсеместно [1,8].

Цель исследования — представить академически структурированный обзор наиболее значимых осложнений тиреоидэктомии (патогенез, клиника, диагностика, факторы риска, профилактика, лечение) и сопоставить подходы Европы, СНГ и Узбекистана, подчеркнув практические решения, применимые в реальных условиях. Дополнительной задачей является интеграция предложений по стандартизации учёта осложнений и формированию основы для сравнительного анализа с собственными наблюдениями (2020–2025 гг.).

Материалы и методы

Настоящая работа выполнена как нарративный обзор литературы. Использованы данные открытых источников: PubMed/PMC, международные журналы, европейские консенсусные документы и рекомендации, а также отдельные региональные публикации. Литература анализировалась по следующим блокам: (1) частота осложнений и диапазоны встречаемости; (2) предикторы и факторы риска; (3) профилактика и тактика ведения; (4) стандартизированные определения и подходы к отчётности, особенно применительно к послеоперационному гипопаратиреозу. Ключевым методологическим ориентиром для раздела стандартизации послужили современные консенсусные подходы к унификации критериев гипопаратиреоза и сроков наблюдения 6–12 месяцев для разграничения транзиторных и персистирующих форм [1].

Отдельным методическим блоком предусмотрено описание локального сравнительного анализа осложнений после хирургического лечения рака щитовидной железы, выполненного в 2020–2025 гг. в рамках практики авторов. В настоящем тексте этот фрагмент представлен как заполняемый шаблон, поскольку числовые значения (общее количество операций и доля осложнений по срокам наблюдения 1, 2, 3 и 5 лет) должны быть внесены по данным центра и сопоставлены с литературными диапазонами на основе единых определений осложнений [1,8].

Результаты

1. Временная классификация осложнений после тиреоидэктомии

С точки зрения клинического ведения и маршрутизации осложнения целесообразно группировать по времени их возникновения, поскольку это определяет как диагностические приоритеты, так и скорость реагирования. В ранние сроки (первые 0–24 часа) ключевыми являются осложнения, потенциально угрожающие дыхательным путям: кровотечение и гематома шеи, способные привести к компрессии трахеи, а также отёк гортани и ларингоспазм. В этот же временной «коридор» часто попадает ранняя гипокальциемия, особенно после тотальной тиреоидэктомии, а также ранние изменения голоса при повреждении нервов. На уровне ранних отсроченных осложнений (1–30 дней) обычно фиксируют транзиторный гипопаратиреоз и

транзиторный парез RLN, серому и инфекцию раны, дисфагию, болевой синдром и скованность в области шеи, влияющие на повседневную активность пациента. В поздние сроки (≥30 дней, 6–12 месяцев и далее) клинически значимыми становятся персистирующий гипопаратиреоз и стойкий паралич RLN, рубцово-косметические последствия, длительный гипотиреоз (связанный с объёмом вмешательства), а также устойчивые нарушения качества жизни, включая профессионально значимые проблемы голоса и потребность в длительном приёме кальция/витамина D [1,5,6].

2. Гипокальциемия и послеоперационный (гипо)паратиреоз

2.1. Значимость и вариабельность частоты

Гипокальциемия и послеоперационный гипопаратиреоз традиционно рассматриваются как наиболее часто встречающиеся осложнения после операций на щитовидной железе. При этом ключевой проблемой остаётся значительная вариабельность сообщаемой частоты в зависимости от используемых определений (биохимические пороги, наличие/отсутствие симптомов), сроков оценки и длительности наблюдения. Современные европейские консенсусные подходы подчёркивают необходимость стандартизированного учёта гипопаратиреоза и предлагают единые рамки наблюдения (обычно 6–12 месяцев) для разграничения транзиторных и персистирующих форм на основе лабораторных критериев [1]. В практическом смысле это означает, что сопоставимость показателей осложнений между центрами возможна только при единых определениях, иначе сравнение качества будет некорректным.

2.2. Патогенез и ключевые механизмы

Патогенетически гипопаратиреоз после тиреоидэктомии развивается преимущественно вследствие нарушения анатомической целостности или кровоснабжения паращитовидных желез. Среди механизмов выделяют непреднамеренное удаление (инволюнтарная паратиреоидэктомия), девоскуляризацию при диссекции, ишемию и травматизацию тканей. Клинически важно, что риск возрастает при увеличении объёма операции, особенно при тотальной тиреоидэктомии, а также при выполнении центральной лимфодиссекции и повторных вмешательствах, когда анатомические ориентиры изменены рубцовым процессом [1,10]. В ряде публикаций подчёркивается, что непреднамеренная резекция паращитовидных желез ассоциируется с транзиторной гипокальциемией, что усиливает значимость профилактического компонента техники [9].

2.3. Клиника и диагностика

Клинические проявления гипокальциемии чаще включают парестезии (ощущения «покалывания» в пальцах кистей и стоп), мышечные спазмы, чувство общего дискомфорта, слабость. Тяжёлые формы могут сопровождаться тетанией и судорогами. При этом ориентироваться только на клинику недостаточно, поскольку симптомы могут быть стёртыми, а биохимические нарушения — значимыми. Поэтому диагностический стандарт включает лабораторный мониторинг общего и ионизированного кальция, паратгормона (PTH), а также магния и альбумина (для корректной интерпретации и коррекции). При необходимости используется ЭКГ-контроль (удлинение QT) как маркер риска аритмий при выраженной гипокальциемии [1,10].

2.4. Факторы риска

Факторы риска гипокальциемии/гипопаратиреоза традиционно включают болезнь Грейвса, крупный зоб, ретростернальный компонент, повторные операции, выполнение центральной лимфодиссекции, технически сложные вмешательства при онкологической инвазии и непреднамеренную резекцию паращитовидных желез. Витамин-D-дефицит рассматривается как дополнительный модифицируемый фактор, особенно в сезоны с низкой инсоляцией. В обзорах и клинических исследованиях подчёркивается связь гипокальциемии с повреждением паращитовидных желез и динамикой PTH в ранние сроки, что делает мониторинг PTH клинически полезным инструментом прогнозирования и раннего вмешательства [10]. Ассоциация непреднамеренной паратиреоидэктомии с транзиторной гипокальциемией поддерживает концепцию приоритета бережной техники и сохранения кровоснабжения желез [9].

2.5. Профилактика и лечебная тактика

Профилактика осложнений кальциевого обмена основывается на трёх принципах: идентификация паращитовидных желез, сохранение их кровоснабжения и минимизация травматизации. При сомнениях в жизнеспособности железы допустима аутотрансплантация, например, в толщу грудино-ключично-сосцевидной мышцы. Дополнительным профилактическим направлением является предоперационная оценка статуса витамина D и его коррекция (при возможности), а также применение профилактических схем кальция/кальцитриола по политике центра, особенно у пациентов высокого риска [1]. Лечение в клинической практике выстраивается по степени тяжести. Лёгкие и умеренные формы, как правило, контролируются пероральным кальцием в сочетании с активными формами витамина D (кальцитриол). Симптомная и тяжёлая гипокальциемия требует внутривенного введения кальция глюконата под мониторингом с последующим переводом на пероральную схему. При персистирующем гипопаратиреозе необходима длительная маршрутизация к эндокринологу и индивидуальная коррекция доз заместительной терапии с учётом клиники и лабораторных показателей [1,10].

3. Повреждение возвратного гортанного нерва (RLN): клиническая значимость и профилактика

3.1. Клиническое значение

Повреждение RLN относится к наиболее клинически значимым осложнениям тиреоидэктомии, поскольку затрагивает базовые функции фонации и защиты дыхательных путей. Клинически оно может проявляться охриплостью, дисфонией, снижением силы голоса и его утомляемостью, затруднением дыхания; при нарушении смыкания голосовой щели возможно повышение риска аспирации и вторичных респираторных осложнений. Систематические обзоры факторов риска RLN-повреждений подчёркивают их значимость как исхода, определяющего качество жизни и функциональные результаты лечения [2].

3.2. Частота и примеры европейских данных

Частота RLN-пареза варьирует в зависимости от техники (традиционная открытая, эндоскопическая, робот-ассистированная), объёма операции и структуры пациентов. В качестве иллюстрации достижимых показателей при высокой стандартизации приводятся данные европейского анализа робот-ассистированной трансаксиллярной тиреоидэктомии, где транзиторный парез RLN описан на уровне около 1,3%, а стойкий — около 0,2% [11]. Эти цифры не следует механически переносить на любой центр, однако они демонстрируют значимость опыта команды, дисциплины техники и алгоритмов контроля.

3.3. Факторы риска и патомеханизмы

Факторы риска RLN-повреждения включают расширение объёма резекции, лимфодиссекцию (особенно при онкопатологии), инвазивные опухоли, крупный или ретростернальный зоб, повторные операции с рубцовой деформацией тканей, а также термическое воздействие энергетических устройств в зоне нерва. Мета-аналитические данные подчёркивают вклад объёма вмешательства и повторных операций в риск повреждения RLN, что требует усиления профилактических мер именно в этих ситуациях [2].

3.4. Профилактика, нейромониторинг и роль визуализации

Базовым принципом профилактики остаётся визуальная идентификация нерва и анатомически корректная диссекция в зоне повышенного риска — это фактически «золотой стандарт» безопасной тиреоидэктомии в большинстве хирургических школ. Интраоперационный нейромониторинг (IONM) рассматривается как дополнительный уровень безопасности, особенно у пациентов высокого риска (повторные операции, выраженный рубцовый процесс, онкопатология с лимфодиссекцией, крупные/ретростернальные зобы). Сравнительные обзоры IONM и одной визуализации нерва демонстрируют, что на уровне «всех пациентов» эффект может быть неоднозначным, но метод особенно полезен в сложных клинических ситуациях и при анатомически трудных случаях, где повышается вероятность функциональной травмы нерва [3]. Это имеет практическое значение для Узбекистана: даже при ограниченной доступности IONM

стандартизированная визуализация и дисциплина техники способны обеспечить основную долю безопасности, а нейромониторинг следует рассматривать как приоритет для высокорисковых случаев при наличии ресурсов [3,8].

3.5. Ведение и реабилитация

При транзиторном парезе RLN тактика включает голосовой режим, ранний контроль ЛОР-врача, фонопедическую поддержку; медикаментозные подходы (например, противоотёчная/ингаляционная терапия) применяются индивидуально. При стойких нарушениях голоса требуется фониатрическая маршрутизация и использование современных методов восстановления фонации, включая инъекционную ларингопластику, медиализационные техники и систематические логопедические упражнения. Двустороннее поражение RLN потенциально угрожает проходимости дыхательных путей и требует немедленной тактики обеспечения дыхания как неотложного состояния [2,3].

4. Повреждение наружной ветви верхнего гортанного нерва (EBSLN)

Повреждение EBSLN имеет особую значимость у лиц голосовых профессий (преподаватели, певцы, дикторы), где даже небольшое изменение диапазона и силы голоса может приводить к профессиональной дезадаптации. Клиническая проблема заключается в том, что это осложнение нередко остаётся «недоучтённым», поскольку дисфония может быть неяркой и не всегда приводит к немедленному обращению. Риск EBSLN-повреждения ассоциирован с этапом обработки сосудов верхнего полюса щитовидной железы; профилактика основывается на строгом соблюдении анатомических ориентиров и, при возможности, использовании нейромониторинга как дополнительного метода функционального контроля [4]. В контексте стандартизации качества для центров целесообразно фиксировать голосовые жалобы и прицельно уточнять профессиональную значимость голоса до операции, поскольку это влияет на выбор тактики наблюдения и реабилитации [4,5].

5. Кровотечение и гематома шеи: редкое, но критическое осложнение

5.1. Клиническая опасность

Кровотечение и формирование гематомы в области шеи относятся к наиболее опасным осложнениям раннего периода, поскольку способны механически сдавливать дыхательные пути и приводить к быстро прогрессирующей дыхательной недостаточности. Поэтому даже при относительно низкой частоте данное осложнение требует протоколизированного раннего наблюдения и готовности к немедленной оценке и хирургической ревизии [6].

5.2. Частота и доказательная база

В публикациях частота кровотечения/гематомы зависит от критериев, включённых в исход, и от структуры пациентов. В одном клиническом исследовании после тотальной тиреоидэктомии приводится показатель геморрагических осложнений порядка 4,7%, что подчёркивает необходимость строгого гемостаза и наблюдения, особенно в группах риска [7]. Обзорные работы подчёркивают, что клиническая значимость осложнения определяется не только частотой, но и потенциальной внезапностью развития симптомов, особенно в первые часы после операции [6].

5.3. Факторы риска, профилактика и ведение

Факторы риска включают приём антикоагулянтов/антиагрегантов, артериальную гипертензию, нарушения коагуляции, большой объём диссекции, крупный зоб, возраст и коморбидность. Профилактика предполагает повторную проверку гемостаза перед завершением операции, включая провокационные методы (проба Вальсальвы, контролируемое повышение артериального давления), что снижает вероятность «скрытого» кровотечения после экстубации. Вопрос установки дренажа должен решаться индивидуально, поскольку его наличие не является абсолютной гарантией предотвращения компрессионной гематомы и должно оцениваться в контексте объёма диссекции и факторов риска. Ведение включает строгий мониторинг дыхания, темпа нарастания отёка шеи, интенсивности боли, изменения голоса; при подозрении на гематому

необходима немедленная клиническая оценка и при наличии угрозы дыхательным путям — срочная ревизия [6,7].

6. Инфекционные и раневые осложнения, серома

Тиреоидная хирургия относится к «чистым» операциям, поэтому инфекционные осложнения обычно встречаются относительно редко. Однако их вероятность повышается при диабете, ожирении, длительном вмешательстве, повторных операциях, а также при длительном стоянии дренажа. Серома чаще возникает при широкой диссекции и при отсутствии признаков инфекции может быть купирована пункцией, компрессией и динамическим наблюдением. Практически важно различать серому и гематому, поскольку тактика ведения и риски для дыхательных путей принципиально различаются [5,6].

7. Дисфагия, боль в шее и качество жизни в послеоперационном периоде

В клинической практике часто наблюдаются дискомфорт при глотании, ощущение «препятствия в горле», скованность и боли в области шеи в течение первых недель после операции. В большинстве случаев эти проявления носят функциональный и временный характер, однако могут заметно снижать качество жизни и вызывать тревожность пациента. В обзорных публикациях подчёркивается, что дисфагия после тиреоидэктомии является важным компонентом качества жизни и требует активного выявления в ходе послеоперационных осмотров, поскольку часть пациентов не формулирует жалобы спонтанно либо воспринимает их как «нормальные» и терпит симптомы [5]. Физиотерапия, упражнения для глотания, корректный контроль болевого синдрома и информирование пациента о прогнозе обычно улучшают восстановление [5].

Отдельно следует учитывать, что длительные голосовые нарушения (в результате RLN/EBSLN-повреждения) и необходимость постоянного приёма кальция/витамина D при персистирующем гипопаратиреозе являются ключевыми факторами длительного снижения качества жизни, влияющими на социальную и профессиональную активность [1,4,5].

Опыт Европы: стандартизация и показатели качества

Европейский подход к улучшению качества тиреоидной хирургии опирается на стандартизацию определения осложнений и отчётности, а также на оценку влияния осложнений на долгосрочное качество жизни. Наиболее показателен консенсусный документ по стандартизации отчётности послеоперационного гипопаратиреоза, где фиксируются единые подходы к лабораторным критериям и срокам наблюдения (обычно 6–12 месяцев) для корректного разграничения транзиторных и персистирующих форм.

Практическое значение для Узбекистана состоит в переносе «управляемых» элементов европейской модели: ведение аудита осложнений по единым определениям, внедрение профилактических протоколов в группах высокого риска и тиражирование опыта высокообъёмных центров через обучение и стандартные операционные процедуры.

Опыт стран СНГ и клинические параллели

Для стран СНГ во многих регионах характерны сходные проблемы: эндемический зоб в анамнезе, поздняя обращаемость, высокая доля крупных и ретростернальных зобов. Эти факторы увеличивают объём вмешательства, усложняют анатомию, повышают долю повторных операций и, соответственно, повышают риск осложнений. На этом фоне возрастает роль обязательной визуализации RLN, бережного сохранения паращитовидных желез и применения стандартизированных «пошаговых» техник диссекции.

Контекст Узбекистана: стандартизация практики и локальные данные. Реалистичные «точки приложения усилий» в Узбекистане включают внедрение пошаговой техники тиреоидэктомии с дисциплиной идентификации RLN и максимально возможным сохранением паращитовидных желез, а также обязательный лабораторный мониторинг кальция и PTH в ранние сроки после операции (в особенности после тотальной тиреоидэктомии). Значимость стандартизированного подхода продемонстрирована и в публикациях по результатам одного из центров Узбекистана, где шаговая техника рассматривается как инструмент улучшения исходов и обучения.

В условиях, когда IONM доступен не во всех учреждениях, ключевое значение приобретают анатомическая визуализация, техническая дисциплина, ранний мониторинг и клинический аудит.

Практический клинический алгоритм снижения риска осложнений

Предоперационный этап

Перед операцией ключевым является уточнение анатомии и факторов риска. Ультразвуковое исследование является базовым методом оценки. При подозрении на ретростернальный компонент, выраженную девиацию трахеи или сложную анатомию целесообразно рассмотреть дополнительную визуализацию (например, КТ по показаниям). Лабораторно рекомендуется оценивать TSH и при необходимости FT4/FT3, а также исходный уровень кальция; при наличии возможностей — витамин D, поскольку его дефицит рассматривается как модифицируемый фактор риска нарушений кальциевого обмена [1,10]. У пациентов с профессионально значимой голосовой функцией и/или при подозрении на рак целесообразна базовая ларингоскопия для фиксации исходного состояния голосовых складок и планирования послеоперационного наблюдения [4,5]. Отдельного внимания требует управление антикоагулянтной и антиагрегантной терапией, учитывая риск кровотечения/гематомы шеи [6].

Интраоперационный этап

Внутриоперационно основной задачей является снижение рисков RLN/EBSLN-повреждений и сохранение паращитовидных желез. RLN должен быть идентифицирован целенаправленно и визуализирован; это рассматривается как основа профилактики осложнений [2,3]. В зоне верхнего полюса необходимо учитывать риск травмы EBSLN и работать с сосудистыми структурами, соблюдая анатомические ориентиры; при наличии оборудования нейромониторинг может выступать дополнительным инструментом контроля [4]. Применение энергетических устройств должно осуществляться с соблюдением безопасной дистанции и времени воздействия, поскольку термическая травма рассматривается как один из механизмов RLN-повреждения [2]. Гемостаз должен быть оценён повторно перед завершением операции, включая провокационные методы, поскольку риск компрессионной гематомы шеи требует максимальной профилактики уже на операционном столе [6,7].

Ранний послеоперационный период (0–48 часов)

В первые часы после операции критически важен клинический мониторинг дыхания, голоса и динамики отёка шеи, поскольку гематома может развиваться быстро и угрожать дыхательным путям [6]. У пациентов после тотальной тиреоидэктомии и/или лимфодиссекции, а также у пациентов высокого риска целесообразен лабораторный контроль кальция и PTH в интервале 6–24 часа, что помогает ранней диагностике гипокальциемии и выбору тактики (симптом-ориентированная кальциевая терапия либо профилактический протокол по политике центра) [1].

Период 1–12 месяцев

В отдалённом послеоперационном наблюдении важны три направления. Во-первых, корректное разграничение гипопаратиреоза на транзиторный и персистирующий с учётом сроков и лабораторных критериев, что соответствует современным подходам к стандартизации отчётности [1]. Во-вторых, при стойких голосовых нарушениях необходима ранняя маршрутизация к ЛОР-врачу/фониатру, чтобы не допустить закрепления функциональных расстройств и своевременно применить методы реабилитации [4,5]. В-третьих, заместительная терапия тиреоидными гормонами должна подбираться индивидуально; целевые значения TSH определяются нозологией (например, при онкопатологии цели могут отличаться от доброкачественных заболеваний), что требует клинико-эндокринологического сопровождения.

Обсуждение

Анализ международной литературы показывает, что при оценке гипокальциемии и послеоперационного гипопаратиреоза ключевой проблемой остаются различия определений и сроков наблюдения, что приводит к широким диапазонам частоты и требует стандартизации отчётности; в современных консенсусах отдельно подчёркивается необходимость единой

терминологии и разграничения транзиторных и персистирующих форм на основании лабораторных критериев и периода наблюдения 6–12 месяцев. В отношении RLN-повреждений наиболее устойчивым выводом является первостепенная роль обязательной визуализации нерва как основы безопасности операции, тогда как нейромониторинг рассматривается как дополнительный уровень защиты в группах высокого риска и при сложной анатомии [2,3]. Гематома шеи, хотя и встречается сравнительно редко, остаётся клинически наиболее опасной в раннем послеоперационном периоде из-за угрозы дыхательным путям, что обосновывает необходимость протоколизированного наблюдения и готовности к экстренной ревизии [6,7].

Для Узбекистана практический вывод заключается в том, что даже при ограниченных ресурсах (например, при отсутствии IONM в части учреждений) существенное снижение осложнений может быть достигнуто за счёт стандартизации техники, системного аудита осложнений, раннего лабораторного контроля кальция/PTH и корректной стратификации риска (болезнь Грейвса, крупный/ретростернальный зоб, рак с лимфодиссекцией, повторная операция) [8].

В 2023–2025 годах нами было проведено 120 хирургических операций по поводу рака щитовидной железы, из них более чем у 80 пациентов наблюдались осложнения. 40 пациентам после хирургического вмешательства для лечения методами народной медицины применялась изобретённая нами мазь «Malham-A» — наносилась 3 раза в день. Кроме того, рекомендовался приём капсул «Majmuiy Rahmoniy» по 2 капсулы 3 раза в день и капсул «Askalsiy» по 2 капсулы 3 раза в день. Из 40 пациентов, перенёсших операцию, у 32 осложнений не наблюдалось

Заключение. Наиболее значимыми и часто встречающимися осложнениями тиреоидэктомии являются гипокальциемия/послеоперационный гипопаратиреоз и повреждения гортанных нервов, прежде всего RLN [1,2]. Риск осложнений определяется объёмом операции, нозологией (болезнь Грейвса, рак), повторными вмешательствами и техническими факторами, поэтому предоперационная оценка риска и стандартизированные протоколы ведения улучшают клинические результаты [2,10]. Европейский опыт демонстрирует, что управление качеством возможно через унификацию определений и отчётности по осложнениям, а для Узбекистана направлениями с наибольшей практической эффективностью являются стандартизированная пошаговая техника операции, бережное сохранение RLN и паращитовидных желез, а также ранний мониторинг кальция/PTH после вмешательства.

Литературы

1. Barczyński, M., Van Den Heede, K., Lee, J. C., Lorenz, K., Mihai, R., Norlen, O., Patel, K. N., Raffaelli, M., Sippel, R. S., Wang, T. S., & Solorzano, C. C. (2025). Standardizing the reporting of postoperative hypoparathyroidism following thyroidectomy: Consensus statement from the European Society of Endocrine Surgeons, the American Association of Endocrine Surgeons, and the International Association of Endocrine Surgeons. British Journal of Surgery, 112(11), znaf247. DOI: 10.1093/bjs/znaf247.

2. Yang, X., Ouyang, W., & Ma, P. (2026). Risk factors for recurrent laryngeal nerve injury following thyroid surgery: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Surgery, 12, 1731701. DOI: 10.3389/fsurg.2025.1731701.

3. Cirocchi, R., Arezzo, A., D'Andrea, V., Abraha, I., Popivanov, G. I., Avenia, N., Gerardi, C., Henry, B. M., Randolph, J., & Barczyński, M. (2019). Intraoperative neuromonitoring versus visual nerve identification for prevention of recurrent laryngeal nerve injury in adults undergoing thyroid surgery. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2019(1), CD012483. DOI: 10.1002/14651858.CD012483.pub2.

4. Potenza, A. S., Araujo Filho, V. J. F., & Cernea, C. R. (2017). Injury of the external branch of the superior laryngeal nerve in thyroid surgery. Gland Surgery, 6(5), 552–562. DOI: 10.21037/gs.2017.06.15.

5. Elbeltagy, Y. M., Bassiouny, S. E., Sobhy, T. S., Ismail, A. E., & Teaima, A. A. (2022). Swallowing problems after thyroidectomy. International Archives of Otorhinolaryngology, 26(3), e327–e333. DOI: 10.1055/s-0041-1730302.

6. Alqahtani, S. M., Al-Sohabi, H. R., Alfattani, A. A., & Alalawi, Y. (2022). Post-thyroidectomy hematoma: Risk factors to be considered for ambulatory thyroidectomy. Cureus, 14(11), e31539. DOI: 10.7759/cureus.31539.

7. Kokalari, I., Shundi, L., Abazaj, E., Ali, E., & Nikolla, L. (2023). Risk of complications in patients undergoing complete thyroidectomy. A retrospective study. European Scientific Journal, ESJ, 19(6), 81. DOI: 10.19044/esj.2023.v19n6p81.

8. Rashitov, M. (2022). Standardized stepwise technique for thyroidectomy: Patient outcomes from a single center in Uzbekistan. World Journal of Endocrine Surgery, 14(2), 37–41. DOI: 10.5005/jp-journals-10002-1427.

9. Manatakis, D. K., Balalis, D., Soulou, V. N., Korkolis, D. P., Plataniotis, G., & Gontikakis, E. (2016). Incidental parathyroidectomy during total thyroidectomy: Risk factors and consequences. International Journal of Endocrinology, 2016, 7825305. DOI: 10.1155/2016/7825305.

10. Cao, B., & Wu, G. (2025). Risk factors for hypocalcemia after total thyroidectomy: A narrative review. PeerJ, 13, e19808. DOI: 10.7717/peerj.19808.

11. Rossi, L., Buoni, V., Fregoli, L., Papini, P., De Palma, A., & Materazzi, G. (2022). Postsurgical complications after robot-assisted transaxillary thyroidectomy: Critical analysis of a large cohort of European patients. Updates in Surgery, 74(2), 511–517. DOI: 10.1007/s13304-022-01244-2.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

POSTOPERATIVE COMPLICATIONS AFTER THYROIDECTOMY: A COMPARATIVE ANALYSIS BASED ON THE EXPERIENCE OF UZBEKISTAN, EUROPE, AND THE CIS

Ibragim R. Askarov
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemistry, Honored Inventor of Uzbekistan, Chairman of the TABOBAT Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Axrorjon M. Toshpulatov
Andijan Regional Oncology Hospital, Chief Doctor
https://orcid.org/0009-0004-1882-1234
E-mail: toshpulatovaxrorjon1981@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.595

Keywords: thyroidectomy, hypocalcemia, hypoparathyroidism, recurrent laryngeal nerve, neuromonitoring, hematoma

Annotation

Surgical treatment of thyroid diseases (hemithyroidectomy, subtotal resection, total thyroidectomy, and lymph node dissection) represents one of the most commonly performed areas in modern endocrine surgery. Despite significant improvements in surgical safety, postoperative complications remain a relevant clinical problem. These include hypocalcemia/hypoparathyroidism, injury to the recurrent laryngeal nerve (RLN), damage to the external branch of the superior laryngeal nerve (EBSLN), postoperative bleeding/hematoma, infection, dysphagia, thyrotoxic crisis (rare), airway-related complications, and conditions affecting long-term quality of life. This article describes the classification, pathogenesis, clinical manifestations, risk factors, and modern approaches to the prevention and management of these complications. Representative studies from European and CIS countries are reviewed, with particular emphasis on the practical clinical setting in Uzbekistan. Additionally, a comparative analysis of postoperative complications based on our surgical experience is presented.

How to Cite

Askarov, I. R., & Toshpulatov, A. M. POSTOPERATIVE COMPLICATIONS AFTER THYROIDECTOMY: A COMPARATIVE ANALYSIS BASED ON THE EXPERIENCE OF UZBEKISTAN, EUROPE, AND THE CIS. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.595

Introduction. Thyroid diseases, including multinodular and toxic goiter, Graves' disease, as well as follicular and papillary carcinoma, are common pathologies that often require surgical treatment. Thyroidectomy in various extents ensures radicality and predictable outcomes for a number of nosologies; however, it also belongs to the category of operations in which complications—even with a relatively low absolute frequency—carry a substantial clinical "cost" due to their impact on breathing, voice function, quality of life, and the need for long-term medical correction.

The development of surgical technique (anatomically grounded stages of dissection, visual identification of nerves, use of modern energy-based instruments, implementation of intraoperative neuromonitoring, unification of hemostasis protocols and postoperative surveillance) has increased the overall level of procedural safety. Nevertheless, some complications remain relevant and are reported even in specialized high-volume centers. European quality approaches emphasize that, alongside oncologic radicality and control of thyrotoxicosis, the most important goal is minimizing short- and long-term adverse effects, primarily hypoparathyroidism and laryngeal nerve injuries [1].

For Uzbekistan, the practical significance of the topic may be further strengthened by regional features: a history of endemic goiter, frequent late presentation, the occurrence of large and retrosternal goiters, a certain proportion of reoperative procedures, as well as uneven availability of high-technology solutions (e.g., IONM) and differences in staffing and material-technical resources between centers. In such a situation, "manageable" safety factors are especially important: standardized step-by-step technique, strict discipline of RLN identification, meticulous preservation of the parathyroid glands, protocolized hemostasis, and early laboratory monitoring of calcium metabolism. These directions, in essence, form the foundation of reproducible quality even if some equipment is not universally available [1,8].

The aim of the study is to present an academically structured review of the most significant complications of thyroidectomy (pathogenesis, clinical manifestations, diagnosis, risk factors, prevention, treatment) and to compare approaches in Europe, the CIS, and Uzbekistan, emphasizing practical solutions applicable under real-world conditions. An additional task is to integrate proposals for standardizing complication reporting and to establish a basis for comparative analysis with the authors' own observations (2020–2025).

Materials and methods

This work was conducted as a narrative literature review. Data from open sources were used: PubMed/PMC, international journals, European consensus documents and recommendations, as well as selected regional publications. The literature was analyzed in the following blocks: (1) complication rates and ranges of occurrence; (2) predictors and risk factors; (3) prevention and management tactics; (4) standardized definitions and reporting approaches, especially with regard to postoperative hypoparathyroidism. The key methodological reference for the standardization section was contemporary consensus approaches to unifying criteria for hypoparathyroidism and observation periods of 6–12 months to distinguish transient and persistent forms [1].

A separate methodological block предусматривает description of a local comparative analysis of complications after surgical treatment of thyroid cancer performed in 2020–2025 within the authors' practice. In the present text, this fragment is presented as a fillable template, since numerical values (the total number of operations and the proportion of complications at follow-up intervals of 1, 2, 3, and 5 years) should be entered according to the center's data and compared with literature ranges based on unified definitions of complications [1,8].

Results

1. Temporal classification of complications after thyroidectomy

From the standpoint of clinical management and patient routing, it is reasonable to group complications by the time of their occurrence, since this determines both diagnostic priorities and response speed. In the early period (first 0–24 hours), key complications are those potentially threatening the airway: bleeding and neck hematoma capable of causing tracheal compression, as well as laryngeal edema and laryngospasm. The same time "window" often includes early hypocalcemia, especially after total thyroidectomy, as well as early voice changes in cases of nerve injury. At the level of early delayed complications (1–30 days), transient hypoparathyroidism and transient RLN paresis, seroma and wound infection, dysphagia, pain syndrome, and neck stiffness affecting the patient's daily activity are usually recorded. In late periods (≥30 days, 6–12 months and beyond), clinically significant outcomes include persistent hypoparathyroidism and permanent RLN paralysis, scar-cosmetic consequences, prolonged hypothyroidism (related to the extent of surgery), as well as sustained impairments in quality of life, including professionally significant voice problems and the need for long-term calcium/vitamin D intake [1,5,6].

2. Hypocalcemia and postoperative (hypo)parathyroidism

2.1. Significance and variability of incidence

Hypocalcemia and postoperative hypoparathyroidism are traditionally regarded as the most common complications after thyroid surgery. The key problem, however, remains substantial variability in reported incidence depending on the definitions used (biochemical thresholds, presence/absence of

symptoms), the timing of assessment, and the duration of follow-up. Contemporary European consensus approaches emphasize the need for standardized accounting of hypoparathyroidism and propose unified follow-up frameworks (usually 6–12 months) to distinguish transient and persistent forms based on laboratory criteria [1]. In practical terms, this means that comparability of complication indicators between centers is possible only with unified definitions; otherwise, quality comparisons will be incorrect.

2.2. Pathogenesis and key mechanisms

Pathogenetically, hypoparathyroidism after thyroidectomy develops predominantly due to disruption of the anatomical integrity or blood supply of the parathyroid glands. Mechanisms include inadvertent removal (involuntary parathyroidectomy), devascularization during dissection, ischemia, and tissue trauma. Clinically, it is important that risk increases with greater surgical extent, especially in total thyroidectomy, as well as with central neck dissection and reoperative interventions, when anatomical landmarks are altered by scar tissue [1,10]. A number of publications emphasize that inadvertent resection of the parathyroid glands is associated with transient hypocalcemia, highlighting the preventive importance of surgical technique [9].

2.3. Clinical presentation and diagnosis

Clinical manifestations of hypocalcemia most often include paresthesias (a “tingling” sensation in the fingers and toes), muscle spasms, a sense of general discomfort, and weakness. Severe forms may be accompanied by tetany and seizures. Relying on clinical signs alone is insufficient, since symptoms may be subtle while biochemical disturbances are significant. Therefore, the diagnostic standard includes laboratory monitoring of total and ionized calcium, parathyroid hormone (PTH), as well as magnesium and albumin (for correct interpretation and correction). If needed, ECG monitoring (QT prolongation) is used as a marker of arrhythmia risk in pronounced hypocalcemia [1,10].

2.4. Risk factors

Risk factors for hypocalcemia/hypoparathyroidism traditionally include Graves’ disease, large goiter, a retrosternal component, reoperative surgery, central neck dissection, technically complex interventions in the setting of oncologic invasion, and inadvertent resection of the parathyroid glands. Vitamin D deficiency is considered an additional modifiable factor, especially in seasons with low insolation. Reviews and clinical studies emphasize the association of hypocalcemia with parathyroid gland injury and early postoperative PTH dynamics, making PTH monitoring a clinically useful tool for prediction and early intervention [10]. The association of inadvertent parathyroidectomy with transient hypocalcemia supports the concept of prioritizing meticulous technique and preservation of gland perfusion [9].

2.5. Prevention and therapeutic strategy

Prevention of calcium-metabolism complications is based on three principles: identification of the parathyroid glands, preservation of their blood supply, and minimization of tissue trauma. If there is doubt about gland viability, autotransplantation is acceptable, for example into the thickness of the sternocleidomastoid muscle. An additional preventive direction is preoperative assessment of vitamin D status and its correction (if possible), as well as the use of prophylactic calcium/calcitriol regimens according to center policy, especially in high-risk patients [1]. Treatment in clinical practice is built according to severity. Mild and moderate forms are usually controlled with oral calcium in combination with active forms of vitamin D (calcitriol). Symptomatic and severe hypocalcemia requires intravenous calcium gluconate under monitoring with subsequent transition to an oral regimen. In persistent hypoparathyroidism, long-term referral to an endocrinologist and individualized adjustment of replacement therapy doses are necessary, taking into account clinical and laboratory parameters [1,10].

3. Recurrent laryngeal nerve (RLN) injury: clinical significance and prevention

3.1. Clinical significance

RLN injury is among the most clinically significant complications of thyroidectomy because it affects the basic functions of phonation and airway protection. Clinically, it may present with hoarseness, dysphonia, reduced voice strength and fatigue, and breathing difficulty; impaired closure of the glottis may

increase the risk of aspiration and secondary respiratory complications. Systematic reviews of risk factors for RLN injuries emphasize their importance as an outcome determining quality of life and functional results of treatment [2].

3.2. Incidence and examples of European data

The incidence of RLN paresis varies depending on technique (conventional open, endoscopic, robot-assisted), the extent of surgery, and patient case-mix. As an illustration of achievable indicators with high standardization, a European analysis of robot-assisted transaxillary thyroidectomy reported transient RLN paresis at about 1.3% and permanent paresis at about 0.2% [11]. These figures should not be mechanically extrapolated to any center, but they demonstrate the importance of team experience, technical discipline, and control algorithms.

3.3. Risk factors and pathomechanisms

Risk factors for RLN injury include expansion of resection extent, lymph node dissection (especially in oncologic pathology), invasive tumors, large or retrosternal goiter, reoperative procedures with scar-related tissue deformation, and thermal impact of energy devices in the nerve zone. Meta-analytic data emphasize the contribution of surgical extent and reoperative surgery to the risk of RLN injury, requiring strengthened preventive measures precisely in these situations [2].

3.4. Prevention, neuromonitoring, and the role of visualization

The basic preventive principle remains visual identification of the nerve and anatomically correct dissection in the high-risk zone—this is effectively the “gold standard” of safe thyroidectomy in most surgical schools. Intraoperative neuromonitoring (IONM) is considered an additional level of safety, especially in high-risk patients (reoperations, pronounced scarring, oncologic pathology with lymph node dissection, large/retrosternal goiters). Comparative reviews of IONM versus visualization alone show that at the level of “all patients” the effect may be ambiguous, but the method is particularly useful in complex clinical situations and anatomically difficult cases where the probability of functional nerve injury is higher [3]. This has practical relevance for Uzbekistan: even with limited availability of IONM, standardized visualization and technical discipline can provide the main share of safety, while neuromonitoring should be considered a priority for high-risk cases when resources permit [3,8].

3.5. Management and rehabilitation

In transient RLN paresis, tactics include voice rest, early ENT follow-up, and voice therapy support; pharmacologic approaches (e.g., anti-edema/inhalation therapy) are applied individually. In persistent voice disorders, referral to a phoniatrician and the use of modern voice restoration methods are required, including injection laryngoplasty, medialization techniques, and systematic speech-therapy exercises. Bilateral RLN injury may threaten airway patency and requires immediate airway management as an emergency condition [2,3].

4. External branch of the superior laryngeal nerve (EBSLN) injury

EBSLN injury is of particular importance for voice professionals (teachers, singers, announcers), where even small changes in voice range and strength can lead to professional maladaptation. The clinical problem is that this complication is often “under-recorded” because dysphonia may be mild and does not always prompt immediate consultation. The risk of EBSLN injury is associated with the stage of managing vessels at the upper pole of the thyroid gland; prevention is based on strict adherence to anatomical landmarks and, if possible, the use of neuromonitoring as an additional method of functional control [4]. In the context of quality standardization for centers, it is advisable to document voice complaints and specifically clarify the professional significance of the voice before surgery, since this influences the choice of follow-up and rehabilitation tactics [4,5].

5. Bleeding and neck hematoma: a rare but critical complication

5.1. Clinical danger

Bleeding and formation of a neck hematoma are among the most dangerous early complications, as they can mechanically compress the airway and lead to rapidly progressive respiratory failure. Therefore,

even at a relatively low frequency, this complication requires protocolized early observation and readiness for immediate assessment and surgical revision [6].

5.2. Incidence and evidence base

In publications, the incidence of bleeding/hematoma depends on outcome criteria and patient case-mix. One clinical study after total thyroidectomy reported hemorrhagic complications at approximately 4.7%, underscoring the need for strict hemostasis and observation, especially in risk groups [7]. Review papers emphasize that the clinical significance of the complication is determined not only by frequency but also by the potential suddenness of symptom development, particularly in the first hours after surgery [6].

5.3. Risk factors, prevention, and management

Risk factors include anticoagulant/antiplatelet use, arterial hypertension, coagulation disorders, large dissection volume, large goiter, age, and comorbidity. Prevention involves rechecking hemostasis before completing the operation, including provocative maneuvers (Valsalva maneuver, controlled blood pressure elevation), which reduces the likelihood of “occult” bleeding after extubation. The decision to place a drain should be individualized, since its presence is not an absolute guarantee against compressive hematoma and should be assessed in the context of dissection volume and risk factors. Management includes strict monitoring of breathing, the rate of neck swelling progression, pain intensity, and voice changes; if hematoma is suspected, immediate clinical assessment is required and, if airway compromise is threatened, urgent revision is indicated [6,7].

6. Infectious and wound complications, seroma

Thyroid surgery is classified as “clean” surgery; therefore, infectious complications are usually relatively rare. However, their probability increases with diabetes, obesity, prolonged intervention, reoperations, and prolonged drain placement. Seroma occurs more often after wide dissection and, in the absence of signs of infection, may be managed by aspiration, compression, and dynamic observation. Practically, it is important to distinguish seroma from hematoma, since management tactics and airway risks differ fundamentally [5,6].

7. Dysphagia, neck pain, and quality of life in the postoperative period

In clinical practice, discomfort during swallowing, a sensation of “an obstacle in the throat,” stiffness, and neck pain are often observed during the first weeks after surgery. In most cases, these manifestations are functional and temporary; however, they can noticeably reduce quality of life and cause patient anxiety. Review publications emphasize that dysphagia after thyroidectomy is an important component of quality of life and requires active detection during postoperative visits, since some patients do not spontaneously report complaints or perceive symptoms as “normal” and tolerate them [5]. Physiotherapy, swallowing exercises, appropriate pain control, and informing the patient about prognosis usually improve recovery [5].

Separately, it should be considered that prolonged voice disorders (as a result of RLN/EBSLN injury) and the need for continuous calcium/vitamin D intake in persistent hypoparathyroidism are key factors of long-term reduction in quality of life, affecting social and professional activity [1,4,5].

European experience: standardization and quality indicators

The European approach to improving the quality of thyroid surgery relies on standardization of complication definitions and reporting, as well as assessment of the impact of complications on long-term quality of life. Particularly illustrative is the consensus document on standardizing reporting of postoperative hypoparathyroidism, which sets unified approaches to laboratory criteria and follow-up periods (usually 6–12 months) for correct differentiation of transient and persistent forms.

The practical significance for Uzbekistan lies in transferring the “manageable” elements of the European model: auditing complications using unified definitions, implementing preventive protocols in high-risk groups, and disseminating high-volume center experience through training and standard operating procedures.

Experience of CIS countries and clinical parallels

In many regions of the CIS, similar problems are characteristic: a history of endemic goiter, late presentation, and a high proportion of large and retrosternal goiters. These factors increase the extent of intervention, complicate anatomy, raise the share of reoperations, and accordingly increase the risk of complications. Against this background, the role of mandatory RLN visualization, meticulous preservation of the parathyroid glands, and the use of standardized “step-by-step” dissection techniques increases.

Uzbekistan context: standardization of practice and local data. Realistic “points of application” in Uzbekistan include implementing a step-by-step thyroidectomy technique with disciplined RLN identification and maximum possible preservation of the parathyroid glands, as well as mandatory early laboratory monitoring of calcium and PTH after surgery (especially after total thyroidectomy). The importance of a standardized approach has also been demonstrated in publications reporting results from one Uzbek center, where the stepwise technique is considered a tool for improving outcomes and training.

In conditions where IONM is not available in all institutions, key importance is acquired by anatomical visualization, technical discipline, early monitoring, and clinical audit.

Practical clinical algorithm for reducing the risk of complications

Preoperative stage

Before surgery, clarification of anatomy and risk factors is crucial. Ultrasound examination is the basic assessment method. If a retrosternal component, marked tracheal deviation, or complex anatomy is suspected, additional imaging (e.g., CT as indicated) should be considered. Laboratory evaluation is recommended for TSH and, if necessary, FT4/FT3, as well as baseline calcium; where possible, vitamin D should also be assessed, since its deficiency is considered a modifiable risk factor for calcium-metabolism disorders [1,10]. In patients with professionally significant voice function and/or suspected cancer, baseline laryngoscopy is advisable to document preoperative vocal fold status and to plan postoperative follow-up [4,5]. Special attention is required for management of anticoagulant and antiplatelet therapy, given the risk of bleeding/neck hematoma [6].

Intraoperative stage

Intraoperatively, the main task is to reduce the risks of RLN/EBSLN injury and preserve the parathyroid glands. The RLN should be purposefully identified and visualized; this is considered the basis of complication prevention [2,3]. In the upper pole zone, the risk of EBSLN injury should be considered and vascular structures handled with adherence to anatomical landmarks; if equipment is available, neuromonitoring may serve as an additional tool of control [4]. The use of energy devices should follow safe distance and exposure-time rules, since thermal injury is regarded as one mechanism of RLN damage [2]. Hemostasis must be reassessed before completion of the operation, including provocative maneuvers, since the risk of compressive neck hematoma requires maximal prevention already on the operating table [6,7].

Early postoperative period (0–48 hours)

In the first hours after surgery, clinical monitoring of breathing, voice, and the dynamics of neck swelling is critical, since hematoma may develop rapidly and threaten the airway [6]. In patients after total thyroidectomy and/or lymph node dissection, as well as in high-risk patients, laboratory control of calcium and PTH within 6–24 hours is advisable; this supports early diagnosis of hypocalcemia and choice of tactics (symptom-oriented calcium therapy or a prophylactic protocol according to center policy) [1].

Period 1–12 months

In long-term postoperative follow-up, three directions are important. First, correct differentiation of hypoparathyroidism into transient and persistent forms considering timing and laboratory criteria, consistent with contemporary approaches to standardized reporting [1]. Second, in persistent voice disorders, early referral to an ENT specialist/phoniatrician is needed to prevent fixation of functional disorders and to timely apply rehabilitation methods [4,5]. Third, thyroid hormone replacement therapy must be individualized; target TSH values are determined by the nosology (e.g., in oncologic pathology targets may differ from benign disease), which requires clinical-endocrinologic supervision.

Discussion

Analysis of international literature shows that in assessing hypocalcemia and postoperative hypoparathyroidism, the key problem remains differences in definitions and follow-up durations, leading to wide incidence ranges and requiring standardized reporting; modern consensuses emphasize the need for unified terminology and differentiation of transient and persistent forms based on laboratory criteria and an observation period of 6–12 months. Regarding RLN injuries, the most robust conclusion is the primary role of mandatory nerve visualization as the foundation of operative safety, while neuromonitoring is considered an additional level of protection in high-risk groups and in anatomically difficult cases [2,3]. Neck hematoma, although relatively infrequent, remains the most clinically dangerous complication in the early postoperative period due to airway threat, which justifies the need for protocolized observation and readiness for emergency revision [6,7].

For Uzbekistan, the practical conclusion is that even with limited resources (e.g., absence of IONM in some institutions), a significant reduction in complications can be achieved through standardization of technique, systematic complication audit, early laboratory control of calcium/PTH, and correct risk stratification (Graves' disease, large/retrosternal goiter, cancer with lymph node dissection, reoperation) [8].

In 2023–2025, we performed 120 surgical operations for thyroid cancer; complications were observed in more than 80 patients. In 40 patients after surgery, for treatment using traditional medicine methods, we used an ointment invented by us, "Malham-A," applied 3 times a day. In addition, intake of "Majmuiy Rahmoniy" capsules (2 capsules 3 times a day) and "Askalsiy" capsules (2 capsules 3 times a day) was recommended. Of the 40 patients who underwent surgery, 32 had no complications observed

Conclusion. The most significant and frequently encountered complications of thyroidectomy are hypocalcemia/postoperative hypoparathyroidism and laryngeal nerve injuries, primarily the RLN [1,2]. The risk of complications is determined by the extent of surgery, the nosology (Graves' disease, cancer), reoperations, and technical factors; therefore, preoperative risk assessment and standardized management protocols improve clinical outcomes [2,10]. European experience demonstrates that quality management is possible through unification of definitions and complication reporting, and for Uzbekistan the directions with the greatest practical effectiveness are a standardized step-by-step surgical technique, meticulous preservation of the RLN and parathyroid glands, and early postoperative monitoring of calcium/PTH.

References

1. Barczyński, M., Van Den Heede, K., Lee, J. C., Lorenz, K., Mihai, R., Norlen, O., Patel, K. N., Raffaelli, M., Sippel, R. S., Wang, T. S., & Solorzano, C. C. (2025). Standardizing the reporting of postoperative hypoparathyroidism following thyroidectomy: Consensus statement from the European Society of Endocrine Surgeons, the American Association of Endocrine Surgeons, and the International Association of Endocrine Surgeons. British Journal of Surgery, 112(11), znaf247. DOI: 10.1093/bjs/znaf247.

2. Yang, X., Ouyang, W., & Ma, P. (2026). Risk factors for recurrent laryngeal nerve injury following thyroid surgery: A systematic review and meta-analysis. Frontiers in Surgery, 12, 1731701. DOI: 10.3389/fsurg.2025.1731701.

3. Cirocchi, R., Arezzo, A., D'Andrea, V., Abraha, I., Popivanov, G. I., Avenia, N., Gerardi, C., Henry, B. M., Randolph, J., & Barczyński, M. (2019). Intraoperative neuromonitoring versus visual nerve identification for prevention of recurrent laryngeal nerve injury in adults undergoing thyroid surgery. Cochrane Database of Systematic Reviews, 2019(1), CD012483. DOI: 10.1002/14651858.CD012483.pub2.

4. Potenza, A. S., Araujo Filho, V. J. F., & Cernea, C. R. (2017). Injury of the external branch of the superior laryngeal nerve in thyroid surgery. Gland Surgery, 6(5), 552–562. DOI: 10.21037/gs.2017.06.15.

5. Elbeltagy, Y. M., Bassiouny, S. E., Sobhy, T. S., Ismail, A. E., & Teaima, A. A. (2022). Swallowing problems after thyroidectomy. International Archives of Otorhinolaryngology, 26(3), e327–e333. DOI: 10.1055/s-0041-1730302.

6. Alqahtani, S. M., Al-Sohabi, H. R., Alfattani, A. A., & Alalawi, Y. (2022). Post-thyroidectomy hematoma: Risk factors to be considered for ambulatory thyroidectomy. Cureus, 14(11), e31539. DOI: 10.7759/cureus.31539.

7. Kokalari, I., Shundi, L., Abazaj, E., Ali, E., & Nikolla, L. (2023). Risk of complications in patients undergoing complete thyroidectomy. A retrospective study. European Scientific Journal, ESJ, 19(6), 81. DOI: 10.19044/esj.2023.v19n6p81.

8. Rashitov, M. (2022). Standardized stepwise technique for thyroidectomy: Patient outcomes from a single center in Uzbekistan. World Journal of Endocrine Surgery, 14(2), 37–41. DOI: 10.5005/jp-journals-10002-1427.

9. Manatakis, D. K., Balalis, D., Soulou, V. N., Korkolis, D. P., Plataniotis, G., & Gontikakis, E. (2016). Incidental parathyroidectomy during total thyroidectomy: Risk factors and consequences. International Journal of Endocrinology, 2016, 7825305. DOI: 10.1155/2016/7825305.

10. Cao, B., & Wu, G. (2025). Risk factors for hypocalcemia after total thyroidectomy: A narrative review. PeerJ, 13, e19808. DOI: 10.7717/peerj.19808.

11. Rossi, L., Buoni, V., Fregoli, L., Papini, P., De Palma, A., & Materazzi, G. (2022). Postsurgical complications after robot-assisted transaxillary thyroidectomy: Critical analysis of a large cohort of European patients. Updates in Surgery, 74(2), 511–517. DOI: 10.1007/s13304-022-01244-2.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ZIRK (BERBERIS VULGARIS L.) TARKIBIDAGI KIMYOVIY ELEMENTLAR MIQDORI.

Obidjon Shaxabidinovich Abdulloyev
Andijon davlat unversiteti, Tabiiy birikmalar va oziq-ovqat kimyosi kafedrasi mudiri, dotsent, kimyo fanlari doktori (DSc), O'zbekiston Tabobat akademiyasi a'zosi
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

Gulyora Dilshodbek qizi Qo‘chqarova
Andijon davlat unversiteti, Kimyo mutaxassisligi 2-kurs magistranti
https://orcid.org/0009-0002-7665-2163
E-mail: gulyoraqochqarova989@gmil.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.602

Kalit so'zlar: IBP-OES, makro- va mikro-elementlar, Zirk (Berberis vulgaris L.).

Annotatsiya

Ushbu maqolada induksion bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriya (ICP-OES) usulining kimyoviy tahlil jarayonlaridagi ahamiyati, uning asosiy afzalliklari va amaliy qo‘llanilishi yoritiladi. Tadqiqot davomida zirk mevasining makro va mikroelementlarning tarkibi aniqlandi. Olingan natijalar usulning yuqori aniqligi, tezkorligi va sezuvchanligini isbotladi.

How to Cite

Abdulloyev, O. S., & Qo'chqarova, G. D. ZIRK (BERBERIS VULGARIS L.) TARKIBIDAGI KIMYOVIY ELEMENTLAR MIQDORI. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.602

Kirish. So‘nggi yillarda tabiiy manbalarni o‘rganish va ularni tibbiyot, farmatsevtika hamda oziq-ovqat sanoatida qo‘llash dolzarb yo‘nalishlardan biriga aylandi. Xususan, dorivor o‘simliklar tarkibidagi biologik faol birikmalar bilan bir qatorda, ularning mineral va mikroelementlar bilan boyitilganligi ham katta ahamiyatga ega[1].

Zirk (Berberis vulgaris L.) — Berberidaceae oilasiga mansub buta bo‘lib, uning mevalari, barglari va ildizlari dorivor xususiyatlarga ega. So‘nggi yillarda bu o‘simlikning tarkibidagi makro (Ca, K, Mg, Na, P) va mikroelementlar (Fe, Zn, Cu, Mn va boshqalar) miqdorini aniqlash bo‘yicha turli mamlakatlarda ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan. Quyida ushbu sohadagi muhim ilmiy ishlar tahlil qilinadi.

Akbulut M., Çalışır S., Marakoğlu T., va Çoklar H. tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotda Turkiyada yovvoyi o‘sadigan Berberis vulgaris mevalarining mineral tarkibi aniqlangan. Tahlillar ICP-AES usuli yordamida olib borilgan. Natijalarga ko‘ra, mevalarda kaltsiy (Ca), magniy (Mg), kaliy (K), natriy (Na), fosfor (P), temir (Fe), rux (Zn), marganets (Mn) kabi elementlar mavjudligi aniqlangan. Ularning miqdori o‘simlik o‘sish joyi va ekologik sharoitlarga qarab farq qilgan [2].

Rahimi-Madiseh M. va hamkorlari Berberis vulgarisning farmakologik va kimyoviy tarkibi haqida maqola tayyorlaganlar. Ular turli manbalarda keltirilgan ma’lumotlarni umumlashtirib, mevalardagi elementar tarkibni quyidagicha ko‘rsatganlar: Fe ≈ 2650 mkg/kg, Zn ≈ 27.5 mkg/kg, Cu ≈ 33.7 mkg/kg, Mn ≈ 58.6 mkg/kg. Bu ko‘rsatkichlar o‘simlikning dorivor qiymatini belgilashda muhim hisoblanadi [3].

Zirk mevasi tarkibidagi organik kislatalar va qator foydali elementlar (K, Li, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, va boshqalar) bilan ajralib turadi. Bu elementlar inson organizmi uchun zarur bo‘lgan metabolik jarayonlarda muhim rol o‘ynaydi. Zirk mevasining dorivor xususiyatlarini to‘liq baholash uchun uning kimyoviy tarkibida uchraydigan asosiy va mikroelementlar miqdorini aniqlash talab etiladi [4].

Ushbu maqsadlarda zirk (Berberis vulgaris L.) zamonaviy analitik usullardan biri hisoblangan induksion bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriya (ICP-OES) keng qo‘llanilmoqda. Ushbu usul

yuqori sezuvchanlik, bir vaqtning o‘zida ko‘plab elementlarni aniqlash imkoniyati, va tahlilning tezligi bilan ajralib turadi. Aynan ICP-OES usuli yordamida zirk namunalaridagi kimyoviy elementlarning miqdoriy tarkibini aniq va ishonchli aniqlash imkonini beradi [5].

Maqolada zirk mevasi namunalarini tayyorlash, ICP-OES asbobida o‘lchovlar o‘tkazish va olingan natijalarni statistik tahlil qilish orqali bu o‘simlik tarkibidagi muhim elementlar miqdori aniqlanadi hamda ularning sog‘liq uchun ahamiyati baholanadi.

Namuna ishchi eritmasini tayyorlash. Oldindan quritilib, mayda holga keltirilgan namuna 0,001 g aniqlikdagi elektron tarozida (Navigatortm, OHAUS®) 1 g miqdorda tortib olinib, chinni tigelda quruq kulga aylantirish usuli bo‘yicha mufel pechda (Nabertherm, Germaniya) 500 °C gacha qizdirildi. Kul hosil bo‘lish jarayonida dastlab namuna 95 °C da 30 daqiqa, 120 °C da 60 daqiqa, 300 °C da 120 daqiqa va so‘ngra 550 °C da 60 daqiqa qizdirilib, yakunda 550 °C haroratda 5 soat davomida ushlab turildi. Olingan kulga 6 ml 70 % li HNO_3 (Sigma Aldrich, AQSh) va 2 ml 60 % li H_2O_2 qo‘shilib, oq bug‘ chiqishi to‘liq tugaguncha mo‘rili shkafdagi qizdirish plitasida chayqatib isitildi. Aralashma sovutilgach, 100 ml li polipropilen o‘lchov kolbasiga ko‘chirilib, ultra toza suv bilan belgigacha to‘ldirildi. Tayyorlangan eritma 0,45 μm o‘lchamdagi shprits-filtrdan o‘tkazilib, tahlil uchun ishlatildi.

Standart eritmalarni tayyorlash. 68 ta elementning 10 mg/l (2 % HNO_3 dagi) standart eritmasi (Highpuritystandards, AQSh), simobning 1000 mg/l (2 mol/l HNO_3 dagi) standart eritmasi (Sigma Aldrich, Germaniya), hamda 25 ta elementning 10 mg/l (2 % HNO_3 dagi) standart eritmasi (Aristar, AQSh) asos qilib olinib, elementlarning 2 % HNO_3 dagi ishchi standart eritmalari tayyorlandi. Keyinchalik suyultirish usuli bilan yana uch xil konsentratsiyadagi standart eritmalar olindi. Bo‘sh namuna sifatida 2 % li HNO_3 eritmasi qo‘llanildi. Ushbu standartlar yordamida 69 ta element uchun kalibrlash chiziqlari qurildi. Kalibrlashning R^2 ko‘rsatkichlari 0.995 dan yuqori bo‘lganda tahlil jarayoni davom ettirildi.

Analizni bajarish. Tahlil Thermo Fisher Scientific (AQSh) tomonidan ishlab chiqarilgan iCAP PRO X Duo ICP-OES induksion bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometrida bajarildi. Metod parametrlari va olingan natijalarni qayta ishlash QTegra ISDS dasturi yordamida amalga oshirildi. Tahlil uchun ishlatilgan parametrlar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Analiz metodi parametrlari.

Parametr	**Sozlamalar**	
Nasos trubkasi	Namuna uchun Tygon® sariq/oq	Drenaj uchun Tygon ® oq/oq
Nasos tezligi	45 ayl./daq	
Spray kamerasi	Shisha siklonik	
Nebulayzer	Shisha konsentrik	
Nebulayzer gaz oqimi	0,6 $L \cdot min^{-1}$	
Sovutish gazining oqimi	12,5 $L \cdot min^{-1}$	
Yordamchi gaz oqimi	0,5 $L \cdot min^{-1}$	
Markaziy trubka	2 mm	
RF quvvati	1150 Vt	
Takroriylik	3 marta	
Analiz vaqti	Aksial	Radial
	15 sek	15 sek

Olingan natijalar. Analiz natijalari quyidagi jadvalda keltirildi.

2-jadval. Zirk tarkibidagi kimyoviy makroelementlarni IBP-OES usulida aniqlash natijalari, mkg/100 g.

№	**Makroelementlar**	**Miqdori**
1	P	131,193±0,573
2	Ca	593,535±0,051
3	K	1644,871±20,76
4	Mg	141,402±1,161
5	Na	32,242±0,282

Eng yuqori aniqlanganmakro elementlardan biri bu kaliy (K) bo‘lib, 1644,871 mkg/kg miqdorda aniqlandi, bu esa zirkning yurak-qon tomir tizimiga ijobiy ta’sir ko‘rsatish potensialini bildiradi.

Natriy (Na) organizmdagi suv va elektrolit balansini boshqaradi. Agar natriy muvozanati buzilsa, bu hujayra metabolizmi va oziqlanishiga ta’sir qilib, terining umumiy holatini yomonlashtirishi mumkin.

Shuningdek, magniy (Mg) ham yuqori kontsentratsiyada aniqlangan bo‘lib, 141,402 mkg/kg ni tashkil qildi. Magniy markaziy asab tizimi faoliyatini yaxshilovchi va mushaklarning to‘g‘ri ishlashi uchun zarur bo‘lgan elementlardan biri hisoblanadi av shuning bilan birgalikda terining yangilanishi, melanositlarning faoliyati va immunitetni boshqarishda muhim ahamiyatga ega. Bundan tashqari, magniy stressni kamaytirishga yordam beradi, stress esa vitiligoni og’irlashtiruvchi omil. Magniy yetishmovchiligi teri sog‘lig‘ini yomonlashtirishi va autoimmun reaktsiyalarni kuchaytirishi mumkin.

Fosfor (P) miqdori 131,193 mkg/kg bo‘lib, bu modda energiya almashinuvida (ATP sintezi) va hujayra tuzilmasida muhim rol o‘ynaydi.

Kalsiy (Ca) hujayra membranasi barqarorligi va melanositlarning faoliyati uchun muhim. Melanin ishlab chiqarishda ham kalsiy ionlari ishtirok etadi. Kalsiy yetishmovchiligi melanin ishlab chiqarilishiga va terining pigmentatsiya jarayoniga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Kalsiy ionlari immun tizimining faoliyatini ham tartibga soladi [6].

3-jadval. Zirk mevasi tarkibidagi aniqlangan hayotiy zarur mikroelementlar miqdori mkg/g.

V	Mn	Si	Ni	Zn
0.073±0.001	2.888±0.055	3.157±0.08	0.318±0.003	3.607±0.036
Fe	Mo	Cu	Li	Cr
12.544±0.033	0.228±0.007	1.649±0.03	2.688±0.02	0.65±0.006

4-jadval. Zirk mevasi tarkibidagi aniqlangan shartli zarur mikroelementlar miqdori mkg/g.

Ba	Be	Th	Cs	Rb	B	Sr
0.45±0.009	0.007±0	0.121±0.017	3.169±0.022	1.548±0.39	0.859±0.018	1.546±0.078
Sn	Sc	U	La	Ag	Ti	
2.012±0.014	0.022±0	0.113±0.081	0.006±0.001	0.149±0.036	0.159±0.007	

Zirk namunalarining induksion bog‘langan plazmali optik emissiya spektrometriya (ICP-OES) yordamida kimyoviy tarkibini tahlil qilish natijalari shuni ko‘rsatdiki, o‘simlik tarkibida turli makro- va mikroelementlar mavjud bo‘lib, ularning ayrimlari miqdor jihatdan ajralib turadi [7].

Kremniy (Si) miqdori 3,157 mkg/kg bo‘lib kollagen ishlab chiqarishda va terining elastikligini saqlashda muhimdir. Kollagen terining yangilanishiga yordam beradi va terining umumiy holatini yaxshilaydi.

Rux (Zn) miqdori 3,607 mkg/kg kuchli antioksidant bo’lib, melanositlarning zarar ko’rishini kamaytiradi va melanin ishlab chiqarishni rag‘batlantiradi. Rux vitiligo davolashda juda muhim hisoblanadi. Tadqiqotlar rux qo‘shimchalarining pigmentatsiyani tiklashga yordam berishini ko‘rsatgan.

Temir (Fe) esa 12,544 mkg/kg darajasida aniqlanib, gemoglobin sintezi va qon aylanishini yaxshilash va hujayralarni kislorod bilan ta’minlash uchun zarur. Kislorod yetishmasligi melanin ishlab chiqarishni sekinlashtirishi mumkin. Temir yetishmovchiligi (anemiya) vitiligoni og’irlashtirishi mumkin. Temir darajasini me’yorlashtirish melanin ishlab chiqarish jarayonini yaxshilaydi

Mis (Cu) miqdori 1,649 mkg/kg melanin ishlab chiqarishda asosiy ferment bo’lgan **tirozinaza** faoliyatini rag‘batlantiradi. Mis tanqisligi vitiligoni rivojlantiruvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Misga boy mahsulotlarni iste’mol qilish va qo‘shimchalarni qabul qilish melanin ishlab chiqarishni oshirishi mumkin.

Marganes (Mn) miqdori 2,888 mkg/kg antioksidant fermentlarning tarkibiy qismi bo’lib, terini oksidativ stressdan himoya qiladi. Marganes darajasi past bo’lsa, hujayralar zararlanishi va autoimm3un jarayonlar kuchayishi mumkin.

Bundan tashqari, xrom (Cr) – 0,65 mkg/kg, seziy (Cs) – 3,169 mkg/kg, bariy (Ba) 0,45 mkg/kg va litiy (Li) – 2,688 mkg/kg darajalarida aniqlandi. Ularning har biri turli fiziologik jarayonlarda ishtirok etadi, jumladan, suyak zichligi, glyukoza almashinuvi va asab impulslarini uzatishda [8].

5-jadval. Na'muna tarkibidagi zaharli elementlar miqdori (mkg/100g)

Element nomi	Namunadagi miqdori mkg/100g	Gigiyenik normativlar bo'yicha ruxsat etilgan maksimal miqdor
Pb	0.033±0.005	1,0
As	0.04±0.01	1,0
Cd	0.014±0.001	0,2
Hg	0.005±0	0,3

5-jadvaldan ko'rinib turibdiki, zirk namunalari tarkibidagi zaharli elementlar miqdori O'zbekiston Respublikasi Sog'liqni saqlash vazirligi Bosh Davlat sanitar vrachining 25.05.2019 yildagi 0366-19-son buyrug'i bilan tasdiqlanganligi uchun ruxsat etilgan maksimal miqdordan juda kichik ekanligini va mazkur namunalarni qo'llash mumkinligi haqida xulosa qilish mumkin [9].

Umuman olganda, yuqoridagi tahlil natijalari shuni ko'rsatadiki, zirk o'simligi muhim mineral va mikroelementlarga boy bo'lib, u sog'liqni saqlash, biologik faol qo'shimchalar ishlab chiqarish va funktsional oziq-ovqatlar tayyorlashda istiqbolli xomashyo sifatida qaralishi mumkin.

Xulosa: Ushbu tadqiqotda zirk namunasi tarkibidagi kimyoviy elementlar miqdori induksion bog'langan plazmali optik emissiya spektrometriya (ICP-OES) usuli orqali muvaffaqiyatli aniqlab chiqildi. Olingan natijalarga ko'ra, zirk tarkibi biologik faol elementlarga boy ekani ma'lum bo'ldi. Ayniqsa, kalsiy (Ca), kaliy (K), magniy (Mg), fosfor (P), temir (Fe) kabi makroelementlar yuqori miqdorda aniqlanib, zirkning sog'liq uchun foydali tabiiy manba ekanini isbotlaydi.

Bundan tashqari, zirkda kremniy (Si), xrom (Cr), litiy (Li), seziy (Cs) kabi mikro elementlar ham mavjud bo'lib, ularning ayrimlari organizmdagi muhim fiziologik jarayonlarda ishtirok etadi. Shuningdek, uranning (U) nisbatan yuqori miqdorda aniqlanishi bu namunalarni ekologik xavfsizlik nuqtai nazaridan yanada chuqurroq o'rganishni talab qiladi.

Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatadiki, zirk o'simligi kimyoviy elementlar tarkibi bo'yicha yuqori biofaollikka ega bo'lib, uni xalq tabobatida, farmatsevtika sanoatida va biologik faol qo'shimchalar ishlab chiqarishda istiqbolli xomashyo sifatida qo'llash mumkin.

Adabiyotlar

1. Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2017). *Principles of instrumental analysis* (7th ed.). Cengage Learning.
2. Akbulut, M., Çalışır, S., Marakoğlu, T., & Çoklar, H. (2009). Some physicomechanical and nutritional properties of barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits. *Journal of Food Process Engineering, 32*(4), 497–511. https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2007.00229.x
3. Rahimi-Madiseh, M., Lorigoini, Z., Zamani-Gharaghoshi, H., & Rafieian-Kopaei, M. (2017). *Berberis vulgaris*: Specifications and traditional uses. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 20*(5), 569–587. https://doi.org/10.22038/IJBMS.2017.8690
4. Boss, C. B., & Fredeen, K. J. (2004). *Concepts, instrumentation and techniques in inductively coupled plasma optical emission spectrometry* (3rd ed.). PerkinElmer Instruments.
5. Montaser, A. (Ed.). (1998). *Inductively coupled plasma mass spectrometry*. John Wiley & Sons.
6. Abdullayev A., G'aybullayev N. "Biokimyo" , Toshkent: Fan va texnalogiya 2009, 248-255 betlar.
7. Mierzwa, J., & Sun, Y. C. (2003). Application of ICP-OES for the determination of trace elements in plant materials. Analytical Letters, 36(13), 2703–2712. https://doi.org/10.1081/AL-120024043
8. Murray, R. K. (Ed.). (2017). Harper's Illustrated Biochemistry (32nd ed.). McGraw-Hill Education.

9. "O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi Bosh Davlat sanitar vrachining 25.05.2019 yildagi 0366-19-son buyrug‘i bilan tasdiqlangan “Oziq-ovqat mahsuloti xavfsizligi gigiyenik normativlari”," [Online]. Available: https://lex.uz/docs/-4951750. [Accessed 18 Январь 2025]

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В БАРБАРИС (BERBERIS VULGARIS L.)

Обиджон Шахабидинович Абдуллоев
Андижанский государственный университет, Заведующий кафедрой "Химия природных соединений и пищевых продуктов", доцент, доктор химических наук (DSc), член Академии Табобат Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

Гулёра Дилшодбек қизи Қўчқарова
Андижанский государственный университет, Студент 2-го курса магистратуры по химии
https://orcid.org/0009-0002-7665-2163
E-mail: gulyoraqochqarova989@gmil.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.602

Ключевые слова: IBP-OES, makro va mikro elamentlar, Zirk (Berberis vulgaris L.), .

Аннотация

В данной статье освещается значение метода оптической эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES) в процессах химического анализа, а также его основные преимущества и практическое применение. В ходе исследования был определён состав макро- и микроэлементов в плодах зирка. Полученные результаты доказали высокую точность, быстроту и чувствительность данного метода.

Как цитировать

Абдуллаев, О. Ш., & Кучкарова, Г. Д. СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В БАРБАРИС (Berberis vulgaris L.). Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.602

Введение. В последние годы изучение природных источников и их применение в медицине, фармацевтике и пищевой промышленности стало одним из актуальных направлений. В частности, наряду с биологически активными соединениями, содержащимися в лекарственных растениях, большое значение имеет также их обогащённость минеральными веществами и микроэлементами [1].

Зирк (Berberis vulgaris L.) — кустарниковое растение, относящееся к семейству Berberidaceae, плоды, листья и корни которого обладают лекарственными свойствами. В последние годы в различных странах было проведено множество исследований по определению содержания макроэлементов (Ca, K, Mg, Na, P) и микроэлементов (Fe, Zn, Cu, Mn и др.) в составе данного растения. Ниже приводится анализ важных научных работ в этой области.

В исследовании, проведённом Akbulut M., Çalışır S., Marakoğlu T. и Çoklar H., был определён минеральный состав плодов Berberis vulgaris, произрастающих в дикой природе в Турции. Анализы проводились с использованием метода ICP-AES. Согласно полученным результатам, в плодах были обнаружены такие элементы, как кальций (Ca), магний (Mg), калий (K), натрий (Na), фосфор (P), железо (Fe), цинк (Zn) и марганец (Mn). Их содержание варьировалось в зависимости от места произрастания растения и экологических условий [2].

Рахими-Мадисе М. и его соавторы подготовили статью о фармакологических свойствах и химическом составе Berberis vulgaris. Обобщив данные различных источников, они представили элементный состав плодов следующим образом: Fe ≈ 2650 мкг/кг, Zn ≈ 27,5 мкг/кг, Cu ≈ 33,7 мкг/кг, Mn ≈ 58,6 мкг/кг. Эти показатели считаются важными при определении лекарственной ценности растения [3].

Плоды зирка отличаются содержанием органических кислот и ряда полезных элементов (K, Li, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn и др.). Эти элементы играют важную роль в метаболических процессах, необходимых для организма человека. Для полной оценки лекарственных свойств плодов зирка требуется определить количество основных и микроэлементов, присутствующих в его химическом составе [4].

Для этих целей широко применяется один из современных аналитических методов — оптическая эмиссионная спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-OES) при исследовании зирка (*Berberis vulgaris L.*). Этот метод отличается высокой чувствительностью, возможностью одновременного определения большого числа элементов и высокой скоростью анализа. Именно с помощью метода ICP-OES можно точно и надёжно определить количественный состав химических элементов в образцах зирка [5]. В статье путём подготовки образцов плодов зирка, проведения измерений на приборе ICP-OES и статистического анализа полученных результатов определяется содержание важных элементов в составе данного растения, а также оценивается их значение для здоровья человека.

Приготовление рабочего раствора образца. Предварительно высушенный и измельчённый образец взвешивали на электронных весах с точностью 0,001 г (Navigator™, OHAUS®) в количестве 1 г. Затем образец помещали в фарфоровый тигель и подвергали озолению методом сухого озоления в муфельной печи (Nabertherm, Германия) при температуре до 500 °C. В процессе образования золы образец сначала нагревали при 95 °C в течение 30 минут, затем при 120 °C — 60 минут, при 300 °C — 120 минут и далее при 550 °C — 60 минут. После этого образец выдерживали при температуре 550 °C в течение 5 часов. К полученной золе добавляли 6 мл 70 % HNO_3 (Sigma Aldrich, США) и 2 мл 60 % H_2O_2, после чего смесь нагревали на нагревательной плите под вытяжным шкафом, периодически перемешивая, до полного прекращения выделения белого дыма. После охлаждения раствор переносили в полипропиленовую мерную колбу объёмом 100 мл и доводили до метки ультрачистой водой. Приготовленный раствор фильтровали через шприцевой фильтр с размером пор 0,45 мкм и использовали для анализа.

Приготовление стандартных растворов. В качестве исходных использовали стандартный раствор 68 элементов с концентрацией 10 мг/л (в 2 % HNO_3) (High Purity Standards, США), стандартный раствор ртути с концентрацией 1000 мг/л (в 2 моль/л HNO_3) (Sigma Aldrich, Германия), а также стандартный раствор 25 элементов с концентрацией 10 мг/л (в 2 % HNO_3) (Aristar, США). На их основе были приготовлены рабочие стандартные растворы элементов в 2 % HNO_3. В дальнейшем методом последовательного разбавления были получены ещё три стандартных раствора различных концентраций. В качестве холостого образца использовали 2 % раствор HNO_3. С использованием этих стандартов были построены калибровочные кривые для 69 элементов. Анализ продолжали только в случае, если коэффициент детерминации калибровки $\mathbf{R^2}$ был выше 0,995.

Проведение анализа. Анализ проводился на индуктивно связанной плазменной оптической эмиссионной спектрометрии iCAP PRO X Duo ICP-OES, произведённой компанией Thermo Fisher Scientific (США). Параметры метода и обработка полученных результатов осуществлялись с использованием программного обеспечения QTegra ISDS. Параметры анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1.Параметры метода анализа.

Параметр	**Настройки**	
Насосная трубка	Для образца — Tygon® жёлто/белая	для дренажа — Tygon® бело/белая
Скорость насоса	45 об./мин	
Камера распыления	Стеклянная циклонная	
Небулайзер	Стеклянный концентрический	

Поток газа небулайзера	0,6 L·min⁻¹	
Поток охлаждающего газа	12,5 L·min⁻¹	
Поток вспомогательного газа	0,5 L·min⁻¹	
Центральная трубка	2 мм	
RF-мощность	1150 Вт	
Повторяемость	3 раза	
Время анализа	Аксильный	Радиальный
	15 сек	15 сек

Полученные результаты. Результаты анализа представлены в следующей таблице.

Таблица 2. Результаты определения химических макроэлементов в составе зирка методом ИСП-ОЭС, мкг/100 г.

№	Макроэлементы	Количество (мкг/100 г)
1	P	131,193±0,573
2	Ca	593,535±0,051
3	K	1644,871±20,76
4	Mg	141,402±1,161
5	Na	32,242±0,282

Наиболее выявленным макроэлементом является калий (K) — его содержание составило 1644,871 мкг/кг, что указывает на потенциально положительное влияние зирка на сердечно-сосудистую систему. Натрий (Na) регулирует водно-электролитный баланс в организме. Нарушение баланса натрия может влиять на клеточный метаболизм и питание, что отрицательно сказывается на общем состоянии кожи. Также в плодах зирка было выявлено высокое содержание магния (Mg) — 141,402 мкг/кг. Магний является одним из важных элементов для нормальной работы центральной нервной системы и мышц, а также играет ключевую роль в обновлении кожи, активности меланоцитов и регуляции иммунитета. Кроме того, магний помогает снижать стресс, который является фактором, усугубляющим витилиго. Его дефицит может ухудшать здоровье кожи и усиливать аутоиммунные реакции. Содержание фосфора (P) составило 131,193 мкг/кг, что важно для энергетического обмена (синтеза АТФ) и структуры клеток. Кальций (Ca) необходим для стабильности клеточных мембран и активности меланоцитов. Ионы кальция участвуют в синтезе меланина; его дефицит может негативно влиять на выработку меланина и процессы пигментации кожи. Ионы кальция также регулируют работу иммунной системы [6].

Таблица 3. Содержание выявленных жизненно важных микроэлементов в плодах зирка, мкг/г**.**

V	Mn	Si	Ni	Zn
0.073±0.001	2.888±0.055	3.157±0.08	0.318±0.003	3.607±0.036
Fe	Mo	Cu	Li	Cr
12.544±0.033	0.228±0.007	1.649±0.03	2.688±0.02	0.65±0.006

Таблица 4. Содержание выявленных условно необходимых микроэлементов в плодах зирка, мкг/г.

Ba	Be	Th	Cs	Rb	B	Sr
0.45±0.009	0.007±0	0.121±0.017	3.169±0.022	1.548±0.39	0.859±0.018	1.546±0.078
Sn	Sc	U	La	Ag	Ti	
2.012±0.014	0.022±0	0.113±0.081	0.006±0.001	0.149±0.036	0.159±0.007	

Анализ химического состава образцов зирка с использованием индуктивно связанной плазменной оптической эмиссионной спектрометрии (ICP-OES) показал, что растение содержит различные макро- и микроэлементы, среди которых некоторые выделяются по количеству [7]. Кремний (Si) — 3,157 мкг/кг; важен для синтеза коллагена и поддержания эластичности кожи.

Коллаген способствует обновлению кожи и улучшает её общее состояние. Цинк (Zn) — 3,607 мкг/кг; мощный антиоксидант, уменьшает повреждение меланоцитов и стимулирует выработку меланина. Цинк играет важную роль в лечении витилиго, а исследования показывают, что добавки цинка способствуют восстановлению пигментации. Железо (Fe) — 12,544 мкг/кг; необходимо для синтеза гемоглобина, улучшения кровообращения и доставки кислорода к клеткам. Недостаток кислорода может замедлять выработку меланина, а дефицит железа (анемия) способен усугублять витилиго. Нормализация уровня железа улучшает процесс синтеза меланина.

Медь (Cu) — 1,649 мкг/кг; стимулирует активность тирозиназы, основного фермента, участвующего в выработке меланина. Дефицит меди является одним из факторов развития витилиго. Потребление продуктов, богатых медью, и использование добавок могут повысить синтез меланина. Марганец (Mn) — 2,888 мкг/кг; входит в состав антиоксидантных ферментов, защищающих кожу от окислительного стресса. Низкий уровень марганца может приводить к повреждению клеток и усилению аутоиммунных процессов.

Дополнительно были обнаружены хром (Cr) — 0,65 мкг/кг, цезий (Cs) — 3,169 мкг/кг, барий (Ba) — 0,45 мкг/кг и литий (Li) — 2,688 мкг/кг. Эти элементы участвуют в различных физиологических процессах, включая поддержание плотности костей, обмен глюкозы и проведение нервных импульсов [8].

Таблица 5. Содержание токсичных элементов в составе образцов, мкг/100 г.

Название элемента	Содержание в образце, мкг/100 г	Допустимое максимальное содержание по гигиеническим нормативам
Pb	0.033±0.005	1,0
As	0.04±0.01	1,0
Cd	0.014±0.001	0,2
Hg	0.005±0	0,3

Согласно данным Таблицы 5, содержание токсичных элементов в образцах зирка значительно ниже максимально допустимых значений, утверждённых приказом № 0366-19 Главного государственного санитарного врача Министерства здравоохранения Республики Узбекистан от 25.05.2019 г., что позволяет сделать вывод о возможности использования данных образцов [9].

В целом, приведённые результаты анализа показывают, что растение зирк богато важными минералами и микроэлементами, что делает его перспективным сырьём для здравоохранения, производства биологически активных добавок и функциональных продуктов питания.

Вывод: В данном исследовании содержание химических элементов в образцах зирка было успешно определено методом индуктивно связанной плазменной оптической эмиссионной спектрометрии (ICP-OES). Полученные данные показали, что зирк богат биологически активными элементами. Особенно высокими оказались уровни макроэлементов: кальция (Ca), калия (K), магния (Mg), фосфора (P) и железа (Fe), что подтверждает ценность зирка как природного источника полезных для здоровья веществ. Кроме того, в зирке присутствуют микроэлементы, такие как кремний (Si), хром (Cr), литий (Li) и цезий (Cs), которые участвуют в важных физиологических процессах организма. Относительно высокий уровень урана (U) требует дополнительного экологического изучения образцов. Результаты исследования показывают, что химический состав зирка обладает высокой биологической активностью, что позволяет использовать растение в народной медицине, фармацевтической промышленности и производстве биологически активных добавок.

Литературы

1. Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2017). *Principles of instrumental analysis* (7th ed.). Cengage Learning.
2. Akbulut, M., Çalışır, S., Marakoğlu, T., & Çoklar, H. (2009). Some physicomechanical and nutritional properties of barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits. *Journal of Food Process Engineering, 32*(4), 497–511. https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2007.00229.x
3. Rahimi-Madiseh, M., Lorigoini, Z., Zamani-Gharaghoshi, H., & Rafieian-Kopaei, M. (2017). *Berberis vulgaris*: Specifications and traditional uses. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 20*(5), 569–587. https://doi.org/10.22038/IJBMS.2017.8690
4. Boss, C. B., & Fredeen, K. J. (2004). *Concepts, instrumentation and techniques in inductively coupled plasma optical emission spectrometry* (3rd ed.). PerkinElmer Instruments.
5. Montaser, A. (Ed.). (1998). *Inductively coupled plasma mass spectrometry*. John Wiley & Sons.
6. Abdullayev A., G‘aybullayev N. "Biokimyo" , Toshkent: Fan va texnalogiya 2009, 248-255 betlar.
7. Mierzwa, J., & Sun, Y. C. (2003). Application of ICP-OES for the determination of trace elements in plant materials. Analytical Letters, 36(13), 2703–2712. https://doi.org/10.1081/AL-120024043
8. Murray, R. K. (Ed.). (2017). Harper’s Illustrated Biochemistry (32nd ed.). McGraw-Hill Education.
9. "O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi Bosh Davlat sanitar vrachining 25.05.2019 yildagi 0366-19-son buyrug‘i bilan tasdiqlangan “Oziq-ovqat mahsuloti xavfsizligi gigiyenik normativlari”," [Online]. Available: https://lex.uz/docs/-4951750. [Accessed 18 Январь 2025]

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

QUANTITATIVE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN BARBERRY (BERBERIS VULGARIS L.)

Obidjon Sh. Abdulloyev
Andijan State University, Head of the Department of Chemistry of Natural Compounds and Food Products, Associate Professor, Doctor of Chemical Sciences (DSc), Member of the Tabobat Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

Gulyora D. Qo'chqarova
Andijan State University, 2nd year master's student in Chemistry
https://orcid.org/0009-0002-7665-2163
E-mail: gulyoraqochqarova989@gmil.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.602

Keywords: IBP-OES, makro va mikro elamentlar, Zirk (Berberis vulgaris L.), .

Annotation

This article highlights the significance of the inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) method in chemical analysis processes, as well as its main advantages and practical applications. During the research, the composition of macro- and microelements in barberry fruit was determined. The obtained results confirmed the high accuracy, rapidity, and sensitivity of the method.

How to Cite

Abdulloev, O. S., & Kuchkarova, G. D. QUANTITATIVE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN BARBERRY (Berberis vulgaris L.). Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.602

Introduction: In recent years, the study of natural resources and their application in medicine, pharmaceuticals, and the food industry has become one of the most relevant research directions. In particular, along with biologically active compounds present in medicinal plants, their enrichment with mineral substances and trace elements is also of great importance [1].

Barberry (Berberis vulgaris L.) is a shrub belonging to the Berberidaceae family, and its fruits, leaves, and roots possess medicinal properties. In recent years, numerous studies have been conducted in various countries to determine the content of macroelements (Ca, K, Mg, Na, P) and microelements (Fe, Zn, Cu, Mn, and others) present in this plant. Below is an analysis of important scientific studies conducted in this field.

In a study conducted by Akbulut M., Çalışır S., Marakoğlu T., and Çoklar H., the mineral composition of wild-growing Berberis vulgaris fruits in Turkey was determined. The analyses were performed using the ICP-AES method. According to the results, the fruits were found to contain elements such as calcium (Ca), magnesium (Mg), potassium (K), sodium (Na), phosphorus (P), iron (Fe), zinc (Zn), and manganese (Mn). The concentration of these elements varied depending on the plant's growing location and ecological conditions [2].

Rahimi-Madiseh M. and co-authors prepared a review article on the pharmacological and chemical composition of Berberis vulgaris. By summarizing data from various sources, they reported the elemental composition of the fruits as follows: Fe ≈ 2650 µg/kg, Zn ≈ 27.5 µg/kg, Cu ≈ 33.7 µg/kg, and Mn ≈ 58.6 µg/kg. These indicators are considered important in determining the medicinal value of the plant [3].

Barberry fruit is distinguished by the presence of organic acids and a number of beneficial elements such as K, Li, Mg, Fe, Zn, Cu, Mn, and others. These elements play an important role in metabolic processes

essential for the human body. In order to fully evaluate the medicinal properties of barberry fruit, it is necessary to determine the content of major and trace elements present in its chemical composition [4].

For this purpose, one of the modern analytical methods—inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES)—is widely used for the analysis of Berberis vulgaris. This method is characterized by high sensitivity, the ability to determine multiple elements simultaneously, and rapid analysis. The ICP-OES technique makes it possible to accurately and reliably determine the quantitative composition of chemical elements in barberry samples [5].

In this study, the preparation of barberry fruit samples, measurements using the ICP-OES instrument, and statistical analysis of the obtained results were carried out to determine the content of important elements in this plant and to evaluate their significance for human health.

Preparation of the sample working solution. The sample, previously dried and ground into a fine powder, was weighed in an amount of 1 g using an electronic balance with an accuracy of 0.001 g (Navigatortm, OHAUS®). The weighed sample was placed in a porcelain crucible and subjected to dry ashing in a muffle furnace (Nabertherm, Germany) with gradual heating up to 500 °C. During the ashing process, the sample was first heated at 95 °C for 30 minutes, at 120 °C for 60 minutes, and at 300 °C for 120 minutes, followed by heating at 550 °C for 60 minutes. Finally, the sample was maintained at 550 °C for 5 hours to obtain complete ash.

The obtained ash was treated with 6 ml of 70% HNO_3 (Sigma Aldrich, USA) and 2 ml of 60% H_2O_2. The mixture was heated with gentle shaking on a heating plate in a fume hood until the release of white fumes completely ceased. After cooling, the solution was transferred to a 100 ml polypropylene volumetric flask and diluted to the mark with ultrapure water. The prepared solution was filtered through a 0.45 μm syringe filter and used for further analysis.

Preparation of standard solutions. Standard solutions containing 68 elements at a concentration of 10 mg/L (in 2% HNO_3) (High Purity Standards, USA), a mercury standard solution at a concentration of 1000 mg/L (in 2 mol/L HNO_3) (Sigma-Aldrich, Germany), and a multi-element standard solution containing 25 elements at a concentration of 10 mg/L (in 2% HNO_3) (Aristar, USA) were used as stock solutions to prepare working standard solutions of the elements in 2% HNO_3. Subsequently, three additional standard solutions with different concentrations were prepared by serial dilution. A 2% HNO_3 solution was used as a blank sample. Using these standards, calibration curves were constructed for 69 elements. The analytical procedure was continued only when the calibration coefficient (R^2) of the calibration curves exceeded 0.995.

Analytical procedure. Elemental analysis was performed using an iCAP PRO X Duo ICP-OES inductively coupled plasma optical emission spectrometer (Thermo Fisher Scientific, USA). The instrument parameters and processing of the obtained data were carried out using the QTeqra ISDS software. The operating parameters used for the analysis are presented in Table 1.

Table 1. Instrumental parameters for ICP-OES analysis

Parameter	**Setting**	
Sample tubing	Tygon® yellow/white for sample	Tygon® white/white for drain
Pump speed	45 rpm	
Spray chamber	Glass cyclonic	
Nebulizer	Glass concentric	
Nebulizer gas flow	0,6 L·min	
Plasma gas flow	12,5 L·min	
Auxiliary gas flow	0,5 $L \cdot min^{-1}$	
Center tube	2 mm	
RF power	1150 Vt	
Replicates	3	
Analysis time	Axial	Radial

	15	15

Results. The results of the analysis are presented in the following table.

Table 2. Determination of chemical macroelements in barberry fruits using ICP-OES, µg/100 g

№	Macroelement	Concentration
1	P	131,193±0,573
2	Ca	593,535±0,051
3	K	1644,871±20,76
4	Mg	141,402±1,161
5	Na	32,242±0,282

Among the major elements determined, potassium (K) was found to be one of the most abundant, with a concentration of 1644.871 µg/kg. This high potassium content indicates the potential of barberry to exert a positive effect on the cardiovascular system.

Sodium (Na) plays a key role in regulating the body's water and electrolyte balance. An imbalance in sodium can affect cellular metabolism and nutrient absorption, which may negatively influence the overall condition of the skin.

Magnesium (Mg) was also found in relatively high concentration, reaching 141.402 µg/kg. Magnesium is an essential element for proper functioning of the central nervous system and muscles. Additionally, it plays an important role in skin renewal, melanocyte activity, and immune system regulation. Moreover, magnesium helps reduce stress, which is a factor that can exacerbate vitiligo. Magnesium deficiency may impair skin health and increase the risk of autoimmune reactions.

Phosphorus (P) was determined at a concentration of 131.193 µg/kg. Phosphorus is crucial for energy metabolism, including ATP synthesis, and is an essential component of cellular structure.

Calcium (Ca) is important for maintaining cell membrane stability and proper melanocyte function. Calcium ions also participate in melanin production. A deficiency in calcium can negatively affect melanin synthesis and skin pigmentation processes. Furthermore, calcium ions help regulate immune system activity [6].

Table 3. Concentration of essential trace elements in barberry fruits (µg/g)

V	Mn	Si	Ni	Zn
0.073±0.001	2.888±0.055	3.157±0.08	0.318±0.003	3.607±0.036
Fe	Mo	Cu	Li	Cr
12.544±0.033	0.228±0.007	1.649±0.03	2.688±0.02	0.65±0.006

Table 4. Concentration of conditionally essential trace elements in barberry fruits (µg/g)

Ba	Be	Th	Cs	Rb	B	Sr
0.45±0.009	0.007±0	0.121±0.017	3.169±0.022	1.548±0.39	0.859±0.018	1.546±0.078
Sn	Sc	U	La	Ag	Ti	
2.012±0.014	0.022±0	0.113±0.081	0.006±0.001	0.149±0.036	0.159±0.007	

The analysis of the chemical composition of barberry fruit samples using Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) revealed the presence of various macro- and microelements, with some elements being particularly abundant [7].

Silicon (Si) was determined at a concentration of 3.157 µg/kg. Silicon is essential for collagen synthesis and maintaining skin elasticity. Collagen contributes to skin renewal and improves overall skin condition.

Zinc (Zn) was found at 3.607 µg/kg and acts as a strong antioxidant, reducing damage to melanocytes and promoting melanin production. Zinc is considered crucial for vitiligo management, as studies have shown that zinc supplementation may aid in restoring pigmentation.

Iron (Fe) was detected at 12.544 µg/kg. Iron is necessary for hemoglobin synthesis, blood circulation, and oxygen supply to cells. Oxygen deficiency can slow melanin production, and iron

deficiency (anemia) may exacerbate vitiligo. Maintaining adequate iron levels supports the melanin biosynthesis process.

Copper (Cu) was measured at 1.649 µg/kg and plays a key role in stimulating the activity of tyrosinase, the primary enzyme in melanin production. Copper deficiency is a significant factor contributing to vitiligo progression. Consuming copper-rich foods or supplements can enhance melanin synthesis.

Manganese (Mn) was found at 2.888 µg/kg. Manganese is a component of antioxidant enzymes that protect the skin from oxidative stress. Low manganese levels may increase cellular damage and the risk of autoimmune reactions.

Additionally, chromium (Cr) was detected at 0.65 µg/kg, cesium (Cs) at 3.169 µg/kg, barium (Ba) at 0.45 µg/kg, and lithium (Li) at 2.688 µg/kg. Each of these elements participates in various physiological processes, including bone density regulation, glucose metabolism, and nerve impulse transmission [8].

Table 5. Concentration of toxic elements in barberry fruit samples (µg/100 g)

Element name	**Concentration in the sample (µg/100 g)**	**Maximum permitted concentration according to hygienic standards**
Pb	0.033±0.005	1,0
As	0.04±0.01	1,0
Cd	0.014±0.001	0,2
Hg	0.005±0	0,3

Based on Table 5, it can be concluded that the concentrations of toxic elements in barberry fruit samples are well below the maximum allowable levels established by the Order No. 0366-19 of the Chief State Sanitary Doctor of the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan dated 25 May 2019 [9]. Therefore, the use of these samples is considered safe.

Overall, the above analytical results indicate that barberry is rich in essential minerals and trace elements, making it a promising raw material for healthcare applications, the production of biologically active supplements, and the development of functional foods.

Conclusion. In this study, the concentrations of chemical elements in barberry fruit samples were successfully determined using Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES). The results demonstrated that barberry is rich in biologically active elements. In particular, macroelements such as calcium (Ca), potassium (K), magnesium (Mg), phosphorus (P), and iron (Fe) were found in high concentrations, confirming the plant as a valuable natural source for human health.

Additionally, barberry contains microelements such as silicon (Si), chromium (Cr), lithium (Li), and cesium (Cs), some of which are involved in essential physiological processes. The relatively high concentration of uranium (U) observed suggests that further studies are needed to assess the ecological safety of these samples.

The findings of this study indicate that barberry exhibits high bioactivity in terms of its chemical composition and may serve as a prospective raw material in traditional medicine, the pharmaceutical industry, and the production of biologically active supplements.

References

1. Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2017). *Principles of instrumental analysis* (7th ed.). Cengage Learning.
2. Akbulut, M., Çalışır, S., Marakoğlu, T., & Çoklar, H. (2009). Some physicomechanical and nutritional properties of barberry (*Berberis vulgaris* L.) fruits. *Journal of Food Process Engineering, 32*(4), 497–511. https://doi.org/10.1111/j.1745-4530.2007.00229.x
3. Rahimi-Madiseh, M., Lorigoini, Z., Zamani-Gharaghoshi, H., & Rafieian-Kopaei, M. (2017). *Berberis vulgaris*: Specifications and traditional uses. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences, 20*(5), 569–587. https://doi.org/10.22038/IJBMS.2017.8690

4. Boss, C. B., & Fredeen, K. J. (2004). *Concepts, instrumentation and techniques in inductively coupled plasma optical emission spectrometry* (3rd ed.). PerkinElmer Instruments.
5. Montaser, A. (Ed.). (1998). *Inductively coupled plasma mass spectrometry*. John Wiley & Sons.
6. Abdullayev A., G‘aybullayev N. "Biokimyo" , Toshkent: Fan va texnalogiya 2009, 248-255 betlar.
7. Mierzwa, J., & Sun, Y. C. (2003). Application of ICP-OES for the determination of trace elements in plant materials. Analytical Letters, 36(13), 2703–2712. https://doi.org/10.1081/AL-120024043
8. Murray, R. K. (Ed.). (2017). Harper’s Illustrated Biochemistry (32nd ed.). McGraw-Hill Education.
9. "O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi Bosh Davlat sanitar vrachining 25.05.2019 yildagi 0366-19-son buyrug‘i bilan tasdiqlangan “Oziq-ovqat mahsuloti xavfsizligi gigiyenik normativlari”," [Online]. Available: https://lex.uz/docs/-4951750. [Accessed 18 Январь 2025]

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

YONG'OQ BARGINING KIMYOVIY TARKIBI VA XALQ TABOBATIDAGI O'RNI

Ibrohim Rahmonovich Asqarov
Andijon davlat unversiteti, Kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O'zbekistonda xizmat ko'rsatgan ixtirochi, O'zbekiston TABOBAT Akademiyasi raisi
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Sanjarbek Ashuraliyevich Rustamov
Andijon davlat universiteti, Kimyo kafedrasi dotsenti, kimyo fanlari bo`yicha falsafa doktori
https://orcid.org/0009-0006-8309-1068

Namuna Xusnidin qizi Abdulboqieva
Andijon davlat universiteti, Kimyo ixtisosligi 2-bosqich magistri
https://orcid.org/0009-0004-5547-1229
E-mail: patidinovanamuna9@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.600

Kalit so'zlar: yong'oq bargi, yuglon, flavonoidlar, fenol birikmalar, antioksidantlar.

Annotatsiya: Ushbu maqolada *Juglans regia* barglarining kimyoviy tarkibi va biologik xususiyatlari ilmiy manbalar asosida atroflicha o'rganilgan. Tahlillar natijasida yong'oq bargi tarkibida ko'plab biologik faol birikmalar mavjudligi aniqlangan. Xususan, flavonoidlar va boshqa fenol birikmalar kuchli antioksidant xususiyatga ega bo'lib, organizmni erkin radikallardan himoya qilishda muhim rol o'ynaydi.

How to Cite
Abdulboqiyeva, N. CHEMICAL COMPOSITION OF WALNUT LEAF AND ITS ROLE IN NATIONAL MEDICINE. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.600

Kirish. *Juglans regia* yong'oqdoshlar oilasiga mansub bo'lib, insoniyat tarixida muhim o'rin tutgan qimmatli yog'li va oziq-ovqat bop ekinlardan biri hisoblanadi. Arxeologik hamda palinologik tadqiqotlar natijalariga ko'ra, ushbu o'simlik 7000 yildan ziyod vaqt mobaynida madaniy holda yetishtirib kelinmoqda.

Ilmiy manbalarda uning kelib chiqish markazi sifatida Osiyo hududlari, xususan Old Osiyo va Markaziy Osiyo mintaqalari ko'rsatiladi. Keyinchalik yong'oq savdo yo'llari orqali Yevropa, Kavkaz, Markaziy Osiyo hamda boshqa hududlarga keng tarqalgan. Bugungi kunda u ko'plab mamlakatlarda iqtisodiy va oziqaviy ahamiyatga ega bo'lgan muhim ekin sifatida yetishtiriladi. O'zbekistonda *Juglans regia* ning bir qator istiqbolli va hosildor navlari keng yetishtirilmoqda. Hozirgi kunda mamlakatimiz sharoitida asosan Ideal, Bostandiskiy, Yupqa po'choq, Yubiley, Vatan, Pioner, shuningdek, mahalliy seleksiya mahsuli bo'lgan Dormon–1 va Dormon–2 navlari ekilmoqda. Ilmiy manbalarga ko'ra, *Juglans regia* barglari biologik faol moddalar majmuasiga boy bo'lib, ularning farmakologik ahamiyati yuqori hisoblanadi. Barg tarkibida quyidagi asosiy birikmalar aniqlangan: Polifenollar (jumladan, salitsil va gal kislotalari) – kuchli antioksidant xususiyatga ega bo'lib, hujayralarni oksidlovchi stressdan himoya qiladi hamda yallig'lanish jarayonlarini kamaytirishga yordam beradi. Flavonoidlar (kversetin, kempferol) – yallig'lanishga qarshi, kapillyarlarni mustahkamlovchi va antioksidant ta'sir ko'rsatadi. Taninlar (10–15 % gacha) –mikroblarga qarshi hamda teri va shilliq qavatlarni himoya qiluvchi xususiyatga ega. Efir moylari – bargga o'ziga xos xushbo'y hid beradi va antiseptik ta'sirni ta'minlaydi. Vitaminlar (asosan C vitamini va β-karotin) – immun tizimini qo'llab-quvvatlaydi, antioksidant himoyani kuchaytiradi va teri salomatligini yaxshilaydi. Mineral moddalar (kaliy, magniy, temir, rux) – metabolik jarayonlarda ishtirok etadi, fermentativ faollikni qo'llab-quvvatlaydi hamda to'qimalarning tiklanishini tezlashtiradi. Shu bois

yong‘oq barglari xalq tabobati va fitoterapiyada keng qo‘llanilib, ularning biologik faolligi ilmiy jihatdan asoslab berilgan. Hozirgi kunga qadar *Juglans regia* bargining kimyoviy tarkibini o‘rganish bo‘yicha dunyoning bir qator davlatlarida keng ko‘lamli tadqiqotlar olib borilgan. Jumladan, Xitoy, Portugalya, Xindiston hamda boshqa ko‘plab mamlakatlarning ilmiy markazlarida yong‘oq bargi tarkibidagi biologik faol moddalar va ularning farmakologik xususiyatlari chuqur o‘rganilgan. Ushbu tadqiqotlar o‘simlikning dorivor xususiyatini aniqlash va zamonaviy tibbiyotda qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qilmoqda [1].

Juglans regia barglarining metanolik ekstrakti turli xromatografik usullar yordamida fraksiyalanganida, tarkibida jami 40 ta turdagi metabolitlar aniqlangan. Aniqlangan birikmalar megastigman, tetralon, fenilpropanoid, neolignan hamda juglon glikozidlari guruhlariga mansub ekanligi qayd etilgan.

Tadqiqotlar davomida 10 ta yangi megastigman glikozid hosilalari (juglanionosidlar A–K, 1–10) hamda 6 ta yangi tetralon glikozid hosilalari (juglanosidlar J–O, 11–16) bilan bir qatorda 24 ta ma’lum birikma ajratib olingan. Ularning 16 tasi yong‘oq turiga mansub o‘simliklarda ilk bor aniqlangan birikmalar hisoblanadi.

Yangi aniqlangan moddalarning strukturaviy xususiyatlaridan biri sifatida qand qoldiqlarining sinapik, ferul, kumar, benzol yoki salitsil kislotalari bilan atsillanishi kuzatilgan bo‘lib, bu ularning biologik faolligi va farmakologik ahamiyatini belgilovchi muhim omillardan hisoblanadi [2]. 2017-yilda yong`oq barglaridan turli erituvchilardan foydalangan holda to`rt xil bosqichda: yosh yashil barglar, yashil barglar,yetuk yashil barglar hamda sariq barglar ustida tadqiqotlar olib borilgan. Yuqori aniqlikdagi mass-spektrometriya yordamida fitokimyoviy skrining turli xil fitokimyoviy sinflarga kiruvchi qirqta birikmalar aniqlandi. Ushbu birikmalarning asosiylari: fenol kislotalar, flavonoidlar, flavonlar, flavanonlar, flavonoidlar, steroidlar, antosiyanidin va boshqa birikmalardir [3]. Yong‘oq barglari biologik faol moddalarga, xususan, yuqori antioksidant xususiyatlarga ega bo‘lgan polifenollar, flavonoidlar, fenol kislotalar, yuglon (*juglone*), taninlar, efir moylari va vitaminlarga boy. Ushbu moddalar mikroblarga qarshi, yallig‘lanishga qarshi, antigelmint va antioksidant ta’sir ko‘rsatishi bilan ajralib turadi. Shu bois, xalq tabobatida yong‘oq barglari teri kasalliklari, oshqozon-ichak tizimi muammolari, qandli diabet, gipertoniya va boshqa ko‘plab kasalliklarni tabiiy yo‘l bilan davolashda ishlatiladi [4]. Yong‘oq barglarini Xalq tabobatida qo‘llanilishi: Yong‘oq bargi azal-azaldan xalq tabobatida turli xastaliklarni davolash va profilaktika qilish maqsadida ishlatib kelingan. Uning qo‘llanish yo‘nalishlari quyidagicha:

Teri kasalliklari uchun. Yong‘oq bargidan tayyorlangan damlama, tinim va qaynatmalar ekzema, ugri, dermatit, psoriaz, yallig‘lanishli jarayonlar va terining qichishishida samarali vosita sifatida foydalaniladi. Ushbu vositalar: teridagi yallig‘lanishni kamaytiradi, epiteliy to‘qimalarini qayta tiklaydi, antiseptik va qotiruvchi ta’sir ko‘rsatadi [5].

Ibn Sino yong`oq bargi shirasini iliq holda quloq ichi yiringlaganda tomizgan. Yong`oq bargidan tayyorlangan qaynatma vanna revmatizm, raxit va teri kasalliklarida foydalanib kelinadi [6].

Yong‘oq bargidan tayyorlangan oziq-ovqat qo’shilmalarining qo‘llanilishi. Xalq tabobatida yong‘oq barglari asosan damlama yoki qaynatma tarzida ishlatiladi. Quyida bu moddalarning ta’sir yo‘nalishlari keltirilgan:

1-jadval. Yong‘oq bargidagi shifobaxsh moddalar va ularning qo‘llanishi

Modda	Farmakologik ta’siri	Qo‘llanish sohasi
Taninlar	Astringent (qattiqlovchi), yallig‘lanishga qarshi va antimikrob ta’sir ko‘rsatadi	Terining yallig‘lanish kasalliklari, yaralar va dermatologik muammolarda damlama yoki kompress shaklida qo‘llaniladi
Flavonoidlar	Kuchli antioksidant xususiyatga ega bo‘lib, kapillyar devorlarini mustahkamlaydi va oksidlovchi stressni kamaytiradi	Ichish uchun tayyorlangan damlamalar tarkibida qon tomir tizimini qo‘llab-quvvatlash maqsadida qo‘llaniladi

Vitamin C (askorbin kislotasi)	Immunomodulyator, antioksidant va yallig‘lanishga qarshi ta’sirga ega	Organizmning immun tizimini mustahkamlash hamda tabiiy vitamin manbai sifatida ishlatiladi
Organik kislotalar	Hujayra metabolizmini faollashtiradi, antiseptik va regeneratsiyani rag‘batlantiruvchi ta’sir ko‘rsatadi	Ochiq yaralar, teri kasalliklari va yallig‘lanish jarayonlarida tashqi qo‘llash uchun ishlatiladi

Yong‘oq bargi xalq tabobatida turli kasalliklarni davolashda keng qo‘llanilib kelinmoqda. Barglardan tayyorlangan qaynatma va damlamalar asab tizimi faoliyatini yaxshilash, bo‘g‘imlarda tuz to‘planishini kamaytirish, gijjalarga qarshi kurashish hamda ishtahani oshirish maqsadida foydalaniladi. Xususan, yong‘oq bargi qaynatmasi tashqi qo‘llanilganda asab tizimi bilan bog‘liq muammolarni yengillashtirishga yordam beradi. Yosh barglardan tayyorlangan damlama bo‘g‘imlarda tuz to‘planishini kamaytirish uchun iste’mol qilinadi. Shuningdek, yong‘oq bargi boshqa dorivor o‘simliklar bilan birgalikda gijjalarga qarshi vosita sifatida qo‘llaniladi. Maydalangan barglardan tayyorlangan damlama esa ishtaha pasayishida ovqat hazm qilish jarayonini yaxshilash maqsadida iste’mol qilinadi [6].

Xulosa. Yong‘oq bargi biologik faol moddalarga boy bo‘lgan qimmatli tabiiy xomashyo hisoblanadi. Uning tarkibida polifenollar, flavonoidlar, efir moylari, taninlar, karotinoidlar hamda organik kislotalar mavjud bo‘lib, ushbu birikmalar yallig‘lanishga qarshi, antiseptik, antioksidant va immunomodulyator xususiyatlarga ega. Shu sababli yong‘oq bargi turli kasalliklarning oldini olish va davolashda muhim ahamiyat kasb etadi. Xalq tabobatida u damlama, qaynatma yoki ekstrakt shaklida qo‘llanilib, organism immune tizimini mustahkamlash va profilaktik maqsadlarda keng foydalaniladi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar ham yong‘oq bargining biologik faolligini tasdiqlab, uning tibbiyot va farmatsevtika sohalarida qo‘llash istiqbolli ekanligini ko‘rsatadi.

Adabiyotlar

1. Zhao, M.H., Jiang, Z.T., & Li, R. (2014). Flavonoids in Juglans regia L. leaves and evaluation of in vitro antioxidant activity by intracellular and chemical methods. The Scientific World Journal, 2014 (1), 303878.
2. Fernandez Agullo, A., Castro-Iglasias, A., Freire, M. S., & González-Álvarez, J. (2019). Optimization of the Extraction of Bioactive Compounds from Walnut (Juglans major 209 x Juglans regia) Leaves: Antioxidant Capacity and Phenol Profile. Antioxidants (Basel, Switzerland) , 9 (1), 18.
3. Schwindl, S., Kraus, B., & Heilmann, J. (2017). Phytochemical study of Juglans regia L. leaves. Phytochemistry, 144, 58-70.
4. Pereira J. A. et al. Bioactive properties and chemical composition of six walnut varieties (Juglans regia L.) //Food and chemical toxicology. - 2008. - Vol. 46. - No. - Б. 223-226.
5. Li L. et al. Polyphenolic profiles and antioxidant activity of heartnut (Juglans ailanthifolia var. cordiformis) and Persian walnut (Juglans regia L.) Journal of Agricultural and Food Chemistry. - 2006. - Vol. 54. - No. 21. - P. 8033-8040.
6. Асқаров И.Р. Табобат қомуси. Т.: "Мумтоз сўз". – 2019. – Б. 1142.

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИСТЬЕВ ГРЕЦКОГО ОРЕХА И ИХ РОЛЬ В НАРОДНОЙ МЕДИЦИНЕ

Иброхим Рахмонович Аскаров
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, председатель Академии ТАБОБАТ Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Санжарбек Ашуралиевич Рустамов
Андижанский государственный университет, Доцент кафедры химии, доктор философии по химическим наукам
https://orcid.org/0009-0006-8309-1068

Намун Хуснидин кизи Абдулбокиева
Андижанский государственный университет, Магистра 2-го курса по специальности "химия"
https://orcid.org/0009-0004-5547-1229
E-mail: patidinovanamuna9@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.600

Ключевые слова: листья грецкого ореха, юглон, флавоноиды, фенольные соединения, антиоксиданты.

Аннотация: В данной статье на основе научных источников подробно изучены химический состав и биологические свойства листьев грецкого ореха *(Juglans regia).* В результате анализа было установлено, что листья грецкого ореха содержат множество биологически активных соединений. В частности, флавоноиды и другие фенольные соединения обладают сильными антиоксидантными свойствами и играют важную роль в защите организма от свободных радикалов.

Как цитировать
Abdulboqiyeva, N. CHEMICAL COMPOSITION OF WALNUT LEAF AND ITS ROLE IN NATIONAL MEDICINE. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.6

Введение. *Грецкий орех (Juglans regia)* относится к семейству Ореховые и является одной из ценнейших масличных и пищевых культур, занимающих важное место в истории человечества. Согласно результатам археологических и палинологических исследований, это растение культивируется уже более 7000 лет.

В научных источниках в качестве центра его происхождения указываются регионы Азии, в частности, Передняя и Центральная Азия. Позже грецкий орех по торговым путям широко распространился в Европу, на Кавказ, в Центральную Азию и другие регионы. Сегодня он выращивается во многих странах как важная культура, имеющая экономическое и пищевое значение. В Узбекистане широко возделывается ряд перспективных и высокоурожайных сортов *грецкого ореха (Juglans regia).* В настоящее время в условиях нашей страны в основном

выращиваются сорта Идеал, Бостандыкский, Тонкокорый, Юбилейный, Ватан, Пионер, а также сорта местной селекции Дормон-1 и Дормон-2. Согласно научным источникам, листья *грецкого ореха (Juglans regia)* богаты комплексом биологически активных веществ и обладают высокой фармакологической ценностью.

В составе листьев выявлены следующие основные соединения: Полифенолы (включая салициловую и галловую кислоты) - обладают мощными антиоксидантными свойствами, защищают клетки от окислительного стресса и способствуют уменьшению воспалительных процессов. Флавоноиды (кверцетин, кемпферол) - оказывают противовоспалительное, капилляроукрепляющее и антиоксидантное действие. Танины (до 10-15%) - обладают противомикробными, а также защитными свойствами для кожи и слизистых оболочек. Эфирные масла - придают листьям характерный аромат и обеспечивают антисептическое действие. Витамины (в основном витамин С и β-каротин) - поддерживают иммунную систему, усиливают антиоксидантную защиту и улучшают здоровье кожи. Минеральные вещества (калий, магний, железо, цинк) - участвуют в метаболических процессах, поддерживают ферментативную активность и ускоряют регенерацию тканей. Поэтому листья грецкого ореха широко применяются в народной медицине и фитотерапии, а их биологическая активность научно обоснована.

К настоящему времени в ряде стран мира проведены масштабные исследования по изучению химического состава листьев *Juglans regia.* В частности, в научных центрах Китая, Португалии, Индии и многих других стран были глубоко изучены биологически активные вещества, содержащиеся в листьях грецкого ореха, и их фармакологические свойства. Эти исследования способствуют определению лекарственных свойств растения и расширению возможностей его применения в современной медицине [1]. При фракционировании метанольного экстракта листьев *Juglans regia* с помощью различных хроматографических методов в его составе было выявлено в общей сложности 40 типов метаболитов. Было отмечено, что обнаруженные соединения относятся к группам мегастигмановых, тетралоновых, фенилпропаноидных, неолигнановых и юглоновых гликозидов.

В ходе исследований, наряду с 24 известными соединениями, было выделено 10 новых производных мегастигмановых гликозидов (югланионозиды A-K, 1-10) и 6 новых производных тетралоновых гликозидов (югланозиды J-O, 11-16). 16 из них являются соединениями, впервые обнаруженными в растениях, относящихся к роду Juglans.

Одной из структурных особенностей нововыявленных веществ является ацилирование сахарных остатков синаповой, феруловой, кумаровой, бензойной или салициловой кислотами, что является важным фактором, определяющим их биологическую активность и фармакологическое значение [2]. В 2017 году были проведены исследования листьев грецкого ореха с использованием различных растворителей в четыре этапа сбора: молодые зелёные листья, зелёные листья, зрелые зелёные листья и жёлтые листья.

В результате фитохимического скрининга с помощью масс-спектрометрии высокого разрешения было выявлено сорок соединений, относящихся к различным фитохимическим классам. Основными из них являются фенольные кислоты, флавоноиды, флавоны, флаваноны, стероиды, антоцианидины и другие соединения [3]. Листья грецкого ореха богаты биологически активными веществами, в частности полифенолами, флавоноидами, фенольными кислотами, юглоном (*juglone*), танинами, эфирными маслами и витаминами, обладающими высокими антиоксидантными свойствами. Эти вещества отличаются своим противомикробным, противовоспалительным, антигельминтным и антиоксидантным действием. Поэтому в народной медицине листья грецкого ореха используются для естественного лечения кожных заболеваний, проблем желудочно-кишечного тракта, сахарного диабета, гипертонии и многих других недугов [4]. Применение листьев грецкого ореха в народной медицине: Листья грецкого ореха издревле используются в народной медицине для лечения и профилактики различных заболеваний. Направления их применения следующие: ***При кожных заболеваниях.*** Настои и отвары из листьев грецкого ореха

используются в качестве эффективного средства при экземе, угревой сыпи, дерматите, псориазе, воспалительных процессах и кожном зуде. Эти средства уменьшают воспаление на коже, восстанавливают эпителиальную ткань, оказывают антисептическое и вяжущее действие [5].

Ибн Сина закапывал тёплый сок листьев грецкого ореха при гнойном воспалении уха. Ванны с отваром из листьев грецкого ореха применяются при ревматизме, рахите и кожных заболеваниях [6].

Применение пищевых добавок из листьев грецкого ореха. В народной медицине листья грецкого ореха в основном используются в виде настоев или отваров. Ниже приведены направления действия этих веществ:

Лечебные вещества в листьях грецкого ореха и их применение

Вещество	**Фармакологическое действие**	**Область применения**
Танины	Оказывает вяжущее, противовоспалительное и антимикробное действие	Применяется в виде настоев или компрессов при воспалительных заболеваниях кожи, язвах и дерматологических проблемах
Флавоноиды	Обладают сильными антиоксидантными свойствами, укрепляют стенки капилляров и снижают окислительный стресс	Настои, приготовленные для приёма внутрь, применяются для поддержки сосудистой системы.
Витамин С (аскорбиновая кислота)	Обладает иммуномодулирующим, антиоксидантным и противовоспалительным действием.	Применяется для укрепления иммунной системы организма и в качестве природного источника витаминов.
Органические кислоты	Активирует клеточный метаболизм, оказывает антисептическое и регенерирующее действие.	Используется для наружного применения при открытых ранах, кожных заболеваниях и воспалительных процессах.

Вывод. Листья грецкого ореха широко применяются в народной медицине для лечения различных заболеваний. Отвары и настои из листьев используются для улучшения деятельности нервной системы, уменьшения отложения солей в суставах, борьбы с гельминтами и повышения аппетита. В частности, отвар из листьев грецкого ореха при наружном применении помогает облегчить проблемы, связанные с нервной системой. Настой из молодых листьев употребляют для уменьшения отложения солей в суставах. Кроме того, листья грецкого ореха применяются в качестве противоглистного средства в сочетании с другими лекарственными растениями. Настой из измельчённых листьев употребляют для улучшения пищеварения при снижении аппетита [6].

Лист грецкого ореха является ценным природным сырьём, богатым биологически активными веществами. В его составе присутствуют полифенолы, флавоноиды, эфирные масла, дубильные вещества, каротиноиды и органические кислоты; эти соединения обладают противовоспалительными, антисептическими, антиоксидантными и иммуномодулирующими свойствами. Поэтому лист грецкого ореха имеет важное значение в профилактике и лечении различных заболеваний. В народной медицине он применяется в виде настоя, отвара или экстракта и широко используется для укрепления иммунной системы организма и в профилактических целях. Современные научные исследования также подтверждают биологическую активность листа грецкого ореха и указывают на перспективность его применения в медицине и фармацевтике.

Литературы

1. Zhao, M.H., Jiang, Z.T., & Li, R. (2014). Flavonoids in Juglans regia L. leaves and evaluation of in vitro antioxidant activity by intracellular and chemical methods. The Scientific World Journal, 2014 (1), 303878.

2. Fernandez Agullo, A., Castro-Iglasias, A., Freire, M. S., & González-Álvarez, J. (2019). Optimization of the Extraction of Bioactive Compounds from Walnut (Juglans major 209 x Juglans regia) Leaves: Antioxidant Capacity and Phenol Profile. Antioxidants (Basel, Switzerland) , 9 (1), 18.
3. Schwindl, S., Kraus, B., & Heilmann, J. (2017). Phytochemical study of Juglans regia L. leaves. Phytochemistry, 144, 58-70.
4. Pereira J. A. et al. Bioactive properties and chemical composition of six walnut varieties (Juglans regia L.) //Food and chemical toxicology. - 2008. - Vol. 46. - No. - Б. 223-226.
5. Li L. et al. Polyphenolic profiles and antioxidant activity of heartnut (Juglans ailanthifolia var. cordiformis) and Persian walnut (Juglans regia L.) Journal of Agricultural and Food Chemistry. - 2006. - Vol. 54. - No. 21. - P. 8033-8040.
6. Асқаров И.Р. Табобат қомуси. Т.: "Мумтоз сўз". – 2019. – Б. 1142.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

CHEMICAL COMPOSITION OF WALNUT LEAF AND ITS ROLE IN NATIONAL MEDICINE

Ibrokhim R. Askarov
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Honored Inventor of Uzbekistan, Chairman of the Academy "Tabobat" of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Sanjarbek A. Rustamov
Andijan State University, Associate Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Philosophy in Chemical Sciences
https://orcid.org/0009-0006-8309-1068

Namuna Kh. Abdulboqiyeva
Andijan State University, 2nd-year master's degree in chemistry

https://orcid.org/0009-0004-5547-1229
E-mail: patidinovanamuna9@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.600

Keywords: walnut leaf, fungi, flavonoids, phenolic compounds, antioxidants.

Annotation

In this article, the chemical composition and biological properties of *Juglans regia* leaves were thoroughly studied based on scientific sources. As a result of the analysis, it was established that walnut leaves contain many biologically active compounds. In particular, flavonoids and other phenolic compounds have strong antioxidant properties and play an important role in protecting the body from free radicals.

How to Cite

Abdulboqiyeva, N. CHEMICAL COMPOSITION OF WALNUT LEAF AND ITS ROLE IN NATIONAL MEDICINE. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.600

Main Part. *Juglans regia* belongs to the walnut family and is considered one of the valuable oilseeds and food crops that has played an important role in human history. According to archaeological and palinological research, this plant has been cultivated for more than 7,000 years.

In scientific sources, the centers of its origin are indicated as the regions of Asia, in particular, the regions of the Near East and Central Asia. Later, walnuts spread widely through trade routes to Europe, the Caucasus, Central Asia, and other regions. Today, it is cultivated in many countries as an important crop of economic and nutritional importance. A number of promising and high-yielding varieties *of Juglans regia* are widely cultivated in Uzbekistan. Currently, in the conditions of our country, the following varieties are grown: Ideal, Bostandiskiy, Yupka Pushok, Yubiley, Vatan, Pioner, as well as local selection products - Dormon-1 and Dormon-2. According to scientific sources, the leaves *of Juglans regia* are rich in a complex of biologically active substances, and their pharmacological significance is high. The following main compounds were identified in the leaf: Polyphenols (including salicylic and gallic acids) - possess strong antioxidant properties, protect cells from oxidative stress, and help reduce inflammatory processes. Flavonoids (quercetin, campferol) - have anti-inflammatory, capillary-strengthening, and antioxidant effects. Tannins (up to 10-15%) - have antimicrobial and protective properties for the skin and mucous membranes.

Efir oils - give the leaf a characteristic aroma and provide an antiseptic effect. Vitamins (mainly vitamin C and β-carotene) - support the immune system, enhance antioxidant protection, and improve skin health. Mineral substances (potassium, magnesium, iron, zinc) - participate in metabolic processes, support enzymatic activity, and accelerate tissue regeneration.

Therefore, walnut leaves are widely used in folk medicine and phytotherapy, and their biological activity has been scientifically substantiated.

To date, extensive research has been conducted in a number of countries around the world on the study of the chemical composition *of Juglans regia* leaves. In particular, in scientific centers of China, Portugal, India, and many other countries, biologically active substances in walnut leaves and their pharmacological properties have been thoroughly studied. These studies serve to determine the medicinal properties of the plant and expand the possibilities of its application in modern medicine [1].

When fractionating the methanol extract of *Juglans regia* leaves using various chromatographic methods, a total of 40 types of metabolites were identified. The identified compounds belong to the groups of megastigman, tetralon, phenylpropanoid, neolignan, and juglon glycosides.

During the research, along with 10 new megastigman glycoside derivatives (juglanionosides A-K, 1-10) and 6 new tetralon glycoside derivatives (juglaniosides J-O, 11-16), 24 known compounds were isolated. 16 of them are compounds that were first identified in plants of the walnut species.

As one of the structural properties of newly identified substances, the acylation of sugar residues with synaptic, ferulic, kumar, benzolic, or salicylic acids has been observed, which is one of the important factors determining their biological activity and pharmacological significance [2]. In 2017, research was conducted on walnut leaves using various solvents in four stages: young green leaves, green leaves, mature green leaves, and yellow leaves. Phytochemical screening using high-precision mass spectrometry revealed forty compounds belonging to various phytochemical classes. The main of these compounds are: phenolic acids, flavonoids, flavones, flavanones, flavonoids, steroids, anthocyanidine, and other compounds [3]. Walnut leaves are rich in biologically active substances, in particular polyphenols, flavonoids, phenolic acids, yuglone (*juglone*), tannins, essential oils, and vitamins, which have high antioxidant properties. These substances are distinguished by their antimicrobial, anti-inflammatory, anthelmintic, and antioxidant properties. Therefore, in folk medicine, walnut leaves are used for the natural treatment of skin diseases, gastrointestinal problems, diabetes mellitus, hypertension, and many other diseases [4]. Use of walnut leaves in folk medicine: Walnut leaves have long been used in folk medicine for the treatment and prevention of various diseases. Areas of application: ***For skin diseases.*** An infusion, tincture, and decoctions made from walnut leaves are used as an effective remedy for eczema, erysipelas, dermatitis, psoriasis, inflammatory processes, and skin itching. These agents: reduce inflammation in the skin, regenerate epithelial tissues, have an antiseptic and hardening effect [5].

Ibn Sina applied walnut leaf juice in a warm form when there was suppuration inside the ear. A decoction bath made from walnut leaves is used for rheumatism, rickets, and skin diseases [6].

Use of nutritional supplements made from walnut leaves. In folk medicine, walnut leaves are mainly used as an infusion or decoction. Below are the directions of action of these substances:

Table 1. Medicinal substances in walnut leaves and their application

Matter	Pharmacological effect	Area of application
Tannins	Has astringent (hardening), anti-inflammatory, and antimicrobial effects.	Used as an infusion or compress for inflammatory skin diseases, ulcers, and dermatological problems
Flavonoids	It has strong antioxidant properties, strengthens capillary walls and reduces oxidative stress.	Oral infusions are used to support the vascular system.
Vitamin C (ascorbic acid)	Has immunomodulatory, antioxidant, and anti-inflammatory effects.	Used to strengthen the body's immune system and as a natural source of vitamins

Organic acids	Activates cellular metabolism, has an antiseptic and regeneration-stimulating effect	Used for external application in open wounds, skin diseases, and inflammatory processes

Conclusion. Walnut leaves are widely used in folk medicine for the treatment of various diseases. Decoctions and infusions made from leaves are used to improve nervous system function, reduce salt accumulation in joints, fight worms, and increase appetite. In particular, walnut leaf decoction helps alleviate nervous system-related problems when used externally. An infusion made from young leaves is consumed to reduce salt accumulation in the joints. Also, walnut leaves, together with other medicinal plants, are used as anthelmintic. An infusion made from chopped leaves is consumed to improve digestion when appetite decreases [6].

Walnut leaves are considered a valuable natural raw material rich in biologically active substances. It contains polyphenols, flavonoids, essential oils, tannins, carotenoids, and organic acids, which have anti-inflammatory, antiseptic, antioxidant, and immunomodulatory properties. Therefore, walnut leaves play an important role in the prevention and treatment of various diseases. In folk medicine, it is used in the form of an infusion, decoction, or extract and is widely used for strengthening the body's immune system and for preventive purposes. Modern scientific research confirms the biological activity of walnut leaves and shows its promising use in medicine and pharmaceuticals.

References

1. Zhao, M.H., Jiang, Z.T., & Li, R. (2014). Flavonoids in Juglans regia L. leaves and evaluation of in vitro antioxidant activity by intracellular and chemical methods. The Scientific World Journal, 2014 (1), 303878.
2. Fernandez Agullo, A., Castro-Iglasias, A., Freire, M. S., & González-Álvarez, J. (2019). Optimization of the Extraction of Bioactive Compounds from Walnut (Juglans major 209 x Juglans regia) Leaves: Antioxidant Capacity and Phenol Profile. Antioxidants (Basel, Switzerland) , 9 (1), 18.
3. Schwindl, S., Kraus, B., & Heilmann, J. (2017). Phytochemical study of Juglans regia L. leaves. Phytochemistry, 144, 58-70.
4. Pereira J. A. et al. Bioactive properties and chemical composition of six walnut varieties (Juglans regia L.) //Food and chemical toxicology. - 2008. - Vol. 46. - No. - Б. 223-226.
5. Li L. et al. Polyphenolic profiles and antioxidant activity of heartnut (Juglans ailanthifolia var. cordiformis) and Persian walnut (Juglans regia L.) Journal of Agricultural and Food Chemistry. - 2006. - Vol. 54. - No. 21. - P. 8033-8040.
6. Асқаров И.Р. Табобат қомуси. Т.: "Мумтоз сўз". – 2019. – Б. 1142.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

SIROL SURTMASI TARKIBIDAGI MAKRO VA MIKROELEMENTLAR TAHLILI

Ibrohimjon Rahmonovich Asqarov
Andijon davlat universiteti Kimyo kafedrasi professori, kimyo fanlari doktori, O‘zbekistonda xizmat ko‘rsatgan ixtirochi, O‘zbekiston TABOBAT Akademiyasi raisi
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Obidjon Shaxabidinovich Abdullayev
Andijon davlat universiteti, Tabiiy birikmalar va oziq-ovqat kimyosi kafedrasi mudiri, dotsent, kimyo fanlari doktori (DSc), O'zbekiston Tabobat akademiyasi a'zosi
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

Mahfuza Mahammadjon qizi Xolmatova
Andijon davlat universiteti, Kimyo kafedrasi o’qituvchisi
https://orcid.org/0009-0000-2539-5836
E-mail: m.xolmatova@inbox.ru

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.606

Kalit so'zlar: baliq suyaklari, sirol surtma, makroelementlar, mikroelementlar, mineral tarkib, biologik faollik

Annotatsiya

Ushbu maqolada baliq ikkilamchi mahsulotlari asosida vitiligo teri kasalligini davolashga mo‘ljallangan «Sirol» surtmasi tarkibidagi makro- va mikroelementlar miqdorini induktiv bog‘langan plazmali optik-emission spektrometriya (IBP-OES) usuli yordamida aniqlash natijalari bayon etilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, «Sirol» surtmasi tarkibida jami 70 ta kimyoviy element mavjudligi aniqlandi. Namuna tarkibidagi makroelementlar orasida kaliy, kalsiy, fosfor, natriy va magniy, mikroelementlar ichida esa temir, alyuminiy, kremniy, bor, rux, stronsiy, marganes va mis elementlari boshqa elementlarga nisbatan yuqori miqdorda ekanligi kuzatildi.

Havola uchun

Asqarov, I. R., Abdullayev, O. S., & Xolmatova, M. M. qizi. SIROL SURTMASI TARKIBIDAGI MAKRO VA MIKROELEMENTLAR TAHLILI. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.606

Dunyoda baliq yetishtirish 167,2 million tonnani tashkil etadi, shundan 146,3 million tonnasi inson ehtiyojlari uchun, qolgan qismi esa nooziq-ovqat maqsadlarida foydalaniladi va chiqindi sifatida tashlanadi [1;2].

So‘nggi yillarda O‘zbekiston va xorijiy ilmiy tadqiqotlarda tabiiy xomashyo asosida biologik faol va shifobaxsh mahsulotlar yaratishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Baliq mahsulotlarini qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindilar, xususan baliq suyaklari, yuqori miqdordagi mineral moddalar manbai hisoblanadi.

Baliq suyagi baliq chiqindilarining asosiy qismlaridan biri bo'lib, uning tarkibida taxminan 30% protein mavjud [3]. Suyaklar asosan kaltsiy, fosfor va kollagen oqsillari kabi minerallarga boy hisoblanadi, ammo ba'zi maxsus uglevodlar va lipidlar ham mavjud. Suyak to'qimasi asosan gidroksiapatit ($Ca_5(PO_4)_3OH_2$) bilan qoplangan organik qo'shimcha hujayrali matritsadan iborat. Suyak to'qimasi kaltsiy va fosfatlarni saqlash uchun muhim ombordir va bu minerallarning plazma konsentratsiyasini tartibga solishda muhim ahamiyatga ega. Yumshoq to'qimalarda kaltsiy va fosforning fiziologik ahamiyati tufayli, oziq-ovqat ta'minoti talabga javob bermasa, suyaklarda mavjud bo'lgan kaltsiy va fosfat boshqa to'qimalarga ko'chirilishi mumkin. Suyaklar baliqning muhim qismini tashkil qiladi; umumiy baliq

biomassasining taxminan 10-15% bosh va umurtqa suyaklaridir. Yaqinda o'tkazilgan tadqiqotda quritilgan baliq suyaklari treska uchun diyetada ozuqa moddasi sifatida ishlatilgan, bu an'anaviy parhezlarga nisbatan o'sish va ozuqa samaradorligiga ijobiy ta'sir ko'rsatdi [4].

Bugungi kunda oziq-ovqat va farmatsevtika sanoatida tabiiy xomashyo asosida shifobaxsh mahsulotlar yaratishga katta e’tibor qaratilmoqda. Baliq mahsulotlarini qayta ishlash jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindilar, xususan baliq suyaklari, biologik faol moddalar va mineral elementlarga boyligi bilan ajralib turadi.

Baliq butun dunyo bo'ylab ko'pchilik odamlar uchun hayvon oqsilining eng ko'p ishlatiladigan va arzon parhez manbalari qatoriga kiradi [5].

Bu muhim ozuqa moddalarining, ayniqsa yuqori sifatli oqsil va yog'larning (makroelementlar), vitaminlar va minerallarning (mikroelementlar) qimmatli manbai bo'lib, ular dunyo oziq-ovqat va ovqatlanish xavfsizligiga muhim hissa qo'shadi. Oziq-ovqat mahsuloti sifatida baliq rivojlanayotgan mamlakatlarda katta ahamiyatga ega, bu yerda u kunlik hayvon oqsilining 75 foizini tashkil qiladi [6].

Tadqiqot doirasida baliq suyaklari asosida tayyorlangan va amaliyotda qo‘llanib kelinayotgan **“Sirol” surtmasi** terida depigmentatsiya bilan kechuvchi vitiligo (xalq orasida “pes”) kasalligini davolashda qo‘llanilib, ijobiy klinik natijalar bermoqda. Quyida mazkur surtma tarkibidagi makro- va mikroelementlarning miqdoriy tahlil natijalari bayon etiladi.

Qo‘llanilgan metod va materiallar.

Sirol surtmasi tarkibidagi kimyoviy elementlar miqdorini induksion bog‘langan plazmali optik emission spektorometriya usulida aniqlash.

Namuna ishchi eritmasini tayyorlash. Oldindan quritilib, maydalangan namunaning 1 g qismi 0,001 g aniqlikdagi analitik tarozida (Navigator™, OHAUS®) tortib olindi va chinni tigelga joylashtirildi. Namuna quruq kul olish usuli asosida mufel pechida (Nabertherm, Germaniya) bosqichma-bosqich qizdirish orqali kuydirildi. Bunda harorat dastlab 95 °C da 30 daqiqa, 120 °C da 60 daqiqa, 300 °C da 120 daqiqa va 550 °C da 60 daqiqa davomida oshirilib, so‘ngra 550 °C haroratda 5 soat ushlab turildi. Olingan kul namunaga ICP-MS tozaligidagi 6 ml 70 % li azot kislotasi (HNO_3, Sigma Aldrich, AQSh) va 2 ml 60 % li vodorod peroksidi (H_2O_2) qo‘shilib, oq tutun ajralishi to‘xtaguncha mo‘rili shkafda qizdirish plitasida qizdirildi. Sovutilgan eritma 100 ml sig‘imli polipropilen o‘lchov kolbasiga ko‘chirilib, ultra toza suv bilan belgilangan hajmgacha yetkazildi. Hosil qilingan ishchi eritma 0,45 μm li shprisli filtr orqali filtrlanib, keyingi tahlillar uchun ishlatildi.

Standart eritmalarni tayyorlash. Tadqiqot jarayonida 68 ta element uchun 2% HNO_3 muhitidagi 10 mg/l konsentratsiyali standart eritma (High Purity Standards, AQSh), simob elementi uchun 2 mol/l HNO_3 dagi 1000 mg/l konsentratsiyali standart eritma (Sigma Aldrich, Germaniya), shuningdek 25 ta elementdan iborat 2 % HNO_3 muhitidagi 10 mg/l konsentratsiyali standart eritma (Aristar, AQSh) hamda 70 % li HNO_3 (Sigma Aldrich, AQSh) eritmalaridan foydalanildi. Ushbu reagentlar asosida elementlarning 2 % HNO_3 muhitidagi standart ishchi eritmasi tayyorlanib, ketma-ket suyultirish yo‘li bilan yana uch xil konsentratsiyadagi standart ishchi eritmalar olindi. Bo‘sh namuna sifatida 2 % li HNO_3 eritmasi qo‘llanildi. Tayyorlangan standart ishchi eritmalar yordamida 69 ta element uchun kalibrlash chiziqlari tuzildi va kalibrlash chiziqlarining determinatsiya koeffitsiyenti (R^2) 0,995 dan yuqori bo‘lgan sharoitda analiz olib borildi.

Analizni bajarish. Element tarkibini aniqlash ishlari Thermo Fisher Scientific (AQSh) kompaniyasi tomonidan ishlab chiqarilgan iCAP PRO X Duo ICP-OES induktiv bog‘langan plazmali optik-emission spektrometrida amalga oshirildi. Metodlarni ishlab chiqish hamda tahlil natijalarini qayta ishlash QTegra ISDS dasturiy ta’minoti yordamida bajarildi. Analizning asosiy ishchi parametrlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Analiz metodi parametrlari.

Parametr	**Sozlamalar**	
Nasos trubkasi	Namuna uchun Tygon® sariq/oq	Drenaj uchun Tygon ® oq/oq

Nasos tezligi	45 ayl./daq	
Spray kamerasi	Shisha siklonik	
Nebulayzer	Shisha konsentrik	
Nebulayzer gaz oqimi	0,6 L·min^{-1}	
Sovutish gazining oqimi	12,5 L·min^{-1}	
Yordamchi gaz oqimi	0,5 L·min^{-1}	
Markaziy trubka	2 mm	
RF quvvati	1150 Vt	
Takroriylik	3 marta	
Analiz vaqti	Aksial	Radial
	15 sek	15 sek

Olingan natijalar. Analiz natijalari quyidagi jadvalda keltirildi.

2-jadval. Namuna tarkibidagi makroelementlar(mg/100 g)

№	**Makroelement**	**Miqdori, mg/100 g**
1	K (Kaliy)	242.814 ± 0.821
2	Ca (Kalsiy)	60.585 ± 0.562
3	P (Fosfor)	27.545 ± 0.059
4	Na (Natriy)	20.731 ± 0.033
5	Mg (Magniy)	16.771 ± 0.017

Sirol surtmasi tarkibidagi makroelementlar — ustunli diagrammada K > Ca > P > Na > Mg ketma-ketligi yaqqol ko‘rinadi.

Sirol surtmasi tarkibida makroelementlar orasida **kaliy (242,8 mg/100 g)** va **kalsiy (60,6 mg/100 g)** yuqori miqdorda aniqlandi. Kalsiyning mavjudligi mahsulotning suyak-to‘qima tizimi uchun ahamiyatini belgilasa, **Kaliy (K)** va **natriy (Na)** hujayra membranasi potensialini saqlash va nerv impulslarini uzatishda ishtirok etib, teri hujayralarining trofik holatini yaxshilaydi. Bu holat vitiligoda teri regeneratsiyasini qo‘llab-quvvatlovchi omil sifatida qaraladi.

Kalsiy va **fosfor (27.54 mg/100 g)** hujayra ichki signallari va fermentativ jarayonlarda muhim bo‘lib, melanotsitlar faoliyati barqarorligini ta’minlashda ishtirok etadi. Kalsiyning yetarli miqdorda bo‘lishi teri to‘qimalarining tiklanish jarayonlarini faollashtiradi [7].

Magniy (16.77 mg/100 g) stressga qarshi va antioksidant himoya tizimini qo‘llab-quvvatlovchi element bo‘lib, vitiligo patogenezida muhim bo‘lgan oksidlovchi stressni kamaytirishga xizmat qiladi.

Vitiligo kasalligi melanotsitlar funksiyasining buzilishi, oksidlovchi stress va autoimmun jarayonlar bilan bog‘liq bo‘lganligi sababli, mineral moddalar bilan ta’minlanganlik muhim ahamiyat kasb etadi.

3-jadval. Namuna tarkibidagi mikroelementlar (mg/100 g)

№	**Mikroelement**	**Miqdori, mg/100 g**
1	Fe (Temir)	2.231 ± 0.006
2	Al (Alyuminiy)	2.099 ± 0.021
3	Si (Kremniy)	0.396 ± 0.001
4	B (Bor)	0.362 ± 0.004
5	Zn (Rux)	0.269 ± 0.002
6	Sr (Stronsiy)	0.251 ± 0.010
7	Mn (Marganes)	0.158 ± 0.001
8	Cu (Mis)	0.060 ± 0.000

Sirol surtma tarkibidagi mikroelementlar — temir va alyuminiy ustunligi, rux, marganes va misning fiziologik jihatdan muhim miqdorlari aniq aks etgan.

Mikroelementlar orasida **temir (2,231 mg/100 g)** va **rux (0,269 mg/100 g)** ning mavjudligi mahsulotning gemopoez va immun tizimiga ijobiy ta’sirini ko‘rsatadi. Temir oksidlanish-qaytarilish

reaksiyalarida ishtirok etuvchi ko‘plab fermentlarning tarkibiy qismi hisoblanadi. Klinik adabiyotlarda vitiligo bilan og‘rigan bemorlarda temir tanqisligi va ferritin darajasining pasayishi holatlari kuzatilgan. Temir yetishmovchiligi melanotsitlar metabolizmini susaytirib, pigmentatsiya jarayoniga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Sirol surtma tarkibida temirning aniqlanishi teri hujayralarida metabolik jarayonlarni qo‘llab-quvvatlash nuqtai nazaridan ijobiy omil hisoblanadi.

Rux, mis va marganes tirozinaza fermenti faolligi va melanin sintezi bilan bog‘liq bo‘lib, vitiligo kasalligida pigmentatsiya jarayonlarini qo‘llab-quvvatlovchi omillar sifatida qaraladi. Mikroelementlar ichida temir va rux vitiligo patogenezida alohida ahamiyatga ega. Klinik adabiyotlarda vitiligo bilan og‘rigan bemorlarda rux va temir yetishmovchiligi tez-tez uchrashi qayd etilgan. **Rux (Zn).** Klinik tadqiqotlarda vitiligo bilan og‘rigan bemorlarda sog‘lom nazorat guruhiga nisbatan qon zardobida rux miqdori sezilarli darajada pastligi aniqlangan. Rux tirozinaza fermentining muhim kofaktori bo‘lib, melaninning biosintez jarayonida bevosita ishtirok etadi. Ayrim klinik sinovlarda rux preparatlari mahalliy yoki tizimli davolashga qo‘shimcha tarzda qo‘llanganda pigmentatsiya jarayonining yaxshilanishi qayd etilgan. Shu bois, sirol surtma tarkibida ruxning mavjudligi vitiligo patogenezida muhim bo‘lgan melanin sintezini rag‘batlantiruvchi omil sifatida baholanadi [8;9].

Yuqoridagi klinik ma’lumotlar sirol surtma tarkibida aniqlangan rux, temir va magniyning vitiligo kasalligida pigmentatsiya jarayonlarini qo‘llab-quvvatlash va patogenetik mexanizmlarga ijobiy ta’sir ko‘rsatish imkoniyatini ilmiy jihatdan asoslaydi.

Kremniy va bor biriktiruvchi to‘qima va teri strukturasini mustahkamlab, mahalliy regeneratsiya jarayonlarini tezlashtirishi mumkin. Ushbu elementlarning kombinatsiyasi sirol surtmaning vitiligo kasalligida yordamchi, mahalliy qo‘llaniladigan shifobaxsh vosita sifatida ilmiy asoslanganligini ko‘rsatadi.

Mazkur natijalar baliq suyaklari asosida olingan sirol surtmaning mineral tarkibi vitiligo kasalligida teri pigmentatsiyasini qo‘llab-quvvatlash va oksidlovchi stressni kamaytirishga qaratilgan kompleks ta’sir ko‘rsatishi mumkinligini tasdiqlaydi.

Ultramikroelementlar — organizmda juda kam miqdorda uchraydigan, ammo fermentativ, antioksidant va immun jarayonlarda muhim rol o‘ynaydigan elementlardir. IBP-OES tahlili natijalariga ko‘ra, Sirol surtmasi tarkibida bir qator biologik faol ultramikroelementlar aniqlangan.

4-jadval. Ultramikroelementlar jadvali

№	Element	Miqdori(mg/100g)	Biologik roli	Vitiligo bilan bog‘liq ahamiyati
1	**Li**	0.114 ± 0	Nerv–immun tizimi ta’siri	Autoimmun jarayonlarni modulyatsiya qilishi mumkin
2	**Cr**	0.065 ± 0	Metabolik jarayonlarda ishtirok etadi	Immun muvozanatni saqlashda yordamchi
3	**Ni**	0.015 ± 0	Ayrim fermentlar faolligi	Juda past miqdorda fiziologik ahamiyatga ega
4	**Mo**	0.007 ± 0.001	Oksidaza fermentlari kofaktori	Oksidlovchi stressni kamaytirishga yordam beradi
5	**V**	0.002 ± 0	Hujayra signal uzatish	Melanotsit metabolizmini qo‘llab-quvvatlashi mumkin

Vitiligo kasalligining patogenezida oksidlovchi stress, melanotsitlar shikastlanishi va autoimmun jarayonlar asosiy omillar hisoblanadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, Sirol surtmasi tarkibida aniqlangan ultramikroelementlar ushbu mexanizmlarga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Ultramikroelementlar orasida miqdoriy ustunlik quyidagi tartibda kuzatildi: **Li > Cr > Ni > Mo > V** hujayra metabolizmini barqarorlashtiradi. Aniqlangan litiy (**0.114 mg/100 g**) yallig‘lanish mediatorlari regulyatsiyasi va hujayra energiya

almashinuvi jarayonlariga ta’sir ko‘rsatishi, xrom (**0.065 mg/100 g**) va molibden (**0.007 mg/100 g**) ning mavjudligi mahsulotning immun muvozanatni saqlashda yordamchi omil sifatida baholanadi. Shuningdek vanadiy (**0.002 mg/100 g**) hamda nikel (**0.015 mg/100 g**) iz miqdorlarda aniqlangan bo‘lib, ular melanotsitlarda fermentativ reaksiyalar va metabolik jarayonlarni qo‘llab-quvvatlash orqali pigment almashinuviga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi ahamiyatli hisoblanadi. Umuman olganda, mazkur ultramikroelementlar majmuasi hujayra metabolizmi va immun-regulyator jarayonlarning muvozanatlashuvida kompleks biologik ahamiyat kasb etadi [10;11].

5-jadval. Namuna tarkibidagi zaharli va og‘ir elementlar miqdori (mg/1 kg)

№	**Element**	**Miqdori, mg/100 g**	**Izoh**
1	Hg (Simob)	0 ± 0	Aniqlanmadi
2	As (Mishyak)	0.003 ± 0.003	Juda kam miqdor
3	Pb (Qo‘rg‘oshin)	0.006 ± 0	Juda past
4	Cd (Kadmiy)	0.002 ± 0	Juda past
5	Os (Osmiy)	0.001 ± 0	Iz miqdorda
6	U (Uran)	0.021 ± 0.003	Past darajada

Xulosa. Baliq chiqindisi suyaklari asosida tayyorlangan “Sirol” surtmasining element tarkibi IBP-OES usuli yordamida tadqiq qilindi. Natijalarga ko‘ra, surtma tarkibida jami 70 ta element aniqlangan bo‘lib, bu ko‘rsatkich ko‘plab an’anaviy tashqi qo‘llaniladigan dorivor vositalarga nisbatan elementlar xilma-xilligi jihatidan ustun ekanligini ko‘rsatadi. Makroelementlardan kaliy, kalsiy, fosfor, natriy va magniy, mikroelementlardan esa temir, kremniy, seziy, rux, stronsiy va marganes elementlarining yuqori miqdorda mavjudligi surtmaning biologik faolligini oshiradi. Ushbu elementlar melanin sintezi, antioksidant himoya va teri hujayralari metabolizmini qo‘llab-quvvatlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Olingan ilmiy asoslangan natijalar “Sirol” surtmasining dorivorlik xususiyati yuqori ekanligini tasdiqlaydi hamda vitiligo kasalligini davolashda parhez bilan birgalikda qo‘llash maqsadga muvofiq ekanligini ko‘rsatadi.

Adabiyotlar

1. Pal, J.; Shukla, B.N.; Maurya, A.K.; Verma, H.O.; Pandey, G.; Amitha, A. A review on role of fish in human nutrition with special emphasis to essential fatty acid. Int. J. Fish. Aquat. Stud. 2018, 6, 427–430. [Google Scholar].

2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization Rome. 200, 2016. Available online: http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf (accessed on 30 April 2020).

3. Je J. Y. et al. Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis //Process Biochemistry. – 2007. – T. 42. – №. 5. – C. 840-846.

4. Toppe J. et al. Chemical composition, mineral content and amino acid and lipid profiles in bones from various fish species //Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology. – 2007. – T. 146. – №. 3. – C. 395-401.

5. Allam BW, Khalil HS, Mansour AT, Srour TM, Omar EA, Nour AAM. Impact of substitution of fish meal by high protein distillers dried grains on growth performance, plasma protein and economic benefit of striped catfish (Pangasianodon hypophthalmus). Aquaculture. (2020) 517:734792. doi: 10.1016/j.aquaculture.2019.734792

6. Maulu S, Hasimuna OJ, Monde C, Mweemba M. An assessment of post-harvest fish losses and preservation practices in Siavonga district, Southern Zambia. Fish Aquatic Sci. (2020) 23:1–9. doi: 10.1186/s41240-020-00170-x.

7. Ciosek Ż. et al. The effects of calcium, magnesium, phosphorus, fluoride, and lead on bone tissue //Biomolecules. – 2021. – T. 11. – №. 4. – C. 506.

8. Zaki AM, Nada AS, Elshahed AR, Abdelgawad NH, Jafferany M, Elsaie ML. Therapeutic implications of assessment of serum zinc levels in patients with vitiligo: a patient controlled prospective study. Dermatol Ther. 2020;33: e13998. https://doi.org/10.1111/dth.13998.
9. Białczyk A. et al. Oxidative stress and potential antioxidant therapies in vitiligo: a narrative review // Molecular diagnosis & therapy. – 2023. – T. 27. – №. 6. – C. 723-739.
10. Cade, J.F. Lithium salts in the treatment of psychotic excitement. Med. J. Aust. 1949, 2, 349–352. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
11. Sakrajda K., Szczepankiewicz A. Inflammation-related changes in mood disorders and the immunomodulatory role of lithium //International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – T. 22. – №. 4. – C. 1532.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

АНАЛИЗ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ МАЗИ «СИРОЛ»

Ибрагим Рахманович Аскаров
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, председатель Академии ТАБОБАТ Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Обиджон Шахабидинович Абдуллаев
Андижанский государственный университет, профессор кафедры химии, доктор химических наук, Заслуженный изобретатель Узбекистана, председатель Академии ТАБОБАТ Узбекистана
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

Маҳфуза Маҳаммаджон қизи Холматова
Андижанский государственный университет, преподаватель кафедры химии
https://orcid.org/0009-0000-2539-5836
E-mail: m.xolmatova@inbox.ru

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.606

Ключевые слова: рыбные кости, мазь «Сирол», макроэлементы, микроэлементы, минеральный состав, биологическая активность

Аннотация

В данной статье изложены результаты определения содержания макро- и микроэлементов в составе мази «Сирол», предназначенной для лечения кожного заболевания витилиго и изготовленной на основе вторичных продуктов переработки рыбы, с использованием метода индуктивно связанной плазменной оптико-эмиссионной спектрометрии (ИСП-ОЭС). По результатам исследования установлено наличие в составе мази «Сирол» в общей сложности 70 химических элементов. Среди макроэлементов в образце в более высоких количествах по сравнению с другими выявлены калий, кальций, фосфор, натрий и магний; среди микроэлементов — железо, алюминий, кремний, бор, цинк, стронций, марганец и медь.

Как цитировать

Аскаров, И. Р., Абдуллаев, О. Ш., & Холматова, М. М. АНАЛИЗ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СОСТАВЕ МАЗИ «СИРОЛ». Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.606

В мире объём выращивания рыбы составляет 167,2 млн тонн, из которых 146,3 млн тонн используется для нужд человека, а оставшаяся часть применяется в не пищевых целях и выбрасывается как отходы [1;2].

В последние годы в научных исследованиях Узбекистана и зарубежных стран особое внимание уделяется созданию биологически активных и лечебных продуктов на основе природного сырья. Отходы, образующиеся при переработке рыбной продукции, в частности рыбные кости, являются источником большого количества минеральных веществ.

Рыбная кость является одной из основных частей рыбных отходов и содержит примерно 30% белка [3]. Кости в основном богаты такими минералами, как кальций, фосфор, а также коллагеновыми белками, однако в них присутствуют и некоторые специфические углеводы и липиды. Костная ткань представляет собой органическую внеклеточную матрицу, покрытую преимущественно гидроксиапатитом ($Ca_5(PO_4)_3OH_2$). Костная ткань является важным депо для хранения кальция и фосфатов и играет существенную роль в регулировании их концентрации в плазме. В связи с физиологической значимостью кальция и фосфора в мягких тканях при

недостаточном поступлении их с пищей кальций и фосфаты, находящиеся в костях, могут перемещаться в другие ткани. Кости составляют значимую часть рыбы: примерно 10–15% общей рыбной биомассы приходится на кости головы и позвоночника. В одном из недавних исследований высушенные рыбные кости использовались в рационе трески в качестве питательного компонента, что по сравнению с традиционными рационами оказало положительное влияние на рост и эффективность усвоения корма [4].

В настоящее время в пищевой и фармацевтической промышленности большое внимание уделяется созданию лечебных продуктов на основе природного сырья. Отходы переработки рыбной продукции, особенно рыбные кости, отличаются богатством биологически активных веществ и минеральных элементов.

Рыба во всём мире относится к наиболее употребляемым и доступным диетическим источникам животного белка для большинства людей [5].

Она является ценным источником важных питательных веществ, особенно высококачественного белка и жиров (макроэлементы), витаминов и минералов (микроэлементы), которые вносят значительный вклад в глобальную продовольственную и нутритивную безопасность. Как пищевой продукт рыба имеет большое значение в развивающихся странах, где она обеспечивает до 75% суточного поступления животного белка [6].

В рамках исследования мазь «Сирол», приготовленная на основе рыбных костей и применяемая на практике, используется при лечении витилиго (в народе — «пес»), протекающего с депигментацией кожи, и демонстрирует положительные клинические результаты. Ниже приводятся результаты количественного анализа содержания макро- и микроэлементов в составе данной мази.

Использованные методы и материалы. **Определение содержания химических элементов в мази «Сирол» методом индуктивно связанной плазменной оптико-эмиссионной спектрометрии (ИСП-ОЭС).**

Приготовление рабочей пробы (рабочего раствора). Предварительно высушенный и измельчённый образец массой 1 г был взвешен на аналитических весах с точностью 0,001 г (Navigator™, OHAUS®) и помещён в фарфоровый тигель. Образец озоляли методом сухого озоления в муфельной печи (Nabertherm, Германия) с поэтапным нагревом: 95 °C — 30 мин, 120 °C — 60 мин, 300 °C — 120 мин и 550 °C — 60 мин; затем выдерживали при 550 °C в течение 5 часов. К полученной золе добавляли 6 мл 70% азотной кислоты чистоты ICP-MS (HNO_3, Sigma Aldrich, США) и 2 мл 60% пероксида водорода (H_2O_2). Смесь нагревали на нагревательной плите в вытяжном шкафу до прекращения выделения белых паров. После охлаждения раствор переносили в полипропиленовую мерную колбу на 100 мл и доводили до метки ультрачистой водой. Полученный рабочий раствор фильтровали через шприцевой фильтр 0,45 мкм и использовали для последующих анализов.

Приготовление стандартных растворов. В ходе исследования использовали: стандартный раствор для 68 элементов с концентрацией 10 мг/л в среде 2% HNO_3 (High Purity Standards, США); стандартный раствор для ртути в 2 моль/л HNO_3 с концентрацией 1000 мг/л (Sigma Aldrich, Германия); стандартный раствор из 25 элементов с концентрацией 10 мг/л в среде 2% HNO_3 (Aristar, США), а также 70% HNO_3 (Sigma Aldrich, США). На основе указанных реагентов готовили стандартный рабочий раствор элементов в среде 2% HNO_3 и методом последовательных разбавлений получали ещё три стандартных рабочих раствора разных концентраций. В качестве холостой пробы применяли 2% раствор HNO_3. По приготовленным стандартным рабочим растворам строили калибровочные кривые для 69 элементов; анализ проводили при коэффициенте детерминации (R^2) калибровочных кривых выше 0,995.

Выполнение анализа. Определение элементного состава проводили на индуктивно связанной плазменной оптико-эмиссионной спектрометрической системе iCAP PRO X Duo ICP-OES (Thermo Fisher Scientific, США). Разработка методик и обработка результатов анализа

выполнялись с использованием программного обеспечения QTegra ISDS. Основные рабочие параметры анализа приведены в таблице 1.

Таблица 1.Параметры метода анализа

Параметр	**Настройки**	
Насосная трубка	Для пробы: Tygon® жёлтый/белый;	для дренажа: Tygon® белый/белый
Скорость насоса	45 вр./мин	
Камера спрея	Стеклянная циклонная	
Небулайзер	Стеклянный концентрический	
Расход газа небулайзера	0,6 л·мин$^{-1}$	
Расход охлаждающего газа	12,5 л·мин$^{-1}$	
Расход вспомогательного газа	0,5 л·мин$^{-1}$	
Центральная трубка	2 мм	
RF-мощность	1150 Вт	
Повторяемость	3 раза	
Время анализа	Аксиальный	Радиальный
	15 сек	15 сек

Полученные результаты. Результаты анализа приведены в следующей таблице.

Таблица 2. Макроэлементы в составе образца (мг/100 г)

№	**Макроэлемент**	**Количсетво, мг/100 г**
1	K (Калий)	242.814 ± 0.821
2	Ca (Кальций)	60.585 ± 0.562
3	P (Фосфор)	27.545 ± 0.059
4	Na (Натрий)	20.731 ± 0.033
5	Mg (Магний)	16.771 ± 0.017

В столбчатой диаграмме макроэлементов мази «Сирол» отчётливо наблюдается последовательность: K > Ca > P > Na > Mg.

Среди макроэлементов в составе мази «Сирол» в наибольших количествах определены калий (242,8 мг/100 г) и кальций (60,6 мг/100 г). Наличие кальция обусловливает значимость продукта для костно-тканевой системы, тогда как калий (K) и натрий (Na) участвуют в поддержании мембранного потенциала клеток и передаче нервных импульсов, улучшая трофическое состояние клеток кожи. Это может рассматриваться как фактор, поддерживающий регенерацию кожи при витилиго.

Кальций и фосфор (27,54 мг/100 г) имеют важное значение для внутриклеточной сигнализации и ферментативных процессов и участвуют в обеспечении стабильности активности меланоцитов. Достаточное содержание кальция активизирует процессы восстановления кожных тканей [7].

Магний (16,77 мг/100 г) является элементом, поддерживающим антистрессовую и антиоксидантную систему защиты, и способствует снижению окислительного стресса, который играет важную роль в патогенезе витилиго.

Поскольку витилиго связано с нарушением функции меланоцитов, окислительным стрессом и аутоиммунными процессами, обеспеченность организма минеральными веществами имеет существенное значение.

Таблица 3. Микроэлементы в составе образца (мг/100 г)

№	**Микроэлемент**	**Количество, мг/100 г**
1	Fe (Железо)	2.231 ± 0.006
2	Al (Алюминий)	2.099 ± 0.021
3	Si (Кремний)	0.396 ± 0.001

4	B (Бор)	0.362 ± 0.004
5	Zn (Цинк)	0.269 ± 0.002
6	Sr (Стронций)	0.251 ± 0.010
7	Mn (Марганец)	0.158 ± 0.001
8	Cu (Медь)	0.060 ± 0.000

Микроэлементный профиль мази «Сирол» чётко демонстрирует доминирование железа и алюминия, а также физиологически значимые количества цинка, марганца и меди.

Среди микроэлементов наличие железа (2,231 мг/100 г) и цинка (0,269 мг/100 г) указывает на потенциально благоприятное влияние продукта на гемопоэз и иммунную систему. Железо является составной частью множества ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях. В клинической литературе описаны случаи дефицита железа и снижения уровня ферритина у пациентов с витилиго. Недостаток железа может угнетать метаболизм меланоцитов и негативно влиять на процесс пигментации. Поэтому выявление железа в составе мази «Сирол» можно рассматривать как положительный фактор с точки зрения поддержки метаболических процессов в клетках кожи.

Цинк, медь и марганец связаны с активностью фермента тирозиназы и синтезом меланина, поэтому при витилиго они рассматриваются как факторы, поддерживающие процессы пигментации. Среди микроэлементов железо и цинк имеют особое значение в патогенезе витилиго. В клинических работах отмечается, что у больных витилиго часто встречается дефицит цинка и железа.

Цинк (Zn). В клинических исследованиях установлено, что у пациентов с витилиго содержание цинка в сыворотке крови было существенно ниже по сравнению со здоровой контрольной группой. Цинк является важным кофактором тирозиназы и непосредственно участвует в биосинтезе меланина. В некоторых клинических испытаниях при добавлении препаратов цинка к местной или системной терапии наблюдалось улучшение процесса репигментации. Следовательно, наличие цинка в составе мази «Сирол» оценивается как фактор, способный стимулировать синтез меланина, что важно для патогенеза витилиго [8;9].

Указанные клинические данные научно обосновывают возможность того, что обнаруженные в мази «Сирол» цинк, железо и магний могут поддерживать процессы пигментации при витилиго и оказывать положительное влияние на патогенетические механизмы.

Кремний и бор могут укреплять соединительную ткань и структуру кожи, ускоряя локальные процессы регенерации. Комбинация этих элементов указывает на научную обоснованность применения мази «Сирол» как вспомогательного местного лечебного средства при витилиго.

Полученные результаты подтверждают, что минеральный состав мази «Сирол», полученной на основе рыбных костей, может оказывать комплексное действие, направленное на поддержку пигментации кожи и снижение окислительного стресса при витилиго.

Ультрамикроэлементы — это элементы, которые встречаются в организме в крайне малых количествах, но играют важную роль в ферментативных, антиоксидантных и иммунных процессах. По результатам анализа ИСП-ОЭС в составе мази «Сирол» выявлен ряд биологически активных ультрамикроэлементов.

Таблица 4. Ультрамикроэлементы

№	**Элемент**	**Количество(мг/100г)**	**Биологическая роль**	Значение при витилиго
1	**Li**	0.114 ± 0	Влияние на нервную и иммунную систему	Может модулировать аутоиммунные процессы

2	**Cr**	0.065 ± 0	Участвует в метаболических процессах	Вспомогательно поддерживает иммунный баланс
3	**Ni**	0.015 ± 0	Активность некоторых ферментов	В очень малых дозах имеет физиологическое значение
4	**Mo**	0.007 ± 0.001	Кофактор оксидазных ферментов	Может способствовать снижению окислительного стресса
5	**V**	0.002 ± 0	Клеточная передача сигналов	Может поддерживать метаболизм меланоцитов

В патогенезе витилиго ключевыми факторами являются окислительный стресс, повреждение меланоцитов и аутоиммунные процессы. По результатам исследования, ультрамикроэлементы, выявленные в составе мази «Сирол», могут оказывать положительное влияние на данные механизмы. Количественное преобладание ультрамикроэлементов отмечено в следующем порядке: Li > Cr > Ni > Mo > V, что может способствовать стабилизации клеточного метаболизма.

Выявленный литий (0,114 мг/100 г) может влиять на регуляцию медиаторов воспаления и процессы клеточного энергообмена; наличие хрома (0,065 мг/100 г) и молибдена (0,007 мг/100 г) рассматривается как вспомогательный фактор поддержания иммунного баланса. Также в следовых количествах обнаружены ванадий (0,002 мг/100 г) и никель (0,015 мг/100 г), которые могут оказывать благоприятное влияние на пигментный обмен за счёт поддержки ферментативных реакций и метаболических процессов в меланоцитах. В целом, комплекс данных ультрамикроэлементов имеет важное биологическое значение в поддержании баланса клеточного метаболизма и иммунорегуляторных процессов [10;11].

Таблица 5. Содержание токсичных и тяжёлых элементов в образце (мг/1 кг)

№	**Элемент**	**Количсетво, мг/100 г**	**Комментарий**
1	Hg (Ртуть)	0 ± 0	Неопределено
2	As (Мышьяк)	0.003 ± 0.003	Очень маленькое количество
3	Pb (Свинец)	0.006 ± 0	Очень низко
4	Cd (Кадмий)	0.002 ± 0	Очень низко
5	Os (Осмий)	0.001 ± 0	Следы
6	U (Уран)	0.021 ± 0.003	В малой степени

Заключение. Элементный состав мази «Сирол», приготовленной на основе костей рыбных отходов, был исследован методом ИСП-ОЭС. По результатам анализа в составе мази выявлено в общей сложности 70 элементов, что указывает на её преимущество по разнообразию элементного состава по сравнению со многими традиционными лекарственными средствами для наружного применения. Среди макроэлементов в значимых количествах присутствуют калий, кальций, фосфор, натрий и магний; среди микроэлементов — железо, кремний, цезий, цинк, стронций и марганец, что повышает биологическую активность мази. Эти элементы играют важную роль в поддержании синтеза меланина, антиоксидантной защиты и метаболизма клеток кожи. Полученные научно обоснованные результаты подтверждают высокие лекарственные свойства мази «Сирол» и показывают целесообразность её применения при лечении витилиго в сочетании с диетотерапией.

Литературы

1. Pal, J.; Shukla, B.N.; Maurya, A.K.; Verma, H.O.; Pandey, G.; Amitha, A. A review on role of fish in human nutrition with special emphasis to essential fatty acid. Int. J. Fish. Aquat. Stud. 2018, 6, 427–430. [Google Scholar].
2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization Rome. 200, 2016. Available online: http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf (accessed on 30 April 2020).
3. Je J. Y. et al. Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis //Process Biochemistry. – 2007. – Т. 42. – №. 5. – С. 840-846.
4. Toppe J. et al. Chemical composition, mineral content and amino acid and lipid profiles in bones from various fish species //Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology. – 2007. – Т. 146. – №. 3. – С. 395-401.
5. Allam BW, Khalil HS, Mansour AT, Srour TM, Omar EA, Nour AAM. Impact of substitution of fish meal by high protein distillers dried grains on growth performance, plasma protein and economic benefit of striped catfish (Pangasianodon hypophthalmus). Aquaculture. (2020) 517:734792. doi: 10.1016/j.aquaculture.2019.734792
6. Maulu S, Hasimuna OJ, Monde C, Mweemba M. An assessment of post-harvest fish losses and preservation practices in Siavonga district, Southern Zambia. Fish Aquatic Sci. (2020) 23:1–9. doi: 10.1186/s41240-020-00170-x.
7. Ciosek Ż. et al. The effects of calcium, magnesium, phosphorus, fluoride, and lead on bone tissue //Biomolecules. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – С. 506.
8. Zaki AM, Nada AS, Elshahed AR, Abdelgawad NH, Jafferany M, Elsaie ML. Therapeutic implications of assessment of serum zinc levels in patients with vitiligo: a patient controlled prospective study. Dermatol Ther. 2020;33: e13998. https://doi.org/10.1111/dth.13998.
9. Białczyk A. et al. Oxidative stress and potential antioxidant therapies in vitiligo: a narrative review // Molecular diagnosis & therapy. – 2023. – Т. 27. – №. 6. – С. 723-739.
10. Cade, J.F. Lithium salts in the treatment of psychotic excitement. Med. J. Aust. 1949, 2, 349–352. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
11. Sakrajda K., Szczepankiewicz A. Inflammation-related changes in mood disorders and the immunomodulatory role of lithium //International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – Т. 22. – №. 4. – С. 1532.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ANALYSIS OF MACRO- AND MICROELEMENTS IN SIROL OINTMENT

Ibragim R. Askarov
Andijan State University, Professor of the Department of Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Honored Inventor of Uzbekistan, Chairman of the Academy "Tabobat" of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-1625-0330

Obidjon Sh. Abdullayev
Andijan State University, Head of the Department of Chemistry of Natural Compounds and Food Products, Associate Professor, Doctor of Chemical Sciences (DSc), Member of the Tabobat Academy of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

Mahfuza M. Xolmatova
Andijan State University, Lecturer, Department of Chemistry
https://orcid.org/0009-0000-2539-5836
E-mail: m.xolmatova@inbox.ru

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.606

Keywords: fish bones, Sirol ointment, macroelements, microelements, mineral composition, biological activity

Annotation

This article presents the results of determining the amounts of macro- and microelements in "Sirol" ointment, developed to treat the skin condition vitiligo and produced using secondary fish-processing products, by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES). The study revealed that the "Sirol" ointment contains a total of 70 chemical elements. Among the macroelements, potassium, calcium, phosphorus, sodium, and magnesium were found in relatively high amounts; among the microelements, iron, aluminum, silicon, boron, zinc, strontium, manganese, and copper were present at higher levels compared with the other elements.

How to Cite

Askarov, I. R., Abdullayev, O. S., & Xolmatova, M. M. ANALYSIS OF MACRO- AND MICROELEMENTS IN SIROL OINTMENT. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.606

Global fish production amounts to 167.2 million tons, of which 146.3 million tons are used for human needs, while the remaining share is utilized for non-food purposes and discarded as waste [1;2].

In recent years, scientific research in Uzbekistan and abroad has placed special emphasis on developing biologically active and medicinal products based on natural raw materials. Waste generated during fish processing, particularly fish bones, represents a rich source of mineral substances.

Fish bone is one of the main components of fish-processing by-products and contains approximately 30% protein [3]. Bones are primarily rich in minerals such as calcium and phosphorus, as well as collagen proteins; however, certain specific carbohydrates and lipids are also present. Bone tissue mainly consists of an organic extracellular matrix coated with hydroxyapatite ($Ca_5(PO_4)_3OH_2$). Bone tissue is an important reservoir for storing calcium and phosphates and plays a key role in regulating their plasma concentrations. Given the physiological importance of calcium and phosphorus in soft tissues, when dietary supply is insufficient, calcium and phosphate stored in bones may be mobilized to other tissues. Bones constitute a significant portion of fish: approximately 10–15% of total fish biomass consists of the head and vertebral

bones. In a recent study, dried fish bones were used as a dietary nutrient source for cod, which showed a positive effect on growth and feed efficiency compared with conventional diets [4].

Today, the food and pharmaceutical industries are increasingly focused on creating medicinal products from natural raw materials. Fish-processing by-products, especially fish bones, stand out due to their richness in biologically active substances and mineral elements.

Fish is among the most widely consumed and affordable dietary sources of animal protein for most people worldwide [5]. It is a valuable source of essential nutrients, particularly high-quality proteins and fats (macronutrients), as well as vitamins and minerals (micronutrients), which contribute significantly to global food and nutrition security. As a food product, fish is of great importance in developing countries, where it accounts for up to 75% of daily animal-protein intake [6].

Within the scope of this study, the “Sirol” ointment, prepared from fish bones and used in practice, is applied in the treatment of vitiligo (commonly known as “pes”), a skin disorder characterized by depigmentation, and has demonstrated positive clinical outcomes. The quantitative analysis results of macro- and microelement contents in this ointment are presented below.

Materials and Methods. **Determination of chemical element contents in “Sirol” ointment by inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES).**

Preparation of the sample working solution. A 1 g portion of the pre-dried and ground sample was weighed using an analytical balance with 0.001 g accuracy (Navigator™, OHAUS®) and placed into a porcelain crucible. The sample was ashed by the dry-ashing method in a muffle furnace (Nabertherm, Germany) with stepwise heating: 95 °C for 30 min, 120 °C for 60 min, 300 °C for 120 min, and 550 °C for 60 min; then it was held at 550 °C for 5 h. To the obtained ash, 6 mL of 70% ICP-MS-grade nitric acid (HNO_3, Sigma Aldrich, USA) and 2 mL of 60% hydrogen peroxide (H_2O_2) were added, and the mixture was heated on a hot plate in a fume hood until white fume evolution ceased. After cooling, the solution was transferred into a 100 mL polypropylene volumetric flask and brought to volume with ultrapure water. The resulting working solution was filtered through a 0.45 μm syringe filter and used for subsequent analyses.

Preparation of standard solutions. The study employed: a 10 mg/L multi-element standard solution for 68 elements in 2% HNO_3 (High Purity Standards, USA); a mercury standard solution at 1000 mg/L in 2 mol/L HNO_3 (Sigma Aldrich, Germany); a 10 mg/L standard solution containing 25 elements in 2% HNO_3 (Aristar, USA); and 70% HNO_3 (Sigma Aldrich, USA). Based on these reagents, a standard working solution of elements in 2% HNO_3 was prepared, and three additional standard working solutions at different concentrations were obtained by serial dilution. A 2% HNO_3 solution was used as the blank. Calibration curves were constructed for 69 elements using the prepared standard working solutions, and measurements were carried out under conditions where the determination coefficient (R^2) of the calibration curves exceeded 0.995.

Instrumental analysis. Elemental analysis was performed using an iCAP PRO X Duo ICP-OES inductively coupled plasma optical emission spectrometer manufactured by Thermo Fisher Scientific (USA). Method development and data processing were carried out using QTegra ISDS software. The main operating parameters are presented in Table 1.

Table 1. Analytical method parameters

Parameter	Settings	
Pump tubing	Sample: Tygon® yellow/white;	Drain: Tygon® white/white
Pump speed	45 rpm	
Spray chamber	Glass cyclonic	
Nebulizer	Glass concentric	
Nebulizer gas flow	0,6 $L \cdot min^{-1}$	
Cooling gas flow	12,5 $L \cdot min^{-1}$	
Auxiliary gas flow	0,5 $L \cdot min^{-1}$	
Central tube	2 mm	

RF power	1150 Vt	
Repeatability	3 runs	
Analysis time	Axial	Radial
	15 sec	15 sec

Results obtained. The analytical results are presented in the following table.

Table 2. Macroelements in the sample (mg/100 g)

№	**Macroelements**	**Content, mg/100 g**
1	K (Potassium)	242.814 ± 0.821
2	Ca (Calsium)	60.585 ± 0.562
3	P (Phosphorus)	27.545 ± 0.059
4	Na (Sodium)	20.731 ± 0.033
5	Mg (Magnesium)	16.771 ± 0.017

In the bar chart of macroelements in “Sirol” ointment, the following order is clearly observed: K > Ca > P > Na > Mg.

Among the macroelements in “Sirol” ointment, potassium (242.8 mg/100 g) and calcium (60.6 mg/100 g) were detected at relatively high levels. The presence of calcium indicates the product’s relevance to the bone–tissue system, while potassium (K) and sodium (Na) contribute to maintaining cell membrane potential and transmitting nerve impulses, thereby improving the trophic status of skin cells. This may be considered a supportive factor for skin regeneration in vitiligo.

Calcium and phosphorus (27.54 mg/100 g) are important for intracellular signaling and enzymatic processes and contribute to stabilizing melanocyte activity. Adequate calcium levels enhance skin tissue repair processes [7].

Magnesium (16.77 mg/100 g) supports anti-stress and antioxidant defense systems and helps reduce oxidative stress, which is an important factor in the pathogenesis of vitiligo.

Since vitiligo is associated with melanocyte dysfunction, oxidative stress, and autoimmune processes, an adequate supply of mineral substances is of considerable importance.

Table 3. Microelements in the sample (mg/100 g)

№	**Microelements**	**Content, mg/100 g**
1	Fe (Iron)	2.231 ± 0.006
2	Al (Aluminum)	2.099 ± 0.021
3	Si (Silicon)	0.396 ± 0.001
4	B (Boron)	0.362 ± 0.004
5	Zn (Zinc)	0.269 ± 0.002
6	Sr (Strontium)	0.251 ± 0.010
7	Mn (Manganese)	0.158 ± 0.001
8	Cu (Copper)	0.060 ± 0.000

The microelement profile of “Sirol” ointment clearly reflects the predominance of iron and aluminum, as well as physiologically meaningful levels of zinc, manganese, and copper.

Among the microelements, the presence of iron (2.231 mg/100 g) and zinc (0.269 mg/100 g) suggests a potentially beneficial effect of the product on hematopoiesis and the immune system. Iron is a structural component of many enzymes involved in redox reactions. Clinical reports have noted iron deficiency and decreased ferritin levels in patients with vitiligo. Iron deficiency may suppress melanocyte metabolism and adversely affect pigmentation processes. Therefore, detecting iron in “Sirol” ointment can be regarded as a positive factor in supporting metabolic processes in skin cells.

Zinc, copper, and manganese are associated with tyrosinase activity and melanin synthesis and are therefore considered supportive factors for pigmentation processes in vitiligo. Among the microelements, iron and zinc are of particular importance in vitiligo pathogenesis. Clinical studies frequently report zinc and iron deficiency in vitiligo patients.

Zinc (Zn). Clinical investigations have shown that serum zinc levels in vitiligo patients are significantly lower than those in healthy control groups. Zinc is a key cofactor of tyrosinase and directly participates in melanin biosynthesis. In some clinical trials, the addition of zinc supplements to topical or systemic therapy was associated with improved repigmentation. Hence, the presence of zinc in “Sirol” ointment is evaluated as a factor that may stimulate melanin synthesis, which is important in vitiligo pathogenesis [8;9].

These clinical data provide a scientific rationale that the zinc, iron, and magnesium detected in “Sirol” ointment may support pigmentation processes in vitiligo and positively influence pathogenic mechanisms.

Silicon and boron may strengthen connective tissue and skin structure and accelerate local regeneration processes. The combination of these elements indicates the scientific rationale for using “Sirol” ointment as an adjunct topical remedy for vitiligo.

Overall, the results confirm that the mineral composition of fish-bone-derived “Sirol” ointment may exert a complex effect aimed at supporting skin pigmentation and reducing oxidative stress in vitiligo.

Ultra-trace elements are present in the body in extremely small amounts but play important roles in enzymatic, antioxidant, and immune processes. According to the ICP-OES results, several biologically active ultra-trace elements were detected in “Sirol” ointment.

Table 4. Ultra-trace elements

№	Element	Content(mg/100g)	Biologic role	Relevance to vitiligo
1	**Li**	0.114 ± 0	Neuro–immune effects	May modulate autoimmune processes
2	**Cr**	0.065 ± 0	Involved in metabolic processes	Supportive for maintaining immune balance
3	**Ni**	0.015 ± 0	Activity of certain enzymes	Physiologically relevant at very low levels
4	**Mo**	0.007 ± 0.001	Cofactor of oxidase enzymes	May help reduce oxidative stress
5	**V**	0.002 ± 0	Cellular signal transduction	May support melanocyte metabolism

Oxidative stress, melanocyte damage, and autoimmune processes are key factors in the pathogenesis of vitiligo. Based on the study results, the ultra-trace elements detected in “Sirol” ointment may exert beneficial effects on these mechanisms. The quantitative predominance of ultra-trace elements was observed in the following order: Li > Cr > Ni > Mo > V, which may contribute to stabilizing cellular metabolism.

Detected lithium (0.114 mg/100 g) may influence the regulation of inflammatory mediators and cellular energy metabolism; the presence of chromium (0.065 mg/100 g) and molybdenum (0.007 mg/100 g) may be considered supportive factors in maintaining immune balance. Vanadium (0.002 mg/100 g) and nickel (0.015 mg/100 g) were also detected in trace amounts and may positively affect pigment metabolism by supporting enzymatic reactions and metabolic processes in melanocytes. Overall, this complex of ultra-trace elements has important biological significance in balancing cellular metabolism and immunoregulatory processes [10;11].

Table 5. Content of toxic and heavy elements in the sample (mg/1 kg)

№	Element	Content, mg/100 g	Note
1	Hg (Mercury)	0 ± 0	Not detected
2	As (Arsenic)	0.003 ± 0.003	Very low amount
3	Pb (Lead)	0.006 ± 0	Very low
4	Cd (Cadmium)	0.002 ± 0	Very low

5	Os (Osmium)	0.001 ± 0	Trace level
6	U (Uranium)	0.021 ± 0.003	Low level

Conclusion. The elemental composition of “Sirol” ointment prepared from fish-bone by-products was investigated using the ICP-OES method. The results showed that the ointment contains a total of 70 elements, indicating an advantage in terms of elemental diversity compared with many conventional topical medicinal products. The major macroelements present in considerable amounts include potassium, calcium, phosphorus, sodium, and magnesium; among the microelements, relatively high levels of iron, silicon, cesium, zinc, strontium, and manganese were detected, which may enhance the biological activity of the ointment. These elements are important for supporting melanin synthesis, antioxidant defense, and skin-cell metabolism. The scientifically grounded findings confirm the high medicinal potential of “Sirol” ointment and suggest that its use for vitiligo treatment is advisable in combination with dietary measures.

References

1. Pal, J.; Shukla, B.N.; Maurya, A.K.; Verma, H.O.; Pandey, G.; Amitha, A. A review on role of fish in human nutrition with special emphasis to essential fatty acid. Int. J. Fish. Aquat. Stud. 2018, 6, 427–430. [Google Scholar].

2. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). The State of World Fisheries and Aquaculture. Food and Agriculture Organization Rome. 200, 2016. Available online: http://www.fao.org/3/a-i5555e.pdf (accessed on 30 April 2020).

3. Je J. Y. et al. Purification and characterization of an antioxidant peptide obtained from tuna backbone protein by enzymatic hydrolysis //Process Biochemistry. – 2007. – Т. 42. – №. 5. – С. 840-846.

4. Toppe J. et al. Chemical composition, mineral content and amino acid and lipid profiles in bones from various fish species //Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology. – 2007. – Т. 146. – №. 3. – С. 395-401.

5. Allam BW, Khalil HS, Mansour AT, Srour TM, Omar EA, Nour AAM. Impact of substitution of fish meal by high protein distillers dried grains on growth performance, plasma protein and economic benefit of striped catfish (Pangasianodon hypophthalmus). Aquaculture. (2020) 517:734792. doi: 10.1016/j.aquaculture.2019.734792

6. Maulu S, Hasimuna OJ, Monde C, Mweemba M. An assessment of post-harvest fish losses and preservation practices in Siavonga district, Southern Zambia. Fish Aquatic Sci. (2020) 23:1–9. doi: 10.1186/s41240-020-00170-x.

7. Ciosek Ż. et al. The effects of calcium, magnesium, phosphorus, fluoride, and lead on bone tissue //Biomolecules. – 2021. – Т. 11. – №. 4. – С. 506.

8. Zaki AM, Nada AS, Elshahed AR, Abdelgawad NH, Jafferany M, Elsaie ML. Therapeutic implications of assessment of serum zinc levels in patients with vitiligo: a patient controlled prospective study. Dermatol Ther. 2020;33: e13998. https://doi.org/10.1111/dth.13998.

9. Białczyk A. et al. Oxidative stress and potential antioxidant therapies in vitiligo: a narrative review // Molecular diagnosis & therapy. – 2023. – Т. 27. – №. 6. – С. 723-739.

10. Cade, J.F. Lithium salts in the treatment of psychotic excitement. Med. J. Aust. 1949, 2, 349–352. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]

11. Sakrajda K., Szczepankiewicz A. Inflammation-related changes in mood disorders and the immunomodulatory role of lithium //International Journal of Molecular Sciences. – 2021. – Т. 22. – №. 4. – С. 1532.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

O‘SIMLIKLAR ANTIRADIKAL FAOLLIGINI BAHOLASH UCHUN DPPH-USULINI OPTIMALLASHTIRISH

Akmaljon Nodirbek o'g'li Asqarov
Andijon davlat tibbiyot instituti “Farmatsevtik kimyo va farmakognoziya” mutaxassisligi bo‘yicha magistratura 2-bosqich talabasi
https://orcid.org/0009-0001-4654-1094
E-mail: asqarov2541@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.604

Kalit so'zlar: DPPH-testi, antioksidant faollik, dastarbosh (*Tanacetum vulgare L.*), dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense L.*), metodika validatsiyasi, ultratovushli ekstraksiya, spektrofotometriya, erkin radikallar, flavonoidlar, fenol birikmalar

Annotatsiya

Ushbu tadqiqot o‘simlik kompozitsiyalarining antiradikal faolligini baholash uchun DPPH-usulini maqbullashtirish va tasdiqlashga bag‘ishlangan. Tadqiqot davomida DPPH eritmasining optimal konsentratsiyasi, inkubatsiya vaqti, o‘lchash to‘lqin uzunligi hamda ekstrakt hajmining diapazoni aniqlangan. Shuningdek, metodikaning asosiy validatsion ko‘rsatkichlari — chiziqlilik, sezgirlik, takrorlanuvchanlik va o‘ziga xoslik baholangan. Olingan natijalar DPPH-usuli o‘simlik ekstraktlarining antiradikal faolligini aniqlashda ishonchli, takrorlanuvchan va amaliy qo‘llash uchun mos ekanligini ko‘rsatdi. Taklif etilgan yondashuv fitokompozitsiyalarni standartlashtirish va tabiiy antioksidantlarni skrining qilishda qo‘llanishi mumkin.

Havola uchun

Asqarov, A. N. o'g'li. O‘SIMLIKLARANTIRADIKAL FAOLLIGINI BAHOLASH UCHUN DPPH-USULINI OPTIMALLASHTIRISH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.604

Oksidlovchi stress faol kislorod shakllari (FKS) hosil bo‘lishi bilan biologik tizimlarning ularni neytrallash va shikastlanishlarni bartaraf etish qobiliyati o‘rtasidagi nomutanosiblik holatini ifodalaydi. Fiziologik sharoitda FKS muhim signal funksiyalarini bajaradi va organizmning himoya mexanizmlarida ishtirok etadi. Ammo erkin radikal jarayonlarning haddan tashqari faollashuvi yoki antioksidant himoyaning yetishmovchiligi natijasida oksidlovchi stress rivojlanadi, u ko‘plab kasalliklarning universal patogenetik mexanizmi sifatida qaraladi [Halliwell, 2007].

Erkin radikallar, jumladan superoksid anion-radikali ($O_2^{\bullet -}$), gidroksil radikali (•OH), vodorod peroksid (H_2O_2) va boshqalar, hujayra membranalari lipidlarini, oqsillarni, nuklein kislotalarni va boshqa makromolekulalarni shikastlash qobiliyatiga ega. Bu esa hujayralar, to‘qimalar va organlarning tuzilishi hamda funksiyasining buzilishiga olib keladi. Oksidlovchi stress ateroskleroz, yurak ishemik kasalligi, arterial gipertenziya, qandli diabet, neyrodegenerativ kasalliklar (Altsgeymer, Parkinson), onkologik kasalliklar hamda erta qarish jarayonlari patogenezida muhim rol o‘ynaydi [Lobo va boshq., 2010].

Shu munosabat bilan samarali va xavfsiz tabiiy antioksidantlarni izlash zamonaviy farmatsiya, tibbiyot va oziq-ovqat sanoatining ustuvor vazifalaridan biri hisoblanadi. O‘simliklar antioksidant xususiyatlarga ega biologik faol birikmalarning noyob manbai sanaladi. Evolyutsiya jarayonida o‘simliklar oksidlovchi stressga qarshi murakkab himoya mexanizmlarini ishlab chiqqan bo‘lib, erkin radikallarni neytrallashga qodir keng ko‘lamli ikkilamchi metabolitlarni sintez qiladi. Bunday birikmalar qatoriga fenol kislotalar, flavonoidlar, dubil moddalar, karotinoidlar, vitaminlar va boshqa komponentlar kiradi hamda ular dori vositalari, biologik faol qo‘shimchalar va funksional oziq-ovqat mahsulotlarini yaratishda qo‘llanilishi mumkin [Pisoschi va boshq., 2016]. Dastarbosh (Tanacetum vulgare L.) Asteraceae

(Murakkabguldoshlar) oilasiga mansub ko‘p yillik o‘tsimon o‘simlik bo‘lib, Yevrosiyoning mo‘tadil iqlim mintaqasida keng tarqalgan. O‘zbekistonda tog‘ oldi va tog‘li hududlarda, daryolar va kanallar bo‘yida, o‘tloqlarda hamda yo‘l chetlarida begona o‘t sifatida uchraydi. O‘simlikning bo‘yi 50–150 sm gacha yetadi, yorqin sariq rangli qalqonsimon to‘pgullarga va patsimon chuqur kesilgan barglarga ega. Iyul–avgust oylarida gullaydi, mevalari avgust–sentyabr oylarida pishadi [Xodjimatov, 1989].

Dastarboshning kimyoviy tarkibi boy va xilma-xildir. Asosiy biologik faol birikmalar guruhlari quyidagilar: Flavonoidlar — luteolin, apigenin, kversetin, kemferol va ularning glikozidlari. Ushbu birikmalar kuchli antioksidant faollikka ega bo‘lib, o‘zgaruvchan valentli metall ionlarini bog‘lash hamda erkin radikal jarayonlarda ishtirok etuvchi fermentlarni ingibitsiya qilish qobiliyatiga ega [Williams va boshq., 2004]. Fenolkarbon kislotalar — xlorogen, kofein, ferul, protokatex kislotalari. Mazkur birikmalar erkin radikallarni samarali tutib qoladi va flavonoidlar bilan sinergetik ta’sir ko‘rsatadi [Rice-Evans va boshq., 1996]. Efiri moy (1,5–2%) — tarkibida tuyon (70% gacha), kamfora, borneol, pinen, limonen mavjud. Efiri moy komponentlari ham antioksidant xususiyatga ega bo‘lsa-da, ularning asosiy biologik faolligi mikroblarga qarshi va yallig‘lanishga qarshi ta’sir bilan bog‘liq [Bail va boshq., 2008]. Seskviterpen laktonlar — tanatsetin, artabsin, tavulin. Ushbu birikmalar o‘simlikning achchiq ta’mini belgilaydi va yallig‘lanishga qarshi faollik namoyon etadi. Dubil moddalar (8% gacha) — tortuvchi va antioksidant xususiyatga ega. Karotinoidlar va askorbin kislota — o‘simlikning umumiy antioksidant salohiyatini oshiradi.

Dastarbosh (*Tanacetum vulgare L.*) qadimdan xalq va rasmiy tibbiyotda o‘t haydovchi, yallig‘lanishga qarshi, spazmolitik, gijjalarga qarshi va yara bitkazuvchi vosita sifatida qo‘llanib kelinadi. Dastarbosh preparatlari jigar va o‘t yo‘llari kasalliklarida, past kislotalilik bilan kechuvchi gastritlarda, enterokolitlarda, shuningdek tashqi qo‘llashda yiringli yaralar va yaralarni davolashda qo‘llaniladi [SSSR Davlat farmakopeyasi, 1990]. Dastarboshning antioksidant faolligi bir qator tadqiqotlarda o‘rganilgan. Ivănescu va boshq. (2018) dastarbosh ekstraktlari DPPH-radikalni samarali ingibitsiya qilish xususiyatiga ega ekanligini ko‘rsatgan, bu esa fenol birikmalarining yuqori miqdori bilan bog‘liqligini aniqlagan. Bubenchikova va boshq. (2019) tadqiqotlari dastarboshning yer ustki qismida flavonoidlar va fenolkarbon kislotalarning sezilarli miqdorda mavjudligini tasdiqlab, uning antiradikal xususiyatlarini asoslab bergan.

Dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense L.*) — qirqbo‘g‘indoshlar (Equisetaceae) oilasiga mansub ko‘p yillik sporali o‘tsimon o‘simlik bo‘lib, kosmopolit tarqalishga ega. O‘zbekistonda daryo qayirlarida, nam o‘tloqlarda, ariq bo‘ylarida, dalalarda va begona o‘t sifatida uchraydi. Qirqbo‘g‘inning ajralib turuvchi belgisi — ikki xil novdaga ega ekanligidir: bahorgi (spora hosil qiluvchi) va yozgi (vegetativ), tibbiy maqsadlarda aynan yozgi novdalaridan foydalaniladi [Xodjimatov, 1989].

Dala qirqbo‘g‘inining kimyoviy tarkibi biologik faol birikmalarning o‘ziga xos uyg‘unligi bilan tavsiflanadi. Kremniy birikmalari (quruq modda hisobida 10% gacha) asosan suvda eruvchan kremniy kislotasi va kremniy-organik birikmalar shaklida bo‘ladi. Kremniy biriktiruvchi to‘qima metabolizmida muhim rol o‘ynaydi, kollagen va elastin sintezini rag‘batlantiradi hamda mineral almashinuvda ishtirok etadi [Holzapfel va boshq., 2009]. Flavonoidlar — izokversitrin, kemferol-3-soforozid, luteolin-7-glikozid, apigenin-5-glikozid, ekvizetrin. Qirqbo‘g‘in flavonoidlari kuchli antioksidant, yallig‘lanishga qarshi va kapillyarlarni himoya qiluvchi faollikka ega [Mimica-Dukić va boshq., 2008]. Fenolkarbon kislotalar — kofein, ferul, xlorogen, vanilin kislotalari. Ushbu birikmalar o‘simlikning antioksidant salohiyatini kuchaytiradi va flavonoidlar bilan sinergetik ta’sir ko‘rsatadi. Saponinlar (5% gacha) — ekvizetonin va boshqa triterpen saponinlar bo‘lib, siydik haydovchi va yallig‘lanishga qarshi ta’sirga ega. Alkaloidlar (kam miqdorda) — nikotin, palyustrin, ekvizetin. Organik kislotalar — olma, limon, shovul (oksalat), akonit kislotalari. Mineral moddalar — kremniydan tashqari kaliy, kalsiy, magniy, temir, marganets, rux va misni ham o‘z ichiga oladi.

Dala qirqbo‘g‘ini rasmiy va xalq tabobatida siydik haydovchi, qon to‘xtatuvchi, yallig‘lanishga qarshi va umumiy quvvatlantiruvchi vosita sifatida keng qo‘llaniladi. Qirqbo‘g‘in preparatlari yurak va buyrak kelib chiqishli shishlarda, sistit va uretritlarda, o‘pka sili kasalligida, shuningdek tashqi qo‘llashda yaralar va yaralarni davolashda ishlatiladi [SSSR Davlat farmakopeyasi, 1990].

Dala qirqbo‘g‘inining (*Equisetum arvense L.*) antioksidant faolligi ko‘plab tadqiqotlar bilan tasdiqlangan. Stajner va boshq. (2009) qirqbo‘g‘in ekstraktlari DPPH-radikalni samarali ingibitsiya qilishini va metall ionlariga nisbatan xelatlovchi xususiyatga ega ekanligini ko‘rsatgan. Nagai va boshq. (2005) qirqbo‘g‘inning antioksidant xususiyatlarini flavonoidlar va fenol kislotalarning yuqori miqdori bilan bog‘lagan. Kanarskaya va boshq. (2017) tadqiqotlarida fenol birikmalarining umumiy miqdori bilan dala qirqbo‘g‘ini ekstraktlarining antiradikal faolligi o‘rtasida korrelyatsiya aniqlangan.

Oddiy dastarbosh (*Tanacetum vulgare L.*) va dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense L.*)ni tadqiqot obyekti sifatida tanlash quyidagi omillar bilan izohlanadi:

Antioksidant birikmalarning mavjudligi — har ikkala o‘simlik flavonoidlar va fenol kislotalarning sezilarli miqdorini o‘z ichiga oladi, ular erkin radikallarni samarali tutib qoluvchi birikmalar hisoblanadi. Dastarboshda fenol birikmalarining umumiy miqdori 8–10% gacha, qirqbo‘g‘inda esa 5–7% gacha yetadi [Ivănescu va boshq., 2018; Stajner va boshq., 2009].

O‘zaro to‘ldiruvchi kimyoviy tarkib — dastarbosh flavonoidlar (luteolin, apigenin) va efir moylariga boy, qirqbo‘g‘in esa kremniy birikmalari va o‘ziga xos flavonoidlarga (izokversitrin, ekvizetrin) boy. Ushbu o‘simliklar kombinatsiyasi biologik faol moddalarning turli guruhlari o‘zaro to‘ldiruvchi ta’siri hisobiga antioksidant samarani sinergetik kuchaytirishi mumkin.

Xomashyo bazasining mavjudligi — har ikkala o‘simlik O‘zbekiston hududida keng tarqalgan bo‘lib, bu amaliy foydalanish uchun xomashyo mavjudligini va sanoat miqyosida yig‘ib olish imkoniyatini ta’minlaydi.

Yetarli darajada o‘rganilmaganligi — dastarbosh va qirqbo‘g‘in kompozitsiyalarining antioksidant xususiyatlari ilgari tizimli ravishda o‘rganilmagan. Adabiyotlarda komponentlar nisbatining antiradikal faollikka ta’siri, ekstraktlarning erkin radikallar bilan o‘zaro ta’sir kinetikasi haqida ma’lumotlar yetarli emas, bu esa mazkur ishning ilmiy yangiligini belgilaydi.

An’anaviy qo‘llanilishi — har ikkala o‘simlik qadimdan xalq tabobatida qo‘llanib kelinadi, bu ularning xavfsizligi va samaradorligi haqida bilvosita dalil bo‘la oladi. Ushbu o‘simliklarning antioksidant xususiyatlarini o‘rganish ularni rasmiy tibbiyotda qo‘llash doirasini kengaytirish uchun ilmiy asos bo‘lishi mumkin.

Antioksidant faollikni 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil (DPPH) barqaror radikali yordamida baholash usuli ilk bor 1958-yilda Marshall Blois tomonidan taklif etilgan [Blois, 1958]. O‘zining asosiy ishida Blois DPPH• barqaror erkin radikal ekanligini va u aminokislotalar, vitaminlar hamda fenol birikmalar kabi turli moddalarning antioksidant xususiyatlarini o‘rganishda qo‘llanishi mumkinligini ko‘rsatgan. Shundan buyon usul ko‘plab modifikatsiyalarga uchragan bo‘lsa-da, soddaligi, ishonchliligi va informativligi sababli o‘z ommabopligini saqlab qolgan.

Usulning mohiyati antioksidantlarning DPPH• barqaror radikalini qaytarish qobiliyatiga asoslanadi. Oksidlangan shaklda DPPH• 517 nm to‘lqin uzunligida yutilish maksimumiga ega bo‘lgan to‘q binafsha rangga ega. Vodorod atomi yoki elektron bera oladigan birikmalar (antioksidantlar) bilan o‘zaro ta’sirlashganda DPPH• difenilpikrilgidrazingacha qaytariladi va eritma sariq rangga kiradi. Eritmaning rangsizlanish darajasi spektrofotometrik usulda qayd etilib, u tadqiq qilinayotgan namunadagi antioksidantlarning miqdori va faolligiga proporsional bo‘ladi [Molyneux, 2004].

DPPH• va antioksidant (AH) o‘rtasidagi reaksiya quyidagi tenglama bilan ifodalanishi mumkin:

$$\text{DPPH}\bullet\ (\text{binafsha}) + \text{AH} \rightarrow \text{DPPH-H}\ (\text{sariq}) + \text{A}\bullet$$

bu yerda AH — vodorod atomini bera oladigan antioksidant molekulasidir. Hosil bo‘ladigan A• radikali rezonans tuzilmalar hisobiga barqarorlashadi va keyingi zanjir reaksiyalarini boshlab bermaydi. O‘simlik ekstraktlarining asosiy antioksidantlari hisoblangan fenol birikmalar holatida reaksiya mexanizmi fenolning gidroksil guruhidan vodorod atomining DPPH• ga o‘tishi orqali semixinon radikal hosil bo‘lishini o‘z ichiga oladi, u keyinchalik dimerlanadi yoki boshqa radikallar bilan o‘zaro ta’sirlashadi [Prior va boshq., 2005].

DPPH-testning asosiy afzalliklari quyidagilardan iborat: bajarishning soddaligi — usul murakkab jihozlar va uzoq davom etadigan namunani tayyorlash jarayonini talab qilmaydi; tahlilning tezligi — bitta o‘lchov 30–60 daqiqa davom etadi; yuqori takrorlanuvchanlik — sharoitlar standartlashtirilganda natijalar turli laboratoriyalarda yaxshi qayta tiklanadi; reaktivning barqarorligi — DPPH saqlash sharoitlariga rioya qilinganda eritmada barqaror; universalligi — usul gidrofil hamda lipofil antioksidantlarni tahlil qilishda qo‘llanilishi mumkin; iqtisodiyligi — qimmat reaktiv va sarf materiallarini talab qilmaydi; avtomatlashtirish imkoniyati — usul yuqori unumli skrining uchun oson moslashtiriladi [Sharma va Bhat, 2009].

DPPH-test natijalarini talqin qilishda uning cheklovlarini ham hisobga olish zarur: usul faqat birikmalarning vodorod atomi yoki elektron berish qobiliyatini o‘lchaydi, bu esa murakkab biologik tizimlardagi umumiy antioksidant salohiyatni to‘liq aks ettirmaydi; o‘simlik ekstraktlarining rangli komponentlari 517 nm da yutilishga hissa qo‘shishi mumkin, bu nazorat o‘lchovlarini o‘tkazishni talab qiladi; natijalar tahlil sharoitlariga (DPPH konsentratsiyasi, inkubatsiya vaqti, erituvchi turi, muhit pH ko‘rsatkichi) bog‘liq bo‘lishi mumkin, bu metodikani standartlashtirish zarurligini ta’kidlaydi; usul antioksidant faollik uchun mas’ul bo‘lgan aniq birikmalarni aniqlab bermaydi; ayrim antioksidantlar DPPH• bilan sekin reaksiyaga kirishadi, bu inkubatsiya vaqtini uzaytirishni talab qiladi [Prior va boshq., 2005].

Mazkur ishning maqsadi — turli nisbatlardagi *Tanacetum vulgare L.* (oddiy dastarbosh) va *Equisetum arvense L.* (dala qirqbo‘g‘ini) aralashmalarining spirtli va suvli ekstraktlari uchun DPPH-test sharoitlarini optimallashtirish hamda ishlab chiqilgan metodikani validatsiya qilishdan iborat.

Qo‘yilgan maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar hal qilindi:

Antioksidant faollikka ega birikmalarni maksimal darajada ajratib olishni ta’minlaydigan o‘simlik xomashyosini ekstraksiya qilishning optimal parametrlarini (ekstragent turi, ekstraksiya usuli, davomiyligi) tanlash.

DPPH-testni o‘tkazishning optimal sharoitlarini aniqlash (ishchi eritma konsentratsiyasi, to‘lqin uzunligi, inkubatsiya vaqti, o‘lchash intervallari, ekstrakt hajmlari diapazoni).

Ishlab chiqilgan metodikaning validatsion ko‘rsatkichlarini baholash: chiziqlilik, sezgirlik, takrorlanuvchanlik (pretsizionlik) va spetsifiklik.

Tadqiq etilayotgan o‘simliklarning spirtli va suvli ekstraktlarining antioksidant faolligini taqqoslash orqali eng samarali ekstragent turini aniqlash.

Dastarbosh va qirqbo‘g‘in kompozitsiyalarining antioksidant xususiyatlarini keyinchalik tizimli o‘rganish uchun yaroqli bo‘lgan standartlashtirilgan DPPH-test protokolini ishlab chiqish.

Tadqiqot obyekti sifatida oddiy dastarbosh (*Tanacetum vulgare L.*) va dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense L.*)ning yer ustki qismlari olindi. Xomashyo o‘simliklarning gullash davrida (2024-yil iyul–avgust oylarida) O‘zbekiston Respublikasi Toshkent viloyati Bo‘stonliq tumanida (koordinatalar: 41°45' shimoliy kenglik, 70°05' sharqiy uzunlik, dengiz sathidan 1100–1200 m balandlikda) yig‘ib olindi. Yig‘im hududi tog‘ oldi relyefi va mo‘tadil kontinental iqlim bilan tavsiflanadi.

Oddiy dastarbosh (*Tanacetum vulgare L.*) uchun gullashning boshlanish fazasida gul savatchalari yig‘ib olindi, ular yuqori qismidan 20–25 sm masofada kesib olindi. Dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense L.*) uchun yashil rangli yozgi vegetativ novdalar yig‘ildi. Yig‘im ishlari quruq ob-havoda, ertalab shudring qurigandan keyin amalga oshirildi.Yig‘ilgan xomashyo begona aralashmalar, shikastlangan qismlar va boshqa o‘simlik qoldiqlaridan tozalandi. Quritish havo-soya usulida, to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nurlaridan himoyalangan, yaxshi shamollatiladigan xonada 25–30°C haroratda olib borildi. Xomashyo qog‘oz ustiga yupqa qatlam qilib yoyildi va bir tekis qurishi uchun vaqti-vaqti bilan aralashtirib turildi. Quritish davomiyligi 7–10 kunni tashkil etdi va havo-quruq holatga (qoldiq namlik 10–12% dan oshmagan) yetguncha davom ettirildi.

Quritilgan xomashyo laboratoriya tegirmonida 2–3 mm o‘lchamdagi zarrachalargacha maydalandi. Maydalangan xomashyo qog‘oz paketlarga joylanib, tahlil o‘tkazilgunga qadar quruq, yorug‘likdan himoyalangan joyda, xona haroratida saqlandi. Saqlash muddati 3 oydan oshmadi. Tadqiqot uchun

dastarbosh va qirqbo‘g‘in aralashmalari quyidagi massa nisbatlarida tayyorlandi: 1:1 (teng qismlar); 1:3 (bir qism dastarbosh va uch qism qirqbo‘g‘in); 3:1 (uch qism dastarbosh va bir qism qirqbo‘g‘in). Aralashmalar komponentlarning bir tekis taqsimlanishini ta’minlash uchun puxta gomogenlashtirildi.

Ishda quyidagi reaktivlardan foydalanildi: 2,2-difenil-1-pikrilgidrazil (DPPH), tozaligi ≥95%, ishlab chiqaruvchi “Sigma-Aldrich” (AQSH); etanol 96% (ch.d.a.), ishlab chiqaruvchi “Toshkent kimyo reaktivlari zavodi” (O‘zbekiston); distillangan suv, DE-4 apparatida (Rossiya) olingan. Barcha reaktivlar qo‘shimcha tozalashsiz ishlatildi. Ishda quyidagi asbob-uskunalar qo‘llanildi: YOKE K7000 spektrofotometri (Xitoy), to‘lqin uzunligi diapazoni 190–1100 nm; “Sapphire” ultratovush vannasi (Xitoy), ishchi chastotasi 35 kHz, quvvati 100 W; “Shimadzu AUX-220” analitik tarozisi (Yaponiya), aniqligi 0,0001 g; 0,45 mkm g‘ovak diametrli shprits filtrlari (Xitoy); optik yo‘l uzunligi 10 mm va hajmi 4 ml bo‘lgan kvarts kyuvetalar; 100 ml hajmli A klass o‘lchov kolbalari; o‘zgaruvchan hajmli pipetkalar (10–100 mkl va 100–1000 mkl); “IKA A11 basic” laboratoriya tegirmoni (Germaniya); membranali vakuum nasosi.

Ekstraktlarni tayyorlash uchun o‘simlik aralashmasidan aniq tortma (1,0000 ± 0,0005 g) olinib, 100 ml hajmli konussimon kolbaga joylashtirildi. Ekstragent sifatida quyidagilar ishlatildi: 96% etanol (spirtli ekstraktlar olish uchun) va distillangan suv (suvli ekstraktlar olish uchun). Ekstragentlarni tanlash qutbli (suv) va kamroq qutbli (etanol) erituvchilar yordamida antioksidant birikmalarni ajratib olish samaradorligini qiyosiy baholash zarurati bilan asoslandi. Tortma solingan kolbaga 25 ml mos ekstragent qo‘shildi. Xomashyo : ekstragent nisbati 1 : 25 (massa/hajm) ni tashkil etdi. Ekstraksiya xona haroratida ultratovush vannasida olib borildi. Ultratovush bilan ishlov berish kavitatsiya effektlari hisobiga hujayra devorlarini yemiradi va biologik faol birikmalarni to‘liqroq ajratib olishga yordam beradi [Vinatoru, 2001].

Ultratovush bilan ishlov berish davomiyligi 20 daqiqani tashkil etdi. Dastlabki tajribalar ekstraksiya vaqtini 20 daqiqadan ortiq oshirish ekstraktiv moddalar chiqishini sezilarli darajada ko‘paytirmasligini ko‘rsatdi. Ekstraksiya yakunlangach, olingan ekstraktlar 0,45 mkm g‘ovak diametrli shprits filtri orqali suspenziya zarrachalarini olib tashlash va sterillikni ta’minlash maqsadida filtrlab olindi. Filtratlar germetik qopqoqli toza shisha probirkalarga yig‘ildi. Dastlabki tajribalar shuni ko‘rsatdiki, tadqiq etilayotgan o‘simliklarning spirtli ekstraktlari yuqori antioksidant faollikka ega bo‘lib, 100 mkl hajmda qo‘shilganda DPPH eritmasining deyarli to‘liq rangsizlanishiga olib keladi, bu esa usulning chiziqli diapazonidan tashqariga chiqadi. Shu sababli spirtli ekstraktlar tahlil oldidan 96% etanol bilan 10 marta suyultirildi. Suvli ekstraktlar esa suyultirilmasdan tahlil qilindi.

DPPH tortmasi quyidagi formula asosida hisoblandi:

$$m = C \times M \times V$$

bu yerda m — tortma massasi (g), C — zarur konsentratsiya (mol/l), M — DPPH ning molyar massasi (394,32 g/mol), V — eritma hajmi (l).

100 ml 7,92 mM DPPH eritmasini tayyorlash uchun quyidagicha hisoblandi:

m = 0,00792 mol/l × 394,32 g/mol × 0,1 l = 0,3123 g

DPPH ishchi eritmasining konsentratsiyasi etanolda 7,92 mM ni tashkil etdi. Ushbu konsentratsiya adabiyot ma’lumotlari asosida tanlandi [Gulcin va boshq., 2005; Asqarov va boshq., 2024] va 517 nm to‘lqin uzunligida optimal optik zichlik qiymatlarini (0,8–1,2 birlik) ta’minlaydi. DPPH ning aniq tortmasi (taxminan 0,3123 g) 100 ml hajmli o‘lchov kolbasiga miqdoriy ko‘chirildi, oz miqdordagi etanolda eritildi, so‘ngra etanol bilan belgi chizig‘igacha yetkazildi va to‘liq eriguncha yaxshilab aralashtirildi.

Tayyorlangan DPPH eritmasi yorug‘likdan himoya qilish maqsadida alyuminiy folga bilan o‘raldi va xona haroratida qorong‘ilikda 30 daqiqa davomida radikalning barqarorlashuvi va muvozanat konsentratsiyasi o‘rnatilishi uchun saqlandi. Ishchi eritmaning barqarorligini nazorat qilish uchun nazorat namunasining (3 ml DPPH + 100 mkl etanol) optik zichligi 517 nm da har bir o‘lchov seriyasining boshida va oxirida o‘lchandi. Agar tahlil davomida optik zichlik o‘zgarishi 5% dan oshmasa, eritma barqaror deb hisoblandi.

4 ml hajmli kvarts kyuvetaga 3 ml DPPH ishchi eritmasi va 100 mkl mos ekstragent (spirtli ekstraktlar uchun 96% etanol, suvli ekstraktlar uchun distillangan suv) qo‘shildi. Kyuveta tarkibi yaxshilab aralashtirildi va spektrofotometrga joylashtirildi. Optik zichlik 517 nm to‘lqin uzunligida har 5 daqiqada 30 daqiqa davomida dinamik tarzda o‘lchandi. Nazorat namunasi hisob-kitoblarda foydalaniladigan boshlang‘ich optik zichlik D_1 ni aniqlash uchun xizmat qildi.

Tajribada 4 ml hajmli kvarts kyuvetaga 3 ml DPPH ishchi eritmasi va 25, 50, 75 yoki 100 mkl tekshirilayotgan ekstrakt (spirtli yoki suvli, turi va suyultirilganligiga qarab) qo‘shildi. Reaksiya aralashmasining umumiy hajmi mos ekstragent qo‘shish orqali 3,1 ml ga yetkazildi. Kyuveta tarkibi yaxshilab aralashtirildi va o‘lchash darhol boshlandi.

Reaksiya aralashmasi butun o‘lchash davomida xona haroratida (20–22°C) qorong‘ilikda inkubatsiya qilindi. Yorug‘likdan himoya qilish DPPH ning fotolizini va yon fotokimyoviy reaksiyalarni oldini olish uchun zarur. Optik zichlik YOKE K7000 spektrofotometrida 517 nm da ekstrakt qo‘shilgandan so‘ng darhol (0 daqiqa) va keyin har 5 daqiqada 30 daqiqa davomida (5, 10, 15, 20, 25 va 30 daqiqalarda) o‘lchandi. Har bir o‘lchov uch marta takrorlandi (n = 3).

Antioksidant faollik (AOF%) quyidagi formula bo‘yicha hisoblandi:

$$AOF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \times 100\%$$

bu yerda: D_1 — tegishli vaqt nuqtasida nazorat namunasi (3 ml DPPH + 100 mkl ekstragent) ning optik zichligi; D_2 — tegishli vaqt nuqtasida tajriba namunasi (3 ml DPPH + ekstrakt) ning optik zichligi. Hisob-kitob har bir vaqt nuqtasi uchun alohida amalga oshirildi.

Ishlab chiqilgan metodika validatsiyasi ICH (International Conference on Harmonization) ning analitik metodikalarni validatsiya qilish bo‘yicha tavsiyalariga muvofiq o‘tkazildi [ICH Q2(R1), 2005]. Chiziqlilikni baholash uchun har bir vaqt nuqtasida qo‘shilgan ekstrakt hajmiga nisbatan AOF% bog‘liqligi bo‘yicha kalibrlash grafigi tuzildi. Chiziqlilik determinatsiya koeffitsienti (R^2) qiymati orqali baholandi, u kamida 0,98 bo‘lishi kerak. Chiziqli regressiya tenglamasi eng kichik kvadratlar usuli bilan hisoblandi.

Metodikaning sezgirligi AOF% ning nol qiymatdan ishonchli (statistik jihatdan ahamiyatli) farqi kuzatiladigan minimal ekstrakt hajmi orqali baholandi. Mezon sifatida signal/shovqin nisbati > 3 qabul qilindi. Takrorlanuvchanlik har bir namuna va har bir hajm uchun uchta parallel o‘lchov natijalari asosida baholandi. AOF% ning o‘rtacha qiymati, standart og‘ish (SD) va nisbiy standart og‘ish hisoblandi. Metodikaning spetsifikligi ekstraktlarning 517 nm to‘lqin uzunligida DPPH qo‘shilmagan holdagi o‘z yutilishini o‘lchash orqali baholandi. Buning uchun kyuvetaga 3 ml mos ekstragent va 25–100 mkl ekstrakt qo‘shilib, optik zichlik o‘lchandi. Agar o‘z yutilish hissasi nazorat namunasi D_1 optik zichligining 5% dan oshmasa, u ahamiyatsiz deb hisoblandi.

Barcha tajribalar uch marta takrorlandi (n = 3). Natijalar o‘rtacha arifmetik qiymat ± standart og‘ish (mean ± SD) ko‘rinishida keltirildi. Statistik ishlov berish Microsoft Excel 2019 va OriginPro 2021 dasturlari yordamida amalga oshirildi. Grafiklar va kalibrlash chiziqlari OriginPro 2021 dasturida tuzildi. Oddiy dastarbosh (*Tanacetum vulgare L.*) ning quritilgan va maydalangan xomashyosi sariq-yashil rangli, o‘ziga xos kamfora hidiga ega zarrachalardan iborat edi. Etanol bilan ekstraksiyada ekstraktiv moddalar chiqishi 18,3 ± 1,2% ni, suv bilan ekstraksiyada esa 15,7 ± 1,1% ni tashkil etdi.

Dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense L.*) xomashyosi kulrang-yashil rangli, hidsiz zarrachalardan iborat edi. Etanol bilan ekstraksiyada ekstraktiv moddalar chiqishi 12,5 ± 0,9%, suv bilan ekstraksiyada esa 16,8 ± 1,3% ni tashkil etdi. Tadqiq qilingan barcha namunalar uchun spirtli ekstraktlar suvli ekstraktlarga nisbatan yanada to‘q yashil-sariq rangga ega bo‘ldi, suvli ekstraktlar esa och sariq rangli edi. Bu etanol pigmentlar va fenol birikmalarni yanada to‘liqroq ajratib olishini bilvosita ko‘rsatadi.

Spirtli va suvli ekstraktlarni qiyosiy tahlili shuni ko‘rsatdiki, spirtli ekstraktlar ancha yuqori antioksidant faollikka ega. Masalan, 3:1 nisbatdagi aralashmaning suyultirilmagan spirtli ekstraktidan 100 mkl qo‘shilganda 30 daqiqadan so‘ng AOF% 92,4 ± 3,8% ni tashkil etdi, bu DPPH eritmasining deyarli to‘liq rangsizlanishiga olib keldi va chiziqli diapazondan tashqariga chiqdi. Shu sababli barcha spirtli

ekstraktlar to‘g‘ri o‘lchash uchun 10 marta suyultirildi. Suvli ekstraktlar esa xuddi shu hajmda (100 mkl, suyultirilmagan) AOF% ning 11–15% oralig‘idagi qiymatlarini ko‘rsatdi, bu chiziqli diapazonga yaxshi mos keldi.

Dastlabki tajribalar ultratovush bilan ishlov berish vaqtini 10 daqiqadan 20 daqiqagacha oshirish barcha namunalarda AOF% ni 12–15% ga oshirishini ko‘rsatdi. Ekstraksiya vaqtini 30 daqiqagacha uzaytirish esa antioksidant faollikning statistik jihatdan ahamiyatli oshishiga olib kelmadi ($p > 0,05$). Shu bois 20 daqiqa ekstraksiya vaqti antioksidant birikmalarni maksimal ajratib olishni ta’minlovchi optimal vaqt sifatida tanlandi.

Jadval 1. Nazorat namunasi D_1 ning 517 nm da optik zichligi dinamikada (mean ± SD, n=3)

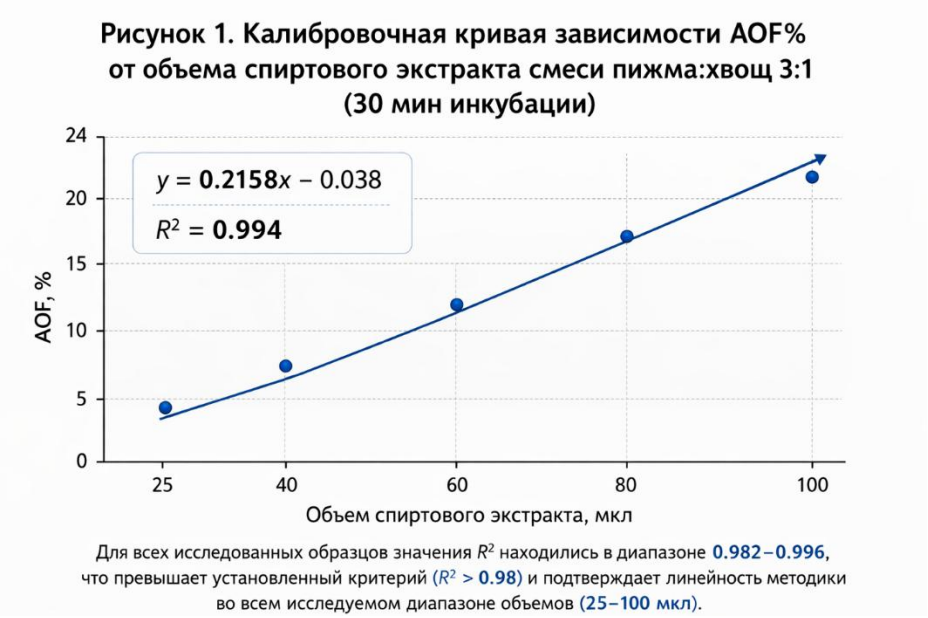
Время, мин	**Оптическая плотность (D_1)**	**Отклонение от исходной, %**
0	1.055 ± 0.008	0.00
5	1.052 ± 0.009	-0.28
10	1.048 ± 0.007	-0.66
15	1.045 ± 0.008	-0.95
20	1.041 ± 0.009	-1.33
25	1.037 ± 0.010	-1.71
30	1.032 ± 0.009	-2.18

Keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, nazorat namunasining optik zichligi 30 daqiqa inkubatsiya davomida biroz kamaygan. 30-daqiqaga kelib umumiy kamayish 2,18% ni tashkil etdi, bu 5% dan oshmaydi va tajriba sharoitida DPPH ishchi eritmasining yetarli darajada barqarorligini ko‘rsatadi. Optik zichlikning kichik darajada kamayishi yorug‘lik ta’sirida (folga bilan himoyalangan bo‘lishiga qaramay) DPPH ning qisman degradatsiyasi yoki erituvchidagi suv izlari bilan o‘zaro ta’siri bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Metodikaning chiziqliligi har bir ekstrakt turi va komponentlar nisbatlari uchun qo‘shilgan ekstrakt hajmiga nisbatan AOF% bog‘liqligi bo‘yicha kalibrlash egri chiziqlarini tuzish orqali baholandi.

Jadval 2. Oddiy dastarbosh:dala qirqbo‘g‘ini 3:1 aralashmasining spirtli ekstrakti uchun turli hajmlarda AOF% qiymatlari (30 daqiqa inkubatsiya, mean ± SD, n=3)

Объем экстракта, мкл	**AOF%, %**
25	5.31 ± 0.21
50	10.52 ± 0.35
75	16.59 ± 0.48
100	21.33 ± 0.62



AOF% ning nol qiymatdan ishonchli farqi (signal/shovqin > 3) kuzatilgan minimal aniqlanadigan ekstrakt hajmi 25 mkl ni tashkil etdi. Ushbu hajmda barcha namunalarda AOF% qiymatlari 2% dan yuqori bo‘lib, bu shovqin darajasidan ancha yuqori ekanligini ko‘rsatdi.

Jadval 3. Turli ekstraktlar uchun minimal hajmda (25 mkl) AOF% qiymatlari (30 daqiqa inkubatsiya)

Экстракт	AOF% при 25 мкл, %
1:1 спиртовой	3.79 ± 0.18
1:3 спиртовой	3.51 ± 0.15
3:1 спиртовой	5.31 ± 0.21
1:1 водный	3.13 ± 0.14
1:3 водный	2.46 ± 0.12
3:1 водный	3.41 ± 0.16

Takrorlanuvchanlik har bir namuna uchun uchta parallel o‘lchov natijalari asosida baholandi. Namuna sifatida 3:1 nisbatdagi oddiy dastarbosh:dala qirqbo‘g‘ini aralashmasining spirtli ekstrakti ma’lumotlari keltirildi.

Jadval 4. Oddiy dastarbosh:dala qirqbo‘g‘ini 3:1 aralashmasining spirtli ekstrakti uchun AOF% ning uchta parallel o‘lchov natijalari (30 daqiqa inkubatsiya)

Объем, мкл	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее	SD	RSD, %
25	май.31	май.48	май.15	май.31	0.17	мар.20
50	окт.52	окт.81	окт.23	окт.52	0.29	фев.76
75	16.59	16.98	16.20	16.59	0.39	фев.35
100	21.33	21.78	20.89	21.33	0.45	02.ноя

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, barcha hajmlar uchun RSD qiymatlari 5% dan oshmadi, bu ishlab chiqilgan metodikaning yaxshi takrorlanuvchanligini ko‘rsatadi. Shunga o‘xshash natijalar barcha tadqiq etilgan namunalarda ham olindi.

XULOSA. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida oddiy dastarbosh (*Tanacetum vulgare L.*) va dala qirqbo‘g‘ini (*Equisetum arvense L.*) ning spirtli va suvli ekstraktlari antiradikal faolligini baholash uchun DPPH-test sharoitlari optimallashtirildi. Quyidagi optimal parametrlar aniqlandi: DPPH konsentratsiyasi

— etanolda 7,92 mM; to‘lqin uzunligi — 517 nm; inkubatsiya vaqti — 30 daqiqa (o‘lchash oralig‘i 5 daqiqa); ekstrakt hajmlari diapazoni — 25–100 mkl. Tadqiq etilayotgan diapazonda chiziqlilikni ta’minlash uchun spirtli ekstraktlarni oldindan 10 marta suyultirish zarurligi ko‘rsatildi. O‘simlik xomashyosini ekstraksiya qilishning optimal sharoitlari aniqlandi: xona haroratida 20 daqiqa davomida ultratovushli ekstraksiya, ikki turdagi ekstragent — 96% etanol va distillangan suvdan foydalanish. Spirtli ekstraktlar suvli ekstraktlarga nisbatan yuqori antioksidant faollikka ega ekanligi aniqlandi, bu etanolning fenol birikmalarni samaraliroq ajratib olish xususiyati bilan izohlanadi. Ishlab chiqilgan metodika chiziqlilik, sezgirlik, takrorlanuvchanlik va spetsifiklik ko‘rsatkichlari bo‘yicha validatsiya qilindi: **Chiziqlilik** barcha namunalarda determinatsiya koeffitsienti yuqori qiymatlari bilan tasdiqlandi ($R^2 > 0,98$). **Sezgirlik** past faollikka ega ekstraktlarni ham tahlil qilish uchun yetarli (minimal aniqlanadigan hajm — 25 mkl, AOF% > 2%). **Takrorlanuvchanlik** nisbiy standart og‘ishning past qiymatlari bilan tavsiflandi (RSD < 5%), bu protokolning ishonchliligini tasdiqlaydi. **Spetsifiklik** ekstraktlarning o‘z yutilish hissasi umumiy signalning 2,5% dan kam ekanligi bilan tasdiqlandi. Tajriba sharoitida DPPH ishchi eritmasining yuqori barqarorligi aniqlandi (30 daqiqa davomida optik zichlikning kamayishi 2,18% dan oshmadi), bu olingan natijalarning ishonchliligini ta’minlaydi. Ishlab chiqilgan va validatsiya qilingan DPPH-test metodikasi oddiy dastarbosh va dala qirqbo‘g‘ini kompozitsiyalarining antioksidant xususiyatlarini keyingi tizimli o‘rganish uchun metodologik asos yaratadi, jumladan: komponentlar nisbatiga bog‘liq faollik tahlili, spirtli va suvli ekstraktlarni qiyosiy o‘rganish, kinetik tahlil, IC_{50} hisoblash hamda amaliy tavsiyalar ishlab chiqish. Taklif etilgan protokol O‘zbekiston florasiga mansub boshqa dorivor o‘simliklarning antiradikal faolligini skrining baholash, shuningdek fitopreparatlar va biologik faol qo‘shimchalarni standartlashtirish hamda sifat nazorati uchun tavsiya etilishi mumkin.

Adabiyotlar

1. Blois, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200.
2. Gulcin, I., Beydemir, S., Sat, I.G., Kufrevioglu, O.I. Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Alimentaria Hung, 2005, 34, 193–202.
3. Askarov I.R., Muminov M.M., Yusupov M.A. Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, 173-177.
4. Askarov, I.R., Abdullaev, S.S., Mamatkulova, S.A., & Abdulloev, O.S. Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common unabi fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 2024, 3(3), 179–205. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320
5. Halliwell, B. Biochemistry of oxidative stress. Biochemical Society Transactions, 2007, 35(5), 1147-1150.
6. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacognosy Reviews, 2010, 4(8), 118-126.
7. Pisoschi, A.M., Pop, A., Cimpeanu, C., Predoi, G. Antioxidant capacity determination in plants and plant-derived products: A review. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2016, 2016, 9130976.
8. Williams, R.J., Spencer, J.P., Rice-Evans, C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? Free Radical Biology and Medicine, 2004, 36(7), 838-849.
9. Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biology and Medicine, 1996, 20(7), 933-956.
10. Bail, S., Buchbauer, G., Jirovetz, L., et al. Antimicrobial activities of essential oils of Tanacetum vulgare L. and their main constituents. Journal of Essential Oil Research, 2008, 20(4), 372-377.
11. Ivănescu, B., Tuchiluș, C., Corciovă, A., et al. Antioxidant and antimicrobial potential of Tanacetum vulgare L. extracts. Farmacia, 2018, 66(3), 456-461.
12. Бубенчикова, В.Н., Кондратова, Ю.А., Бубенчиков, Р.А. Изучение фенольных соединений пижмы обыкновенной. Химия растительного сырья, 2019, (3), 115-122.

13. Holzapfel, C.E., Lechte, M., Griessmeier, G. Silicon in plants: A review. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2009, 172(4), 455-465.
14. Mimica-Dukić, N., Simin, N., Cvejić, J., et al. Phenolic compounds in Equisetum arvense L. and their antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(15), 6630-6636.
15. Stajner, D., Popović, B.M., Čanadanović-Brunet, J., et al. Antioxidant and scavenging activities of Equisetum arvense L. extracts. Journal of the Serbian Chemical Society, 2009, 74(1), 21-31.
16. Nagai, T., Myoda, T., Nagashima, T. Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (Equisetum arvense L.). Food Chemistry, 2005, 91(3), 389-394.
17. Канарская, З.А., Канарский, А.В., Семакина, Н.В. Исследование антиоксидантной активности экстрактов хвоща полевого. Вестник Казанского технологического университета, 2017, 20(14), 151-154.
18. Ходжиматов, М. Дикорастущие лекарственные растения Узбекистана. Ташкент: Медицина, 1989, 256 с.
19. Государственная фармакопея СССР. XI издание, выпуск 2. М.: Медицина, 1990, 400 с.
20. Molyneux, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 2004, 26(2), 211-219.
21. Prior, R.L., Wu, X., Schaich, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(10), 4290-4302.
22. Sharma, O.P., Bhat, T.K. DPPH antioxidant assay revisited. Food Chemistry, 2009, 113(4), 1202-1205.
23. Mishra, K., Ojha, H., Chaudhury, N.K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. Food Chemistry, 2012, 130(4), 1036-1043.
24. ICH Harmonised Tripartite Guideline. Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology Q2(R1). International Conference on Harmonisation, 2005.
25. Vinatoru, M. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. Ultrasonics Sonochemistry, 2001, 8(3), 303-313.
26. Müller, L., Fröhlich, K., Böhm, V. Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay (αTEAC), DPPH assay and peroxyl radical scavenging assay. Food Chemistry, 2011, 129(1), 139-148.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ОПТИМИЗАЦИЯ DPPH-МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ

Акмалжон Нодирбек угли Аскаров
Андижанского государственного медицинского института студент 2 курса магистратуры по специальности «Фармацевтическая химия и фармакогнозия»
https://orcid.org/0009-0001-4654-1094
E-mail: asqarov2541@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.604

Ключевые слова: DPPH-тест, антиоксидантная активность, пижма обыкновенная, Tanacetum vulgare L., хвощ полевой, Equisetum arvense L., валидация методики, ультразвуковая экстракция, спектрофотометрия, свободные радикалы, флавоноиды, фенольные соединения

Аннотация

Настоящая работа посвящена оптимизации и валидации DPPH-метода для оценки антирадикальной активности растительных композиций. В ходе исследования определены оптимальные параметры анализа: концентрация раствора DPPH, длина волны измерения, время инкубации и диапазон объемов экстракта. Проведена оценка основных валидационных характеристик методики — линейности, чувствительности, воспроизводимости и специфичности. Полученные результаты подтверждают, что DPPH-метод является надежным и воспроизводимым инструментом для оценки антирадикальной активности растительных экстрактов. Разработанный подход может быть использован для стандартизации фитокомпозиций и скрининга природных антиоксидантов.

Как цитировать

Аскаров, А. Н. у. ОПТИМИЗАЦИЯ DPPH-МЕТОДА ДЛЯ ОЦЕНКИ АНТИРАДИКАЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ РАСТЕНИЙ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.604

Окислительный стресс представляет собой состояние дисбаланса между продукцией активных форм кислорода (АФК) и способностью биологических систем к их нейтрализации и устранению повреждений. В физиологических условиях АФК выполняют важные сигнальные функции и участвуют в защитных механизмах организма. Однако при чрезмерной активации свободнорадикальных процессов или недостаточности антиоксидантной защиты развивается окислительный стресс, который рассматривается как универсальный патогенетический механизм многих заболеваний [Halliwell, 2007].

Свободные радикалы, включая супероксидный анион-радикал ($O_2^{\bullet -}$), гидроксильный радикал (•OH), пероксид водорода (H_2O_2) и другие, способны повреждать липиды клеточных мембран, белки, нуклеиновые кислоты и другие макромолекулы. Это приводит к нарушению структуры и функции клеток, тканей и органов. Окислительный стресс играет ключевую роль в патогенезе таких заболеваний, как атеросклероз, ишемическая болезнь сердца, артериальная гипертензия, сахарный диабет, нейродегенеративные расстройства (болезнь Альцгеймера, Паркинсона), онкологические заболевания, а также в процессах преждевременного старения [Lobo et al., 2010].

В связи с этим поиск эффективных и безопасных природных антиоксидантов является одной из приоритетных задач современной фармации, медицины и пищевой промышленности. Растения представляют собой уникальный источник биологически активных соединений с антиоксидантными свойствами. В процессе эволюции растения выработали сложные защитные

механизмы против окислительного стресса, синтезируя широкий спектр вторичных метаболитов, способных нейтрализовать свободные радикалы. Среди таких соединений наибольшее значение имеют фенольные кислоты, флавоноиды, дубильные вещества, каротиноиды, витамины и другие компоненты, которые могут быть использованы для создания лекарственных препаратов, биологически активных добавок и функциональных пищевых продуктов [Pisoschi et al., 2016].

Пижма обыкновенная (*Tanacetum vulgare* L.) – многолетнее травянистое растение семейства Астровые (Asteraceae), широко распространенное в умеренной климатической зоне Евразии. В Узбекистане произрастает в предгорных и горных районах, вдоль рек и каналов, на лугах и как сорное растение у дорог. Растение достигает высоты 50-150 см, имеет характерные щитковидные соцветия ярко-желтого цвета и перисто-рассеченные листья. Цветет в июле-августе, плоды созревают в августе-сентябре [Ходжиматов, 1989].

Химический состав пижмы обыкновенной отличается богатством и разнообразием. Основными группами биологически активных соединений являются: **Флавоноиды** – лютеолин, апигенин, кверцетин, кемпферол и их гликозиды. Эти соединения обладают выраженной антиоксидантной активностью, способностью связывать ионы металлов переменной валентности и ингибировать ферменты, участвующие в свободнорадикальных процессах [Williams et al., 2004]. **Фенолкарбоновые кислоты** – хлорогеновая, кофейная, феруловая, протокатеховая кислоты. Данные соединения являются эффективными ловушками свободных радикалов и проявляют синергическое действие с флавоноидами [Rice-Evans et al., 1996]. **Эфирное масло** (1,5-2%) – содержит туйон (до 70%), камфору, борнеол, пинен, лимонен. Компоненты эфирного масла также обладают антиоксидантными свойствами, хотя их основная биологическая активность связана с противомикробным и противовоспалительным действием [Bail et al., 2008]. **Сесквитерпеновые лактоны** – танацетин, артабсин, тавулин. Эти соединения обусловливают горечь растения и проявляют противовоспалительную активность. **Дубильные вещества** (до 8%) – обладают вяжущими и антиоксидантными свойствами. **Каротиноиды** и **аскорбиновая кислота** – усиливают общий антиоксидантный потенциал растения.

Пижма обыкновенная издавна используется в народной и официальной медицине как желчегонное, противовоспалительное, спазмолитическое, противоглистное и ранозаживляющее средство. Препараты пижмы применяются при заболеваниях печени и желчевыводящих путей, при гастритах с пониженной кислотностью, при энтероколитах, а также наружно для лечения гнойных ран и язв [Государственная фармакопея СССР, 1990].

Антиоксидантная активность пижмы изучалась в ряде исследований. Так, Ivănescu et al. (2018) показали, что экстракты пижмы обладают выраженной способностью ингибировать DPPH-радикал, что коррелирует с высоким содержанием фенольных соединений. Исследования Бубенчиковой и др. (2019) подтвердили наличие значительного количества флавоноидов и фенолкарбоновых кислот в надземной части пижмы, обусловливающих ее антирадикальные свойства.

Хвощ полевой (*Equisetum arvense* L.) – многолетнее споровое травянистое растение семейства Хвощевые (Equisetaceae), имеющее космополитное распространение. В Узбекистане встречается в поймах рек, на влажных лугах, по берегам арыков, на полях и как сорное растение. Отличительной особенностью хвоща является наличие двух типов побегов: весенних (спороносных) и летних (вегетативных), причем для медицинских целей используются именно летние побеги [Ходжиматов, 1989].

Химический состав хвоща полевого характеризуется уникальным сочетанием биологически активных соединений: **Соединения кремния** (до 10% в пересчете на сухое вещество) – представлены преимущественно водорастворимыми формами кремниевой кислоты и кремнийорганическими соединениями. Кремний играет важную роль в метаболизме соединительной ткани, стимулирует синтез коллагена и эластина, участвует в минеральном обмене [Holzapfel et al., 2009]. **Флавоноиды** – изокверцитрин, кемпферол-3-софорозид, лютеолин-7-

гликозид, апигенин-5-гликозид, эквизетрин. Флавоноиды хвоща обладают выраженной антиоксидантной, противовоспалительной и капилляропротекторной активностью [Mimica-Dukić et al., 2008]. **Фенолкарбоновые кислоты** – кофейная, феруловая, хлорогеновая, ванилиновая кислоты. Эти соединения усиливают антиоксидантный потенциал растения и проявляют синергическое действие с флавоноидами. **Сапонины** (до 5%) – эквизетонин и другие тритерпеновые сапонины, обладающие мочегонным и противовоспалительным действием. **Алкалоиды** (в небольших количествах) – никотин, палюстрин, эквизетин. **Органические кислоты** – яблочная, лимонная, щавелевая, аконитовая кислоты. **Минеральные вещества** – помимо кремния, содержит калий, кальций, магний, железо, марганец, цинк, медь.

Хвощ полевой широко используется в официальной и народной медицине как мочегонное, кровоостанавливающее, противовоспалительное и общеукрепляющее средство. Препараты хвоща применяют при отеках сердечного и почечного происхождения, при циститах и уретритах, при туберкулезе легких, а также наружно для лечения ран и язв [Государственная фармакопея СССР, 1990].

Антиоксидантная активность хвоща полевого подтверждена многочисленными исследованиями. Stajner et al. (2009) показали, что экстракты хвоща эффективно ингибируют DPPH-радикал и обладают хелатирующей способностью в отношении ионов металлов. Nagai et al. (2005) связали антиоксидантные свойства хвоща с высоким содержанием флавоноидов и фенольных кислот. В исследованиях Канарской и др. (2017) установлена корреляция между содержанием суммы фенольных соединений и антирадикальной активностью экстрактов хвоща полевого.

Выбор пижмы обыкновенной и хвоща полевого в качестве объектов исследования обусловлен следующими факторами:

Наличие антиоксидантных соединений – оба растения содержат значительные количества флавоноидов и фенольных кислот, которые являются эффективными ловушками свободных радикалов. Суммарное содержание фенольных соединений в пижме достигает 8-10%, в хвоще – 5-7% [Ivănescu et al., 2018; Stajner et al., 2009].

Взаимодополняющий химический состав – пижма богата флавоноидами (лютеолин, апигенин) и эфирными маслами, хвощ – соединениями кремния и специфическими флавоноидами (изокверцитрин, эквизетрин). Комбинация этих растений может обеспечить синергическое усиление антиоксидантного эффекта за счет взаимодополняющего действия различных групп биологически активных соединений.

Доступность сырьевой базы – оба растения широко распространены на территории Узбекистана, что обеспечивает доступность сырья для практического использования и возможность промышленной заготовки.

Недостаточная изученность – антиоксидантные свойства композиций пижмы и хвоща ранее систематически не исследовались. В литературе отсутствуют данные о влиянии соотношения компонентов на антирадикальную активность, о кинетике взаимодействия экстрактов со свободными радикалами, что определяет научную новизну настоящей работы.

Традиционное использование – оба растения издавна применяются в народной медицине, что косвенно свидетельствует об их безопасности и эффективности. Изучение антиоксидантных свойств этих растений может стать научным обоснованием для расширения их применения в официальной медицине.

Метод оценки антиоксидантной активности с использованием стабильного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила (DPPH) был впервые предложен Маршаллом Блуа в 1958 году [Blois, 1958]. В своей основополагающей работе Блуа показал, что DPPH• является стабильным свободным радикалом, который может быть использован для изучения антиоксидантных свойств различных соединений, включая аминокислоты, витамины и фенольные соединения. С тех пор метод претерпел множество модификаций, но сохранил свою популярность благодаря простоте, надежности и информативности.

Принцип метода заключается в способности антиоксидантов восстанавливать стабильный радикал DPPH•, который в окисленной форме имеет интенсивную фиолетовую окраску с максимумом поглощения при длине волны 517 нм. При взаимодействии с соединениями, способными отдавать атом водорода или электрон (антиоксидантами), DPPH• восстанавливается до дифенилпикрилгидразина, который имеет желтую окраску. Степень обесцвечивания раствора, регистрируемая спектрофотометрически, пропорциональна количеству и активности антиоксидантов в исследуемом образце [Molyneux, 2004].

Реакция между DPPH• и антиоксидантом (AH) может быть представлена следующим уравнением:

$$DPPH\bullet\ (\text{фиолетовый}) + AH \rightarrow DPPH\text{-}H\ (\text{желтый}) + A\bullet$$

где AH – молекула антиоксиданта, способная отдавать атом водорода. Образующийся радикал A• стабилизируется за счет резонансных структур и не инициирует дальнейшие цепные реакции. В случае фенольных соединений, являющихся основными антиоксидантами растительных экстрактов, механизм реакции включает перенос атома водорода от гидроксильной группы фенола к DPPH• с образованием семихинонного радикала, который затем димеризуется или взаимодействует с другими радикалами [Prior et al., 2005].

К основным преимуществам DPPH-теста относятся: **Простота выполнения** – метод не требует сложного оборудования и длительной пробоподготовки; **Быстрота анализа** – продолжительность одного измерения составляет 30-60 минут; **Высокая воспроизводимость** – при стандартизации условий результаты хорошо воспроизводятся в разных лабораториях; **Стабильность реагента** – DPPH устойчив в растворе при соблюдении условий хранения; **Универсальность** – метод применим для анализа как гидрофильных, так и липофильных антиоксидантов; **Экономичность** – не требует использования дорогостоящих реагентов и расходных материалов; **Возможность автоматизации** – метод легко адаптируется для высокопроизводительного скрининга [Sharma & Bhat, 2009].

При интерпретации результатов DPPH-теста необходимо учитывать его ограничения: Метод измеряет только способность соединений отдавать атом водорода или электрон, что не полностью характеризует их антиоксидантный потенциал в сложных биологических системах; Окрашенные компоненты растительных экстрактов могут вносить вклад в поглощение при 517 нм, что требует проведения контрольных измерений; Результаты могут зависеть от условий проведения анализа (концентрация DPPH, время инкубации, тип растворителя, pH среды), что подчеркивает необходимость стандартизации методики; Метод не позволяет идентифицировать конкретные соединения, отвечающие за антиоксидантную активность; Некоторые антиоксиданты могут реагировать с DPPH• медленно, что требует увеличения времени инкубации [Prior et al., 2005].

Цель настоящей работы заключается в оптимизации условий DPPH-теста для оценки антирадикальной активности спиртовых и водных экстрактов смесей *Tanacetum vulgare* L. и *Equisetum arvense* L. при различных соотношениях компонентов и проведении валидации разработанной методики.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

Подобрать оптимальные параметры экстракции растительного сырья (тип экстрагента, метод экстракции, время), обеспечивающие максимальное извлечение соединений с антиоксидантной активностью.

Определить оптимальные условия проведения DPPH-теста (концентрация рабочего раствора, длина волны, время инкубации, интервалы измерений, диапазон объемов экстракта).

Оценить валидационные характеристики разработанной методики: линейность, чувствительность, воспроизводимость (прецизионность) и специфичность.

Провести сравнительный анализ антиоксидантной активности спиртовых и водных экстрактов исследуемых растений для выявления наиболее эффективного типа экстрагента.

Разработать стандартизированный протокол DPPH-теста, пригодный для дальнейшего систематического изучения антиоксидантных свойств композиций пижмы и хвоща.

Объектами исследования служили надземные части пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) и хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.). Сбор сырья проводили в период цветения растений (июль-август 2024 года) в Бостанлыкском районе Ташкентской области Республики Узбекистан (координаты: 41°45' с.ш., 70°05' в.д., высота над уровнем моря 1100-1200 м). Район сбора характеризуется предгорным рельефом с умеренно-континентальным климатом.

Для пижмы собирали цветочные корзинки в фазе начала цветения, срезая их на расстоянии 20-25 см от верхушки. Для хвоща собирали летние вегетативные побеги зеленого цвета. Сбор проводили в сухую погоду, в утренние часы после высыхания росы.

Собранное сырье очищали от посторонних примесей, поврежденных частей и посторонних растений. Сушку проводили воздушно-теневым способом в хорошо проветриваемом помещении, защищенном от прямых солнечных лучей, при температуре 25-30°C. Сырье раскладывали тонким слоем на бумаге и периодически перемешивали для равномерного высыхания. Продолжительность сушки составляла 7-10 дней до достижения воздушно-сухого состояния (остаточная влажность не более 10-12%).

Высушенное сырье измельчали на лабораторной мельнице до частиц размером 2-3 мм.

Измельченное сырье помещали в бумажные пакеты и хранили в сухом, защищенном от света месте при комнатной температуре до проведения анализа. Срок хранения не превышал 3 месяцев.

Для исследования готовили смеси пижмы и хвоща в следующих массовых соотношениях: 1:1 (равные части пижмы и хвоща); 1:3 (одна часть пижмы и три части хвоща); 3:1 (три части пижмы и одна часть хвоща). Смеси тщательно гомогенизировали для обеспечения равномерного распределения компонентов.

В работе использовали следующие реагенты: 2,2-дифенил-1-пикрилгидразил (DPPH), чистота ≥95%, производитель "Sigma-Aldrich" (США); Этанол 96% (ч.д.а.), производитель "Ташкентский завод химических реактивов" (Узбекистан); Вода дистиллированная, полученная на аппарате ДЭ-4 (Россия). Все реагенты использовали без дополнительной очистки.

В работе использовали следующее оборудование: Спектрофотометр YOKE K7000 (Китай) с диапазоном длин волн 190-1100 нм; Ультразвуковая ванна "Sapphire" (Китай) с рабочей частотой 35 кГц и мощностью 100 Вт; Аналитические весы "Shimadzu AUX-220" (Япония) с точностью 0.0001 г; Шприцевые фильтры с диаметром пор 0.45 мкм (Китай); Кварцевые кюветы с длиной оптического пути 10 мм и объемом 4 мл; Мерные колбы класса А объемом 100 мл; Пипетки переменного объема (10-100 мкл и 100-1000 мкл); Лабораторная мельница "IKA A11 basic" (Германия); Мембранный вакуумный насос.

Для приготовления экстрактов точную навеску (1.0000 ± 0.0005 г) растительной смеси помещали в коническую колбу объемом 100 мл. В качестве экстрагентов использовали: 96% этанол (для получения спиртовых экстрактов); Дистиллированную воду (для получения водных экстрактов). Выбор экстрагентов обусловлен необходимостью сравнительного анализа эффективности извлечения антиоксидантных соединений полярными (вода) и менее полярными (этанол) растворителями.

В колбу с навеской приливали 25 мл соответствующего экстрагента. Соотношение сырье : экстрагент составляло 1 : 25 (масса/объем). Экстракцию проводили в ультразвуковой ванне при комнатной температуре. Ультразвуковая обработка позволяет интенсифицировать процесс экстракции за счет кавитационных эффектов, разрушающих клеточные стенки и способствующих более полному извлечению биологически активных соединений [Vinatoru, 2001].

Продолжительность ультразвуковой обработки составляла 20 минут. Предварительными экспериментами было установлено, что увеличение времени экстракции более 20 минут не

приводит к значимому повышению выхода экстрактивных веществ. После завершения экстракции полученные извлечения фильтровали через шприцевой фильтр с диаметром пор 0.45 мкм для удаления взвешенных частиц и обеспечения стерильности. Фильтрат собирали в чистые стеклянные пробирки с герметичными крышками.

Предварительные эксперименты показали, что спиртовые экстракты исследуемых растений обладают высокой антиоксидантной активностью и при добавлении в объеме 100 мкл вызывают почти полное обесцвечивание DPPH-раствора, что выходит за пределы линейного диапазона метода. В связи с этим спиртовые экстракты перед анализом разбавляли 96% этанолом в 10 раз. Водные экстракты анализировали без разбавления.

Расчет навески DPPH проводили по формуле:

$$m = C \times M \times V$$

где m – масса навески (г), C – требуемая концентрация (моль/л), M – молярная масса DPPH (394.32 г/моль), V – объем раствора (л). Для приготовления 100 мл 7.92 мМ раствора DPPH требовалось: m = 0.00792 моль/л × 394.32 г/моль × 0.1 л = 0.3123 г

Концентрация рабочего раствора DPPH составляла 7.92 мМ в этаноле. Данная концентрация была выбрана на основе литературных данных [Gulcin et al., 2005; Askarov et al., 2024] и обеспечивает оптимальные значения оптической плотности (0.8-1.2 ед.) при длине волны 517 нм. Точную навеску DPPH (около 0.3123 г) количественно переносили в мерную колбу объемом 100 мл, растворяли в небольшом количестве этанола, доводили объем до метки этанолом и тщательно перемешивали до полного растворения.

Приготовленный раствор DPPH защищали от света алюминиевой фольгой и выдерживали при комнатной температуре в темноте в течение 30 минут для стабилизации и установления равновесной концентрации радикала. Для контроля стабильности рабочего раствора измеряли оптическую плотность контрольного образца (3 мл DPPH + 100 мкл этанола) при 517 нм в начале и в конце каждой серии измерений. Раствор считали стабильным, если изменение оптической плотности не превышало 5% за время проведения анализа.

В кварцевую кювету объемом 4 мл вносили 3 мл рабочего раствора DPPH и 100 мкл соответствующего экстрагента (96% этанол для спиртовых экстрактов или дистиллированная вода для водных экстрактов). Содержимое кюветы тщательно перемешивали и помещали в спектрофотометр. Измеряли оптическую плотность при длине волны 517 нм в динамике через каждые 5 минут в течение 30 минут. Контрольный образец служил для определения исходной оптической плотности D_1, используемой в расчетах AOF%. В кварцевую кювету вносили 3 мл рабочего раствора DPPH и 25, 50, 75 или 100 мкл исследуемого экстракта (спиртового или водного, разбавленного или неразбавленного в зависимости от типа). Общий объем реакционной смеси доводили до 3.1 мл добавлением соответствующего экстрагента. Содержимое кюветы тщательно перемешивали и немедленно начинали измерение.

Реакционную смесь инкубировали при комнатной температуре (20-22°C) в темноте в течение всего времени измерения. Защита от света необходима для предотвращения фотолиза DPPH и побочных фотохимических реакций. Оптическую плотность измеряли на спектрофотометре YOKE K7000 при длине волны 517 нм непосредственно после добавления экстракта (время 0 мин), а затем через каждые 5 минут в течение 30 минут (5, 10, 15, 20, 25 и 30 мин). Каждое измерение проводили в трехкратной повторности (n=3).

Антиоксидантную активность (AOF%) рассчитывали по формуле:

$$AOF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \times 100\%$$

где: D_1 – оптическая плотность контрольного образца (3 мл DPPH + 100 мкл экстрагента) в соответствующий момент времени; D_2 – оптическая плотность опытного образца (3 мл DPPH + экстракт) в соответствующий момент времени. Расчет проводили для каждой временной точки отдельно.

Валидацию разработанной методики проводили в соответствии с рекомендациями ICH (International Conference on Harmonization) по валидации аналитических методик [ICH Q2(R1), 2005]. Для оценки линейности строили калибровочные кривые зависимости AOF% от объема добавленного экстракта для каждой временной точки. Линейность оценивали по величине коэффициента детерминации (R^2), который должен быть не менее 0.98. Уравнение линейной регрессии рассчитывали методом наименьших квадратов. Чувствительность методики оценивали по минимальному объему экстракта, при котором наблюдается достоверное (статистически значимое) отличие AOF% от нулевого значения. Критерием служило отношение сигнал/шум > 3. Воспроизводимость оценивали по результатам трех параллельных измерений для каждого образца при каждом объеме. Рассчитывали среднее значение AOF%, стандартное отклонение (SD) и относительное стандартное отклонение.

Специфичность методики оценивали путем измерения собственного поглощения экстрактов при длине волны 517 нм без добавления DPPH. Для этого в кювету вносили 3 мл соответствующего экстрагента и 25-100 мкл экстракта и измеряли оптическую плотность. Вклад собственного поглощения считали незначимым, если он не превышал 5% от оптической плотности контрольного образца D_1. Все эксперименты проводили в трех повторностях (n=3). Результаты представлены как среднее арифметическое значение ± стандартное отклонение (mean ± SD). Статистическую обработку данных проводили с использованием программного обеспечения Microsoft Excel 2019 и OriginPro 2021. Для построения графиков и калибровочных кривых использовали программу OriginPro 2021.

Высушенное и измельченное растительное сырье пижмы обыкновенной представляло собой частицы желто-зеленого цвета с характерным камфорным запахом. Выход экстрактивных веществ при экстракции этанолом составлял 18.3 ± 1.2%, при экстракции водой – 15.7 ± 1.1%. Сырье хвоща полевого представляло собой частицы серо-зеленого цвета, без запаха. Выход экстрактивных веществ при экстракции этанолом составлял 12.5 ± 0.9%, при экстракции водой – 16.8 ± 1.3%. Спиртовые экстракты всех исследованных образцов имели более интенсивную зеленовато-желтую окраску по сравнению с водными экстрактами, которые были бледно-желтыми. Это косвенно указывает на более полное извлечение пигментов и фенольных соединений этанолом.

Сравнительный анализ спиртовых и водных экстрактов показал, что спиртовые экстракты обладают значительно более высокой антиоксидантной активностью. Так, при добавлении 100 мкл неразбавленного спиртового экстракта смеси 3:1 AOF% через 30 минут составлял 92.4 ± 3.8%, что приводило к практически полному обесцвечиванию DPPH-раствора и выходило за пределы линейного диапазона. В связи с этим для корректного измерения все спиртовые экстракты разбавляли в 10 раз. Водные экстракты при том же объеме (100 мкл неразбавленного) давали значения AOF% в диапазоне 11-15%, что хорошо укладывалось в линейный диапазон. Предварительными экспериментами установлено, что увеличение продолжительности ультразвуковой обработки с 10 до 20 минут приводит к увеличению AOF% на 12-15% для всех образцов. Дальнейшее увеличение времени экстракции до 30 минут не давало статистически значимого прироста активности ($p > 0.05$). Время экстракции 20 минут было выбрано как оптимальное, обеспечивающее максимальное извлечение антиоксидантных соединений.

Таблица 1. Оптическая плотность контрольного образца D_1 при 517 нм в динамике (mean ± SD, n=3)

Время, мин	Оптическая плотность (D_1)	Отклонение от исходной, %
0	1.055 ± 0.008	0.00
5	1.052 ± 0.009	-0.28
10	1.048 ± 0.007	-0.66
15	1.045 ± 0.008	-0.95
20	1.041 ± 0.009	-1.33
25	1.037 ± 0.010	-1.71
30	1.032 ± 0.009	-2.18

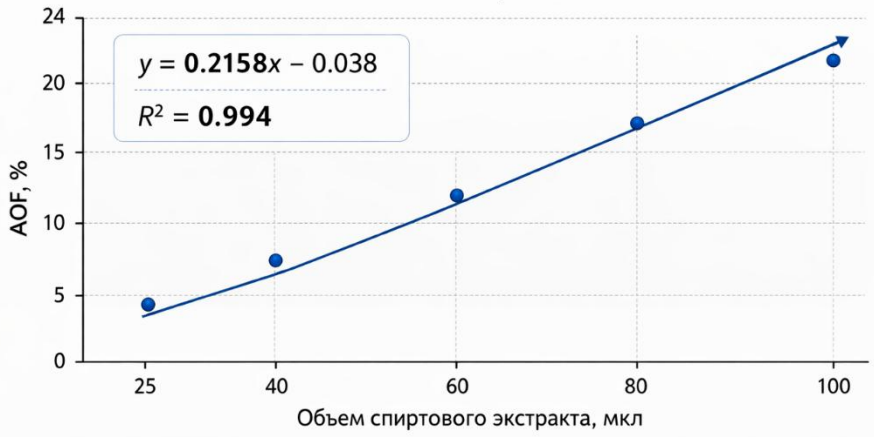
Как видно из представленных данных, оптическая плотность контрольного образца незначительно снижалась в течение 30 минут инкубации. Суммарное снижение к 30-й минуте составило 2.18%, что не превышает 5% и свидетельствует о достаточной стабильности рабочего раствора DPPH в условиях эксперимента. Небольшое снижение оптической плотности может быть связано с частичной деградацией DPPH под действием света (несмотря на защиту фольгой) или с взаимодействием со следами воды в растворителе.

Линейность методики оценивали путем построения калибровочных кривых зависимости AOF% от объема добавленного экстракта для каждого типа экстракта и каждого соотношения компонентов.

Таблица 2. Значения AOF% для разных объемов спиртового экстракта смеси пижма:хвощ 3:1 (30 мин инкубации, mean ± SD, n=3)

Объем экстракта, мкл	AOF%, %
25	5.31 ± 0.21
50	10.52 ± 0.35
75	16.59 ± 0.48
100	21.33 ± 0.62

Рисунок 1. Калибровочная кривая зависимости AOF% от объема спиртового экстракта смеси пижма:хвощ 3:1 (30 мин инкубации)



Для всех исследованных образцов значения R^2 находились в диапазоне **0.982–0.996**, что превышает установленный критерий (R^2 > **0.98**) и подтверждает линейность методики во всем исследуемом диапазоне объемов (**25–100 мкл**).

Минимальный детектируемый объем экстракта, при котором наблюдалось достоверное отличие AOF% от нулевого значения (сигнал/шум > 3), составлял 25 мкл. При этом объеме значения AOF% для всех образцов превышали 2%, что значительно выше уровня шума.

Таблица 3. Значения AOF% при минимальном объеме (25 мкл) для различных экстрактов (30 мин инкубации)

Экстракт	AOF% при 25 мкл, %
1:1 спиртовой	3.79 ± 0.18
1:3 спиртовой	3.51 ± 0.15
3:1 спиртовой	5.31 ± 0.21
1:1 водный	3.13 ± 0.14
1:3 водный	2.46 ± 0.12
3:1 водный	3.41 ± 0.16

Воспроизводимость оценивали по результатам трех параллельных измерений для каждого образца. В качестве примера приведены данные для спиртового экстракта смеси 3:1.

Таблица 4. Результаты трех параллельных измерений AOF% для спиртового экстракта смеси пижма:хвощ 3:1 (30 мин инкубации)

Объем, мкл	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее	SD	RSD, %
25	май.31	май.48	май.15	май.31	0.17	март.20
50	окт.52	окт.81	окт.23	окт.52	0.29	февр.76
75	16.59	16.98	16.20	16.59	0.39	февр.35
100	21.33	21.78	20.89	21.33	0.45	02.нояб

Как видно из таблицы, значения RSD для всех объемов не превышали 5%, что свидетельствует о хорошей воспроизводимости разработанной методики. Аналогичные результаты получены для всех исследованных образцов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В результате проведенных исследований оптимизированы условия DPPH-теста для оценки антирадикальной активности спиртовых и водных экстрактов пижмы обыкновенной (*Tanacetum vulgare* L.) и хвоща полевого (*Equisetum arvense* L.). Установлены оптимальные параметры: концентрация DPPH 7.92 мМ в этаноле, длина волны 517 нм, время инкубации 30 минут с интервалом измерений 5 минут, диапазон объемов экстракта 25-100 мкл. Показана необходимость предварительного разбавления спиртовых экстрактов в 10 раз для обеспечения линейности в исследуемом диапазоне. Определены оптимальные условия экстракции растительного сырья: ультразвуковая экстракция в течение 20 минут при комнатной температуре с использованием двух типов экстрагентов – 96% этанола и дистиллированной воды. Установлено, что спиртовые экстракты обладают более высокой антиоксидантной активностью по сравнению с водными, что обусловлено лучшей экстракцией фенольных соединений этанолом. Проведена валидация разработанной методики по показателям линейности, чувствительности, воспроизводимости и специфичности: Линейность методики подтверждена высокими значениями коэффициента детерминации ($R^2 > 0.98$) для всех исследованных образцов. Чувствительность методики достаточна для анализа даже слабоактивных экстрактов (минимальный детектируемый объем 25 мкл, AOF% > 2%). Воспроизводимость методики характеризуется низкими значениями относительного стандартного отклонения (RSD < 5%), что подтверждает надежность протокола. Специфичность методики подтверждена незначительным вкладом собственного поглощения экстрактов (менее 2.5%) в общий сигнал. Установлена высокая стабильность рабочего раствора DPPH в условиях эксперимента (снижение оптической плотности за 30 минут не превышает 2.18%), что обеспечивает достоверность получаемых результатов. Разработанная и валидированная

методика DPPH-теста создает методологическую основу для дальнейшего систематического изучения антиоксидантных свойств композиций пижмы обыкновенной и хвоща полевого, включая анализ зависимости активности от соотношения компонентов, сравнительное исследование спиртовых и водных экстрактов, кинетический анализ, расчет IC_{50} и разработку практических рекомендаций. Предложенный протокол может быть рекомендован для скрининговой оценки антирадикальной активности других лекарственных растений флоры Узбекистана, а также для стандартизации и контроля качества фитопрепаратов и биологически активных добавок.

Литературы

1. Blois, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200.
2. Gulcin, I., Beydemir, S., Sat, I.G., Kufrevioglu, O.I. Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Alimentaria Hung, 2005, 34, 193–202.
3. Askarov I.R., Muminov M.M., Yusupov M.A. Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, 173-177.
4. Askarov, I.R., Abdullaev, S.S., Mamatkulova, S.A., & Abdulloev, O.S. Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common unabi fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 2024, 3(3), 179–205. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320
5. Halliwell, B. Biochemistry of oxidative stress. Biochemical Society Transactions, 2007, 35(5), 1147-1150.
6. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacognosy Reviews, 2010, 4(8), 118-126.
7. Pisoschi, A.M., Pop, A., Cimpeanu, C., Predoi, G. Antioxidant capacity determination in plants and plant-derived products: A review. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2016, 2016, 9130976.
8. Williams, R.J., Spencer, J.P., Rice-Evans, C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? Free Radical Biology and Medicine, 2004, 36(7), 838-849.
9. Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biology and Medicine, 1996, 20(7), 933-956.
10. Bail, S., Buchbauer, G., Jirovetz, L., et al. Antimicrobial activities of essential oils of Tanacetum vulgare L. and their main constituents. Journal of Essential Oil Research, 2008, 20(4), 372-377.
11. Ivănescu, B., Tuchiluș, C., Corciovă, A., et al. Antioxidant and antimicrobial potential of Tanacetum vulgare L. extracts. Farmacia, 2018, 66(3), 456-461.
12. Бубенчикова, В.Н., Кондратова, Ю.А., Бубенчиков, Р.А. Изучение фенольных соединений пижмы обыкновенной. Химия растительного сырья, 2019, (3), 115-122.
13. Holzapfel, C.E., Lechte, M., Griessmeier, G. Silicon in plants: A review. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2009, 172(4), 455-465.
14. Mimica-Dukić, N., Simin, N., Cvejić, J., et al. Phenolic compounds in Equisetum arvense L. and their antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(15), 6630-6636.
15. Stajner, D., Popović, B.M., Čanadanović-Brunet, J., et al. Antioxidant and scavenging activities of Equisetum arvense L. extracts. Journal of the Serbian Chemical Society, 2009, 74(1), 21-31.
16. Nagai, T., Myoda, T., Nagashima, T. Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (Equisetum arvense L.). Food Chemistry, 2005, 91(3), 389-394.
17. Канарская, З.А., Канарский, А.В., Семакина, Н.В. Исследование антиоксидантной активности экстрактов хвоща полевого. Вестник Казанского технологического университета, 2017, 20(14), 151-154.
18. Ходжиматов, М. Дикорастущие лекарственные растения Узбекистана. Ташкент: Медицина, 1989, 256 с.
19. Государственная фармакопея СССР. XI издание, выпуск 2. М.: Медицина, 1990, 400 с.

20. Molyneux, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 2004, 26(2), 211-219.
21. Prior, R.L., Wu, X., Schaich, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(10), 4290-4302.
22. Sharma, O.P., Bhat, T.K. DPPH antioxidant assay revisited. Food Chemistry, 2009, 113(4), 1202-1205.
23. Mishra, K., Ojha, H., Chaudhury, N.K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. Food Chemistry, 2012, 130(4), 1036-1043.
24. ICH Harmonised Tripartite Guideline. Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology Q2(R1). International Conference on Harmonisation, 2005.
25. Vinatoru, M. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. Ultrasonics Sonochemistry, 2001, 8(3), 303-313.
26. Müller, L., Fröhlich, K., Böhm, V. Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay (αTEAC), DPPH assay and peroxyl radical scavenging assay. Food Chemistry, 2011, 129(1), 139-148.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

OPTIMIZATION OF THE DPPH METHOD FOR THE EVALUATION OF ANTIRADICAL ACTIVITY OF PLANTS

Akmaljon N. Askarov
Andijan State Medical Institute 2nd-year Master's student in "Pharmaceutical Chemistry and Pharmacognosy"
https://orcid.org/0009-0001-4654-1094
E-mail: asqarov2541@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.604

Keywords: DPPH assay, antioxidant activity, common tansy (Tanacetum vulgare L.), field horsetail (Equisetum arvense L.), method validation, ultrasound extraction, spectrophotometry, free radicals, flavonoids, phenolic compounds

Annotation

This study is devoted to the optimization and validation of the DPPH method for the evaluation of antiradical activity of plant compositions. The optimal analytical parameters, including DPPH concentration, measurement wavelength, incubation time, and extract volume range, were determined. The main validation characteristics of the method — linearity, sensitivity, precision, and specificity — were assessed. The results confirm that the DPPH assay is a reliable and reproducible tool for determining the antiradical activity of plant extracts. The proposed approach can be applied for the standardization of phytocompositions and screening of natural antioxidants.

How to Cite

Askarov, A. N. OPTIMIZATION OF THE DPPH METHOD FOR THE EVALUATION OF ANTIRADICAL ACTIVITY OF PLANTS. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.604

Oxidative stress represents a state of imbalance between the production of reactive oxygen species (ROS) and the ability of biological systems to neutralize them and repair the resulting damage. Under physiological conditions, ROS perform important signaling functions and participate in protective mechanisms of the organism. However, excessive activation of free radical processes or insufficiency of antioxidant defense leads to the development of oxidative stress, which is considered a universal pathogenetic mechanism of many diseases [Halliwell, 2007]. Free radicals, including the superoxide anion radical ($O_2^{\bullet -}$), hydroxyl radical (•OH), hydrogen peroxide (H_2O_2), and others, are capable of damaging membrane lipids, proteins, nucleic acids, and other macromolecules. This results in disruption of the structure and function of cells, tissues, and organs. Oxidative stress plays a key role in the pathogenesis of diseases such as atherosclerosis, ischemic heart disease, arterial hypertension, diabetes mellitus, neurodegenerative disorders (Alzheimer's disease, Parkinson's disease), oncological diseases, as well as in processes of premature aging [Lobo et al., 2010].

In this regard, the search for effective and safe natural antioxidants is one of the priority tasks of modern pharmacy, medicine, and the food industry. Plants represent a unique source of biologically active compounds with antioxidant properties. During evolution, plants have developed complex defense mechanisms against oxidative stress by synthesizing a wide spectrum of secondary metabolites capable of neutralizing free radicals. Among these compounds, phenolic acids, flavonoids, tannins, carotenoids, vitamins, and other components are of particular importance, as they may be used in the development of medicinal products, dietary supplements, and functional foods [Pisoschi et al., 2016].

Common tansy (*Tanacetum vulgare L.*) is a perennial herbaceous plant of the Asteraceae family, widely distributed in the temperate climatic zone of Eurasia. In Uzbekistan, it grows in foothill and mountainous areas, along rivers and canals, in meadows, and as a roadside weed. The plant reaches a height of 50–150 cm and is characterized by bright yellow corymbose inflorescences and pinnately dissected leaves. It flowers in July–August, and the fruits ripen in August–September [Khodzhimatov, 1989].

The chemical composition of common tansy is rich and diverse. The main groups of biologically active compounds include: Flavonoids — luteolin, apigenin, quercetin, kaempferol, and their glycosides. These compounds exhibit pronounced antioxidant activity, the ability to chelate transition metal ions, and to inhibit enzymes involved in free radical processes [Williams et al., 2004]. Phenolic acids — chlorogenic, caffeic, ferulic, and protocatechuic acids. These compounds are effective free radical scavengers and demonstrate synergistic effects with flavonoids [Rice-Evans et al., 1996]. Essential oil (1.5–2%) — containing thujone (up to 70%), camphor, borneol, pinene, and limonene. Components of the essential oil also possess antioxidant properties, although their main biological activity is associated with antimicrobial and anti-inflammatory effects [Bail et al., 2008]. Sesquiterpene lactones — tanacetin, artemabsin, and tavulin. These compounds are responsible for the bitterness of the plant and exhibit anti-inflammatory activity. Tannins (up to 8%) — possess astringent and antioxidant properties. Carotenoids and ascorbic acid — enhance the overall antioxidant potential of the plant. Common tansy has long been used in folk and official medicine as a choleretic, anti-inflammatory, antispasmodic, anthelmintic, and wound-healing agent. Tansy preparations are used in diseases of the liver and biliary tract, in gastritis with low acidity, in enterocolitis, and externally for the treatment of purulent wounds and ulcers [State Pharmacopoeia of the USSR, 1990].

The antioxidant activity of tansy has been investigated in several studies. Ivănescu et al. (2018) demonstrated that tansy extracts possess a pronounced ability to inhibit the DPPH radical, which correlates with a high content of phenolic compounds. Studies by Bubenchikova et al. (2019) confirmed the presence of significant amounts of flavonoids and phenolic acids in the aerial parts of tansy, determining its antiradical properties. Field horsetail (*Equisetum arvense L.*) is a perennial spore-bearing herbaceous plant of the Equisetaceae family with cosmopolitan distribution. In Uzbekistan, it is found in river floodplains, moist meadows, along irrigation canals, in fields, and as a weed. A distinctive feature of horsetail is the presence of two types of shoots: spring fertile (spore-bearing) shoots and summer sterile (vegetative) shoots; for medicinal purposes, the summer shoots are used [Khodzhimatov, 1989].

The chemical composition of field horsetail is characterized by a unique combination of biologically active compounds: Silicon compounds (up to 10% calculated on dry weight basis) — mainly represented by water-soluble forms of silicic acid and organosilicon compounds. Silicon plays an important role in connective tissue metabolism, stimulates collagen and elastin synthesis, and participates in mineral metabolism [Holzapfel et al., 2009]. Flavonoids — isoquercitrin, kaempferol-3-sophoroside, luteolin-7-glycoside, apigenin-5-glycoside, and equisetrin. Horsetail flavonoids exhibit pronounced antioxidant, anti-inflammatory, and capillary-protective activities [Mimica-Dukić et al., 2008]. Phenolic acids — caffeic, ferulic, chlorogenic, and vanillic acids. These compounds enhance the antioxidant potential of the plant and demonstrate synergistic effects with flavonoids. Saponins (up to 5%) — equisetonin and other triterpene saponins with diuretic and anti-inflammatory effects. Alkaloids (in small amounts) — nicotine, palustrine, and equisetin. Organic acids — malic, citric, oxalic, and aconitic acids. Mineral substances — in addition to silicon, the plant contains potassium, calcium, magnesium, iron, manganese, zinc, and copper.

Field horsetail (*Equisetum arvense L.*) is widely used in official and traditional medicine as a diuretic, hemostatic, anti-inflammatory, and general tonic agent. Horsetail preparations are used in edema of cardiac and renal origin, in cystitis and urethritis, in pulmonary tuberculosis, and externally for the treatment of wounds and ulcers [State Pharmacopoeia of the USSR, 1990].

The antioxidant activity of field horsetail has been confirmed by numerous studies. Stajner et al. (2009) demonstrated that horsetail extracts effectively inhibit the DPPH radical and possess metal ion chelating ability. Nagai et al. (2005) attributed the antioxidant properties of horsetail to its high content of

flavonoids and phenolic acids. In studies by Kanarskaya et al. (2017), a correlation was established between the total phenolic content and the antiradical activity of field horsetail extracts.

The selection of common tansy (*Tanacetum vulgare L.*) and field horsetail (*Equisetum arvense L.*) as research objects was determined by the following factors:

Presence of antioxidant compounds — both plants contain significant amounts of flavonoids and phenolic acids, which are effective free radical scavengers. The total phenolic content in common tansy reaches 8–10%, while in horsetail it ranges from 5–7% [Ivănescu et al., 2018; Stajner et al., 2009].

Complementary chemical composition — common tansy is rich in flavonoids (luteolin, apigenin) and essential oils, whereas horsetail contains silicon compounds and specific flavonoids (isoquercitrin, equisetrin). The combination of these plants may provide synergistic enhancement of antioxidant effects due to the complementary action of different groups of biologically active compounds.

Availability of raw materials — both plants are widely distributed in the territory of Uzbekistan, ensuring accessibility of raw materials for practical use and the possibility of industrial harvesting.

Insufficient prior study — the antioxidant properties of tansy and horsetail compositions have not been systematically investigated previously. The literature lacks data on the influence of component ratios on antiradical activity and on the kinetics of interaction between extracts and free radicals, which determines the scientific novelty of the present work.

Traditional use — both plants have long been used in folk medicine, indirectly indicating their safety and effectiveness. Investigation of their antioxidant properties may provide a scientific basis for expanding their application in official medicine.

The method for evaluating antioxidant activity using the stable radical 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) was first proposed by Marshall Blois in 1958 [Blois, 1958]. In his seminal work, Blois demonstrated that DPPH• is a stable free radical that can be used to study the antioxidant properties of various compounds, including amino acids, vitamins, and phenolic compounds. Since then, the method has undergone numerous modifications but has retained its popularity due to its simplicity, reliability, and informative value.

The principle of the method is based on the ability of antioxidants to reduce the stable radical DPPH•, which in its oxidized form exhibits an intense violet color with a maximum absorption at 517 nm. Upon interaction with compounds capable of donating a hydrogen atom or an electron (antioxidants), DPPH• is reduced to diphenylpicrylhydrazine, which has a yellow color. The degree of discoloration of the solution, recorded spectrophotometrically, is proportional to the amount and activity of antioxidants in the tested sample [Molyneux, 2004].

The reaction between DPPH• and an antioxidant (AH) can be represented by the following equation:

DPPH• (violet) + AH → DPPH-H (yellow) + A•

where AH is an antioxidant molecule capable of donating a hydrogen atom. The resulting radical A• is stabilized by resonance structures and does not initiate further chain reactions. In the case of phenolic compounds, which are the main antioxidants in plant extracts, the reaction mechanism involves the transfer of a hydrogen atom from the phenolic hydroxyl group to DPPH•, forming a semiquinone radical that subsequently dimerizes or interacts with other radicals [Prior et al., 2005].

The main advantages of the DPPH assay include: simplicity of performance — the method does not require complex equipment or lengthy sample preparation; rapid analysis — a single measurement takes 30–60 minutes; high reproducibility — when conditions are standardized, results are well reproduced across laboratories; reagent stability — DPPH is stable in solution under proper storage conditions; versatility — the method is applicable to both hydrophilic and lipophilic antioxidants; cost-effectiveness — it does not require expensive reagents or consumables; and the possibility of automation — the method can be easily adapted for high-throughput screening [Sharma & Bhat, 2009].

When interpreting the results of the DPPH assay, its limitations should be considered: the method measures only the ability of compounds to donate a hydrogen atom or an electron, which does not fully characterize their antioxidant potential in complex biological systems; colored components of plant extracts

may contribute to absorption at 517 nm, requiring appropriate control measurements; results may depend on analysis conditions (DPPH concentration, incubation time, solvent type, medium pH), emphasizing the need for method standardization; the method does not allow identification of specific compounds responsible for antioxidant activity; and some antioxidants may react slowly with DPPH•, requiring extended incubation time [Prior et al., 2005].

The aim of the present study was to optimize the conditions of the DPPH assay for evaluating the antiradical activity of alcoholic and aqueous extracts of mixtures of *Tanacetum vulgare L.* (common tansy) and *Equisetum arvense L.* (field horsetail) at different component ratios, and to validate the developed methodology.

To achieve this aim, the following objectives were addressed:

To select optimal parameters for plant material extraction (type of extractant, extraction method, and extraction time) ensuring maximum recovery of antioxidant-active compounds.

To determine optimal conditions for performing the DPPH assay (working solution concentration, wavelength, incubation time, measurement intervals, and range of extract volumes).

To evaluate the validation characteristics of the developed method: linearity, sensitivity, reproducibility (precision), and specificity.

To perform a comparative analysis of the antioxidant activity of alcoholic and aqueous extracts of the studied plants in order to identify the most effective extractant type.

To develop a standardized DPPH assay protocol suitable for further systematic investigation of the antioxidant properties of compositions of common tansy and field horsetail.

The objects of the study were the aerial parts of common tansy (*Tanacetum vulgare L.*) and field horsetail (*Equisetum arvense L.*). The plant material was collected during the flowering period (July–August 2024) in the Bostanlyk district of the Tashkent region of the Republic of Uzbekistan (coordinates: 41°45′ N, 70°05′ E; altitude 1100–1200 m above sea level). The collection area is characterized by foothill terrain with a moderately continental climate.

For common tansy, flower heads were collected at the beginning of the flowering phase by cutting them at a distance of 20–25 cm from the top. For field horsetail, green summer vegetative shoots were collected. Harvesting was carried out in dry weather, in the morning hours after the dew had evaporated.

The collected raw material was cleaned of foreign impurities, damaged parts, and other plant materials. Drying was performed by the air-shade method in a well-ventilated room protected from direct sunlight at a temperature of 25–30°C. The plant material was spread in a thin layer on paper and periodically mixed to ensure uniform drying. The drying process lasted 7–10 days until an air-dry state was achieved (residual moisture not exceeding 10–12%). The dried material was ground using a laboratory mill to obtain particles of 2–3 mm in size. The powdered material was placed in paper bags and stored in a dry, light-protected place at room temperature until analysis. The storage period did not exceed 3 months.

For the study, mixtures of common tansy and field horsetail were prepared in the following mass ratios: 1:1 (equal parts of tansy and horsetail); 1:3 (one part tansy and three parts horsetail); 3:1 (three parts tansy and one part horsetail). The mixtures were thoroughly homogenized to ensure uniform distribution of components. The following reagents were used: 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), purity ≥95%, manufacturer “Sigma-Aldrich” (USA); ethanol 96% (analytical grade), manufacturer “Tashkent Chemical Reagents Plant” (Uzbekistan); distilled water obtained using a DE-4 apparatus (Russia). All reagents were used without additional purification.

The following equipment was employed: YOKE K7000 spectrophotometer (China) with a wavelength range of 190–1100 nm; “Sapphire” ultrasonic bath (China) with an operating frequency of 35 kHz and power of 100 W; “Shimadzu AUX-220” analytical balance (Japan) with an accuracy of 0.0001 g; syringe filters with a pore diameter of 0.45 µm (China); quartz cuvettes with an optical path length of 10 mm and a volume of 4 ml; Class A volumetric flasks (100 ml); variable volume pipettes (10–100 µl and 100–1000 µl); “IKA A11 basic” laboratory mill (Germany); membrane vacuum pump. For extract preparation, an accurately weighed portion (1.0000 ± 0.0005 g) of the plant mixture was placed into a 100

ml conical flask. The following extractants were used: 96% ethanol (for alcoholic extracts) and distilled water (for aqueous extracts). The choice of extractants was determined by the need for a comparative analysis of the efficiency of antioxidant compound extraction using polar (water) and less polar (ethanol) solvents.

Twenty-five milliliters of the corresponding extractant were added to the flask containing the weighed sample. The raw material to extractant ratio was 1:25 (w/v). Extraction was performed in an ultrasonic bath at room temperature. Ultrasonic treatment enhances the extraction process due to cavitation effects that disrupt cell walls and promote more complete release of biologically active compounds [Vinatoru, 2001]. The duration of ultrasonic treatment was 20 minutes. Preliminary experiments demonstrated that extending the extraction time beyond 20 minutes did not result in a significant increase in the yield of extractive substances. After completion of extraction, the obtained extracts were filtered through a syringe filter with a pore diameter of 0.45 μm to remove suspended particles and ensure sterility. The filtrate was collected in clean glass test tubes with airtight caps. Preliminary experiments showed that the alcoholic extracts of the studied plants exhibited high antioxidant activity and, when added in a volume of 100 μl, caused almost complete discoloration of the DPPH solution, exceeding the linear range of the method. Therefore, before analysis, alcoholic extracts were diluted 10-fold with 96% ethanol. Aqueous extracts were analyzed without dilution.

The mass of DPPH was calculated using the formula:

$$m = C \times M \times V$$

where m is the mass (g), C is the required concentration (mol/L), M is the molar mass of DPPH (394.32 g/mol), and V is the volume of solution (L).

To prepare 100 ml of a 7.92 mM DPPH solution:

$m = 0.00792$ mol/L × 394.32 g/mol × 0.1 L = 0.3123 g

The concentration of the working DPPH solution was 7.92 mM in ethanol. This concentration was selected based on literature data [Gulcin et al., 2005; Askarov et al., 2024] and provides optimal absorbance values (0.8–1.2 units) at 517 nm. An accurately weighed amount of DPPH (approximately 0.3123 g) was quantitatively transferred into a 100 ml volumetric flask, dissolved in a small amount of ethanol, diluted to volume with ethanol, and thoroughly mixed until complete dissolution.

The prepared DPPH solution was protected from light with aluminum foil and kept at room temperature in the dark for 30 minutes to allow stabilization and establishment of equilibrium radical concentration. To control the stability of the working solution, the absorbance of the control sample (3 ml DPPH + 100 μl ethanol) was measured at 517 nm at the beginning and end of each measurement series. The solution was considered stable if the change in absorbance did not exceed 5% during the analysis period. In a 4 ml quartz cuvette, 3 ml of the working DPPH solution and 100 μl of the corresponding extractant (96% ethanol for alcoholic extracts or distilled water for aqueous extracts) were added. The contents were thoroughly mixed and placed in the spectrophotometer. Absorbance at 517 nm was measured dynamically every 5 minutes over 30 minutes. The control sample was used to determine the initial absorbance D_1 applied in AOF% calculations.

For test samples, 3 ml of the working DPPH solution and 25, 50, 75, or 100 μl of the investigated extract (alcoholic or aqueous, diluted or undiluted depending on type) were added to the quartz cuvette. The total reaction mixture volume was adjusted to 3.1 ml by adding the corresponding extractant. The contents were thoroughly mixed and measurement was started immediately. The reaction mixture was incubated at room temperature (20–22°C) in the dark throughout the measurement period. Protection from light was necessary to prevent DPPH photolysis and secondary photochemical reactions. Absorbance was measured using the YOKE K7000 spectrophotometer at 517 nm immediately after extract addition (time 0 min) and then every 5 minutes for 30 minutes (5, 10, 15, 20, 25, and 30 min). Each measurement was performed in triplicate (n = 3).

Antioxidant activity (AOF%) was calculated using the formula:

$$AOF\% = \frac{D_1 - D_2}{D_1} \times 100\%$$

where: D_1 is the absorbance of the control sample (3 ml DPPH + 100 µl extractant) at the corresponding time point; D_2 is the absorbance of the test sample (3 ml DPPH + extract) at the corresponding time point. Calculations were performed separately for each time point.

Validation of the developed method was carried out in accordance with the ICH (International Conference on Harmonisation) guidelines for validation of analytical procedures [ICH Q2(R1), 2005]. Linearity was assessed by constructing calibration curves of AOF% versus the volume of added extract for each time point. Linearity was evaluated using the coefficient of determination (R^2), which was required to be not less than 0.98. The linear regression equation was calculated using the least squares method. The sensitivity of the method was evaluated based on the minimum extract volume at which a statistically significant difference in AOF% from zero was observed. The acceptance criterion was a signal-to-noise ratio > 3. Reproducibility was assessed from the results of three parallel measurements for each sample at each volume. The mean AOF%, standard deviation (SD), and relative standard deviation (RSD) were calculated.

The specificity of the method was evaluated by measuring the intrinsic absorbance of the extracts at 517 nm without the addition of DPPH. For this purpose, 3 ml of the corresponding extractant and 25–100 µl of extract were added to the cuvette, and absorbance was measured. The contribution of intrinsic absorbance was considered insignificant if it did not exceed 5% of the absorbance of the control sample D_1. All experiments were performed in triplicate (n = 3). Results are presented as mean ± standard deviation (mean ± SD). Statistical data processing was performed using Microsoft Excel 2019 and OriginPro 2021 software. Graphs and calibration curves were constructed using OriginPro 2021. The dried and ground plant material of common tansy (*Tanacetum vulgare L.*) consisted of yellow-green particles with a characteristic camphor-like odor. The yield of extractive substances was 18.3 ± 1.2% with ethanol extraction and 15.7 ± 1.1% with water extraction.

The raw material of field horsetail (*Equisetum arvense L.*) consisted of gray-green particles without odor. The yield of extractive substances was 12.5 ± 0.9% with ethanol extraction and 16.8 ± 1.3% with water extraction. Alcoholic extracts of all studied samples exhibited a more intense greenish-yellow color compared to aqueous extracts, which were pale yellow. This indirectly indicates more efficient extraction of pigments and phenolic compounds by ethanol. A comparative analysis of alcoholic and aqueous extracts showed that alcoholic extracts possess significantly higher antioxidant activity. For example, upon addition of 100 µl of the undiluted alcoholic extract of the 3:1 mixture, AOF% after 30 minutes reached 92.4 ± 3.8%, resulting in almost complete discoloration of the DPPH solution and exceeding the linear range of the method. Therefore, for accurate measurement, all alcoholic extracts were diluted 10-fold.

Aqueous extracts at the same volume (100 µl, undiluted) produced AOF% values in the range of 11–15%, which fit well within the linear range. Preliminary experiments established that increasing the duration of ultrasonic treatment from 10 to 20 minutes led to a 12–15% increase in AOF% for all samples. Further extension of extraction time to 30 minutes did not produce a statistically significant increase in activity ($p > 0.05$). Thus, an extraction time of 20 minutes was selected as optimal, ensuring maximum recovery of antioxidant compounds.

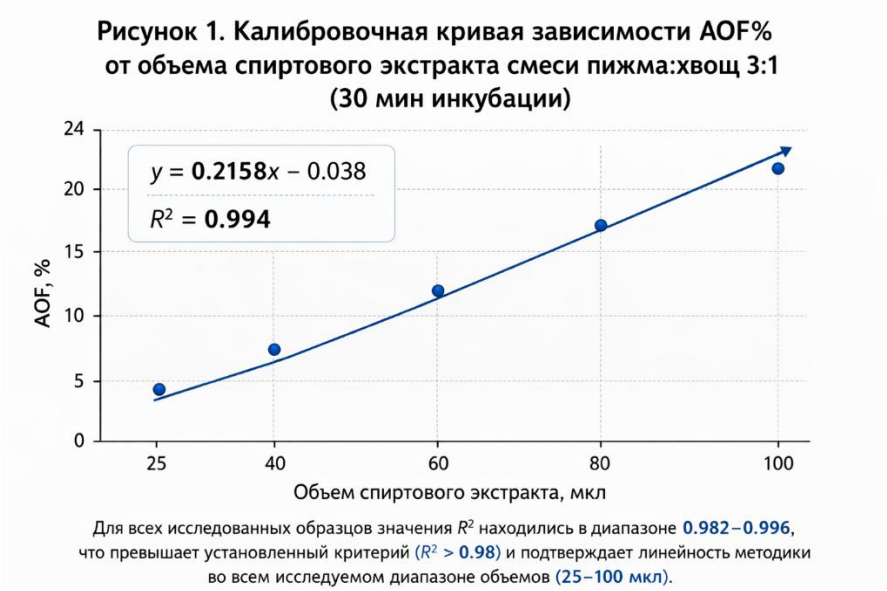
Table 1. Absorbance of the control sample D_1 at 517 nm over time (mean ± SD, n = 3)

Time, min	(D)	Deviation, %
0	1.055 ± 0.008	0.00
5	1.052 ± 0.009	-0.28
10	1.048 ± 0.007	-0.66
15	1.045 ± 0.008	-0.95
20	1.041 ± 0.009	-1.33
25	1.037 ± 0.010	-1.71
30	1.032 ± 0.009	-2.18

As shown by the presented data, the absorbance of the control sample slightly decreased during the 30-minute incubation period. The total decrease by the 30th minute was 2.18%, which does not exceed 5% and indicates sufficient stability of the DPPH working solution under the experimental conditions. The slight decrease in absorbance may be associated with partial degradation of DPPH under light exposure (despite protection with foil) or with interaction with traces of water in the solvent. The linearity of the method was evaluated by constructing calibration curves of AOF% versus the volume of added extract for each extract type and each component ratio.

Table 2. AOF% values for different volumes of the alcoholic extract of the common tansy:field horsetail mixture (3:1) (30 min incubation, mean ± SD, n = 3)

Volume, mkl	AOF%, %
25	5.31 ± 0.21
50	10.52 ± 0.35
75	16.59 ± 0.48
100	21.33 ± 0.62



The minimum detectable extract volume at which a statistically significant difference in AOF% from zero was observed (signal/noise > 3) was 25 µl. At this volume, AOF% values for all samples exceeded 2%, which is substantially above the noise level.

Table 3. AOF% values at the minimum volume (25 µl) for various extracts (30 min incubation)

Extract	AOF% in 25 mkl, %
1:1 alcohol	3.79 ± 0.18
1:3 alcohol	3.51 ± 0.15
3:1 alcohol	5.31 ± 0.21
1:1 water	3.13 ± 0.14
1:3 water	2.46 ± 0.12
3:1 water	3.41 ± 0.16

Reproducibility was evaluated based on three parallel measurements for each sample. As an example, data for the alcoholic extract of the 3:1 mixture are presented.

Table 4. Results of three parallel AOF% measurements for the alcoholic extract of the common tansy:field horsetail mixture (3:1) (30 min incubation)

Объем, мкл	Измерение 1	Измерение 2	Измерение 3	Среднее	SD	RSD, %
25	май.31	май.48	май.15	май.31	0.17	март.20
50	окт.52	окт.81	окт.23	окт.52	0.29	февр.76
75	16.59	16.98	16.20	16.59	0.39	февр.35
100	21.33	21.78	20.89	21.33	0.45	02.нояб

As seen from the table, RSD values for all volumes did not exceed 5%, indicating good reproducibility of the developed method. Similar results were obtained for all investigated samples.

CONCLUSION. As a result of the conducted research, the conditions of the DPPH assay were optimized for evaluating the antiradical activity of alcoholic and aqueous extracts of common tansy (*Tanacetum vulgare L.*) and field horsetail (*Equisetum arvense L.*). The following optimal parameters were established: DPPH concentration 7.92 mM in ethanol; wavelength 517 nm; incubation time 30 minutes with 5-minute measurement intervals; extract volume range 25–100 µl. The necessity of 10-fold preliminary dilution of alcoholic extracts to ensure linearity within the studied range was demonstrated. Optimal conditions for plant material extraction were determined: ultrasonic extraction for 20 minutes at room temperature using two types of extractants — 96% ethanol and distilled water. Alcoholic extracts were shown to exhibit higher antioxidant activity compared to aqueous extracts, due to more efficient extraction of phenolic compounds by ethanol. Validation of the developed method confirmed its reliability in terms of linearity, sensitivity, reproducibility, and specificity. Linearity was confirmed by high coefficients of determination ($R^2 > 0.98$) for all studied samples. Sensitivity was sufficient even for weakly active extracts (minimum detectable volume 25 µl, AOF% > 2%). Reproducibility was characterized by low relative standard deviation values (RSD < 5%), confirming the robustness of the protocol. Specificity was confirmed by the insignificant contribution of intrinsic extract absorbance (less than 2.5%) to the total signal. High stability of the DPPH working solution under experimental conditions was established (absorbance decrease over 30 minutes did not exceed 2.18%), ensuring the reliability of the obtained results. The developed and validated DPPH assay methodology provides a methodological basis for further systematic investigation of the antioxidant properties of compositions of common tansy and field horsetail, including analysis of activity dependence on component ratio, comparative study of alcoholic and aqueous extracts, kinetic analysis, IC_{50} determination, and development of practical recommendations. The proposed protocol may be recommended for screening evaluation of the antiradical activity of other medicinal plants of the flora of Uzbekistan, as well as for standardization and quality control of phytopreparations and dietary supplements.

References

1. Blois, M.S. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. Nature, 1958, 181, 1199–1200.

2. Gulcin, I., Beydemir, S., Sat, I.G., Kufrevioglu, O.I. Evaluation of antioxidant activity of cornelian cherry (Cornus mas L.). Acta Alimentaria Hung, 2005, 34, 193–202.
3. Askarov I.R., Muminov M.M., Yusupov M.A. Study of antiradical properties of artichoke (Cynara scolymus L.) and milk thistle (Silybum marianum L.) vegetable oils. NamDU Ilmiy Axborotnomasi, 2024, 11, 173-177.
4. Askarov, I.R., Abdullaev, S.S., Mamatkulova, S.A., & Abdulloev, O.S. Antioxidant activity and elemental composition of mixtures of fig and common unabi fruits. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 2024, 3(3), 179–205. https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol3.iss3.2024.320
5. Halliwell, B. Biochemistry of oxidative stress. Biochemical Society Transactions, 2007, 35(5), 1147-1150.
6. Lobo, V., Patil, A., Phatak, A., Chandra, N. Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. Pharmacognosy Reviews, 2010, 4(8), 118-126.
7. Pisoschi, A.M., Pop, A., Cimpeanu, C., Predoi, G. Antioxidant capacity determination in plants and plant-derived products: A review. Oxidative Medicine and Cellular Longevity, 2016, 2016, 9130976.
8. Williams, R.J., Spencer, J.P., Rice-Evans, C. Flavonoids: antioxidants or signalling molecules? Free Radical Biology and Medicine, 2004, 36(7), 838-849.
9. Rice-Evans, C.A., Miller, N.J., Paganga, G. Structure-antioxidant activity relationships of flavonoids and phenolic acids. Free Radical Biology and Medicine, 1996, 20(7), 933-956.
10. Bail, S., Buchbauer, G., Jirovetz, L., et al. Antimicrobial activities of essential oils of Tanacetum vulgare L. and their main constituents. Journal of Essential Oil Research, 2008, 20(4), 372-377.
11. Ivănescu, B., Tuchiluș, C., Corciovă, A., et al. Antioxidant and antimicrobial potential of Tanacetum vulgare L. extracts. Farmacia, 2018, 66(3), 456-461.
12. Бубенчикова, В.Н., Кондратова, Ю.А., Бубенчиков, Р.А. Изучение фенольных соединений пижмы обыкновенной. Химия растительного сырья, 2019, (3), 115-122.
13. Holzapfel, C.E., Lechte, M., Griessmeier, G. Silicon in plants: A review. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, 2009, 172(4), 455-465.
14. Mimica-Dukić, N., Simin, N., Cvejić, J., et al. Phenolic compounds in Equisetum arvense L. and their antioxidant activity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2008, 56(15), 6630-6636.
15. Stajner, D., Popović, B.M., Čanadanović-Brunet, J., et al. Antioxidant and scavenging activities of Equisetum arvense L. extracts. Journal of the Serbian Chemical Society, 2009, 74(1), 21-31.
16. Nagai, T., Myoda, T., Nagashima, T. Antioxidative activities of water extract and ethanol extract from field horsetail (Equisetum arvense L.). Food Chemistry, 2005, 91(3), 389-394.
17. Канарская, З.А., Канарский, А.В., Семакина, Н.В. Исследование антиоксидантной активности экстрактов хвоща полевого. Вестник Казанского технологического университета, 2017, 20(14), 151-154.
18. Ходжиматов, М. Дикорастущие лекарственные растения Узбекистана. Ташкент: Медицина, 1989, 256 с.
19. Государственная фармакопея СССР. XI издание, выпуск 2. М.: Медицина, 1990, 400 с.
20. Molyneux, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin Journal of Science and Technology, 2004, 26(2), 211-219.
21. Prior, R.L., Wu, X., Schaich, K. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 2005, 53(10), 4290-4302.
22. Sharma, O.P., Bhat, T.K. DPPH antioxidant assay revisited. Food Chemistry, 2009, 113(4), 1202-1205.
23. Mishra, K., Ojha, H., Chaudhury, N.K. Estimation of antiradical properties of antioxidants using DPPH assay: A critical review and results. Food Chemistry, 2012, 130(4), 1036-1043.
24. ICH Harmonised Tripartite Guideline. Validation of Analytical Procedures: Text and Methodology Q2(R1). International Conference on Harmonisation, 2005.

25. Vinatoru, M. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. Ultrasonics Sonochemistry, 2001, 8(3), 303-313.
26. Müller, L., Fröhlich, K., Böhm, V. Comparative antioxidant activities of carotenoids measured by ferric reducing antioxidant power (FRAP), ABTS bleaching assay (αTEAC), DPPH assay and peroxyl radical scavenging assay. Food Chemistry, 2011, 129(1), 139-148.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

TRIBULUS TERRESTRIS (TEMIRTIKAN) EKSTRAKTIDAGI FENOL BIRIKMALAR MIQDORINI YUQORI SAMARALI SUYUQLIK XROMATOGRAFIYASI (YUSSX) USULI BILAN ANIQLASH

Ilyosjon Ibroximjon o'g'li Xoldarov
Farg'ona davlat universiteti, tayanch doktorant
https://orcid.org/0009-0008-8742-1161
E-mail: ilyosbekholdarov7710@gmail.com

Surayyoxon Abdusamatovna Mamatqulova
Farg'ona davlat universiteti, Kimyo kafedrasi mudiri, kimyo fanlari doktori, professor
https://orcid.org/0009-0004-1450-4960

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.577

Kalit so'zlar:
Tribulus terrestris, teshuvchi tok, fenol birikmalar, yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi, polifenollar

Annotatsiya
Ushbu maqolada yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YUSSX) usuli orqali Tribulus terrestris (teshuvchi tok) ekstraktidagi fenol birikmalar tarkibini aniqlash tadqiq etilgan. Fenol birikmalarni ajratib olish uchun 96% li etanol ishlatildi va ekstraksiya jarayoni ultratovush vannasida olib borildi. Tahlillar Shimadzu LC-40 Nexera Lite yuqori samarali suyuqlik xromatografida teskari fazali C18 ustuni yordamida amalga oshirildi. Harakatlanuvchi faza sifatida atsetonitril va 0,5% li sirka kislotasining suvli eritmasi gradiyentidan foydalanildi. Natijalar ekstraktda rutin, salitsil kislotasi, kversetin va apigenin mavjudligini ko'rsatdi. Eng yuqori miqdor rutinga tegishli bo'lib, uning o'rtacha konsentratsiyasi 19,687±1,488 mg/l ni tashkil etdi. Olingan natijalar Tribulus terrestris ekstrakti biologik faol moddalarga boy ekanligini va YUSSX usuli fenol birikmalarni aniqlashda samarali ekanligini tasdiqlaydi.

Havola uchun
Xoldarov, I. I. o'g'li, & Mamatqulova, S. A. TRIBULUS TERRESTRIS (TEMIRTIKAN) EKSTRAKTIDAGI FENOL BIRIKMALAR MIQDORINI YUQORI SAMARALI SUYUQLIK XROMATOGRAFIYASI (YUSSX) USULI BILAN ANIQLASH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.577

KIRISH

So'ngi yillarda dorivor o'simliklar asosidagi tabiiy oziq-ovqat qo'shilmalariga bo'lgan qiziqish sezilarli darajada ortdi. Buning asosiy sababi sintetik dori vositalarining ayrim salbiy ta'sirlari hamda tabiiy manbalardan olingan preparatlarning organizm tomonidan nisbatan yaxshi o'zlashtirilishidir. Dorivor o'simliklarning shifobaxsh xususiyatlari, avvalo, ularning kimyoviy tarkibidagi biologik faol moddalar, xususan, fenol birikmalari bilan bevosita bog'liqdir.

Tribulus terrestris L. (yer bag'irlab o'suvchi temirtikan) qadimdan xalq tabobatida yallig'lanish jarayonlarini davolashda, siydik ajralishini yaxshilashda va organizmning umumiy tonusini oshirishda foydalanib kelingan. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar shuni ko'rsatmoqdaki, bu o'simlikning biologik faolligi uning tarkibidagi flavonoidlar, fenol kislotalar va boshqa polifenol birikmalar bilan bog'liq. Shunga qaramay, temirtikan ekstrakti tarkibidagi ayrim fenol birikmalarning miqdoriy tarkibi va ularning nisbiy ulushi yetarlicha o'rganilmagan.

Yuqoridagilarni e'tiborga olgan holda, ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi Tribulus terrestris ekstrakti tarkibidagi fenol birikmalarini yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) usulida

aniqlash hamda ekstraktning fenol tarkibini ilmiy asoslashdan iborat. Olingan natijalar temirtikan asosidagi tabiiy oziq-ovqat qo‘shilmalari ishlab chiqishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

TAJRIBA QISMI

Tadqiqotda fenol birikmalarni aniqlash uchun yuqori tozalikdagi standart moddalar ishlatildi. Xususan, gall kislotasi ("Macklin," Xitoy), salitsil kislotasi ("Rhydburg Pharmaceuticals," Germaniya), kversetin, apigenin va kempferol ("Regal," Xitoy) standart sifatida qo‘llanildi. Rutin tabiiy manbalardan ekstraksiya va ustunli xromatografiya usullari yordamida ajratib olindi. Harakatchan fazani tayyorlashda YUSSX sifatli suv va atsetonitril, shuningdek, kimyoviy toza sirka kislotasi va natriy gidroksid reagentlaridan foydalanildi.Namunalardagi polifenol miqdorini aniqlash Shimadzu LC-40 Nexera Lite yuqori samarali suyuqlik xromatografi yordamida amalga oshirildi.

Standart eritmalarni tayyorlash

Standart eritmalarni tayyorlash uchun gall kislotasi (5,2 mg), salitsil kislotasi (5,2 mg), rutin (5 mg), kversetin (5 mg), apigenin (5 mg) va kempferol (5 mg) alohida-alohida olinib, ultratovush vannasida 20 daqiqa davomida 96% li etanolda to‘liq eritildi. Olingan eritmalar 50 ml hajmli o‘lchov kolbalariga o‘tkazilib, belgisigacha etanol bilan to‘ldirildi. Har bir standart eritmadan 200 mkl olinib aralashtirildi va ketma-ket suyultirish usuli bilan turli konsentratsiyali to‘rtta standart eritma tayyorlandi. Tayyorlangan eritmalar flakonlarga o‘tkazilib, YuSSX tahlili uchun ishlatildi.

Namuna ekstraktini tayyorlash

Fenol birikmalarni ajratib olish uchun 1 g tekshirilayotgan namuna OHAUS NV222 (AQSH) elektron tarozisida 0,01 g aniqlikda tortib olindi va 50 ml hajmli konussimon kolbaga joylashtirildi. Namunaga 25 ml 96% li etanol qo‘shilib, GT SONIC-D3 (Xitoy) ultratovush vannasida 60°C haroratda 20 daqiqa davomida ekstraksiya qilindi. Ekstraksiya jarayonidan so‘ng aralashma sovutilib, filtrlandi va o‘lchov kolbasida etanol bilan 25 ml hajmgacha yetkazildi. Olingan ekstraktdan 1,5 ml Mini-7 (BIOBASE, Xitoy) markali sentrifugada 7000 ayl/min tezlikda sentrifugalanib, 0,45 mkm shpritsli filtrdan o‘tkazildi va xromatografik tahlilga tayyorlandi.

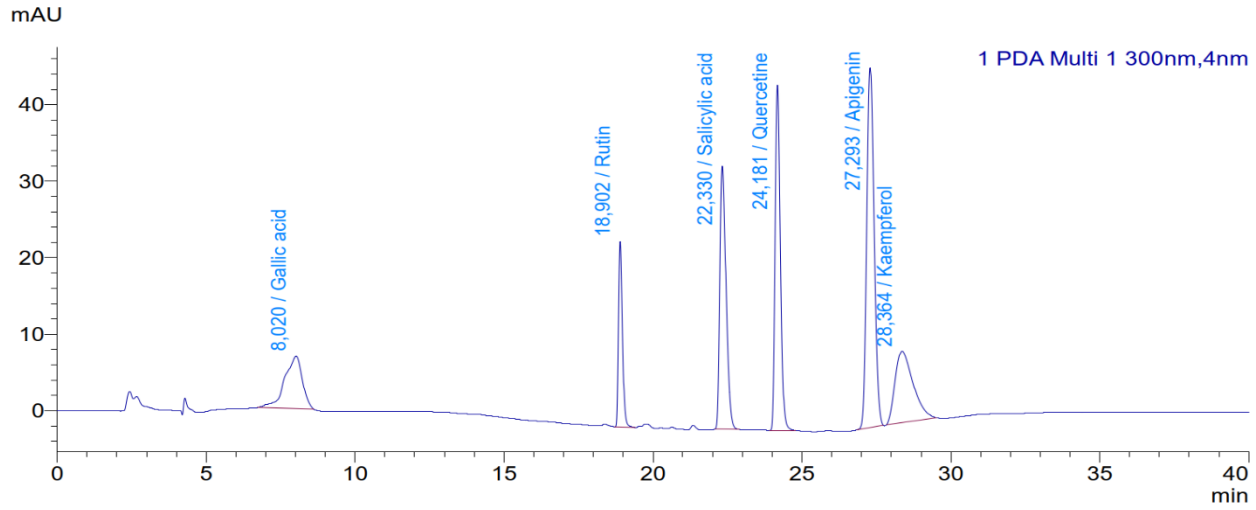
Xromatografik sharoitlar

Fenol birikmalarni ajratish va aniqlash Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 mm; 5 mkm, Shimadzu, Yaponiya) teskari fazali ustunda amalga oshirildi. Harakatchan faza sifatida atsetonitril (A) va sirka kislotasining 0,5% li suvli eritmasidan (B) tashkil topgan gradiyentli tizimdan foydalanildi. Inyeksiya hajmi 10 mkl, oqim tezligi 0,5 ml/min va ustun harorati 40°C ga o‘rnatildi. Fenol birikmalarining analitik signallari 300 nm to‘lqin uzunligida qayd etildi.

1-jadval.

Harakatchan faza gradiyent dasturi.

Vaqt	Atsetonitril (A), %	0,5 % li sirka kislota (B), %
0	5	95
5	5	95
17	40	60
22	40	60
22,1	5	95
40	Tugatish	



1-rasm. Standartlarning 300 nm dagi xromatogrammasi.

NATIJA VA MUHOKAMA

Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) yordamida o‘tkazilgan tahlil Tribulus terrestris L. asosida tayyorlangan PULMOCLIN ekstrakti tarkibida bir qator biologik faol fenol birikmalar mavjudligini aniqladi. Xromatografik tahlil jarayonida standart namunalarning ushlanish vaqti va UB-spektral xususiyatlari bilan taqqoslash natijasida rutin, salitsil kislotasi, kversetin va apigenin ishonchli tarzda aniqlandi. Shu bilan birga, gall kislotasi va kampferol miqdori aniqlash chegarasidan past bo‘lgani sababli ushbu ekstraktda topilmadi.

Tadqiqotlar uch marta takroriy tajriba asosida o‘tkazildi, natijalar o‘rtacha qiymat ± standart og‘ish (SO) ko‘rinishida ifodalandi. Olingan ma’lumotlarga ko‘ra, ekstraktdagi eng yuqori miqdor rutin birikmasiga tegishli bo‘lib, uning konsentratsiyasi 19,687±1,488 mg/l ni tashkil etdi. Salitsil kislotasining miqdori 11,415 ± 0,552 mg/l bo‘lib, u ham ekstraktda sezilarli ulushga ega edi. Flavonoidlar guruhiga mansub kversetin va apigenin miqdori nisbatan past bo‘lib, mos ravishda 0,061±0,002 mg/l va 0,259±0,023 mg/l ni tashkil etdi.

Olingan natijalarning statistik tahlili shuni ko‘rsatdiki, aniqlangan fenol birikmalar uchun nisbiy standart og‘ish (%NSO) qiymatlari 3,8-8,9% oralig‘ida bo‘ldi. Bu esa YuSSX usulining yuqori darajadagi aniqligi va takrorlanishini tasdiqlaydi. Ushbu ko‘rsatkichlar xalqaro analitik talablar doirasida bo‘lib, Tribulus terrestris ekstraktlari tarkibidagi fenol birikmalarini miqdoriy aniqlashda qo‘llanilgan usulning ishonchliligini ko‘rsatadi (2-jadval).

Namuna ekstrakti tarkibidagi fenol birikmalar miqdorini aniqlash. Massasi 1 g bo’lgan namuna ekstraktining xromatogrammasi olindi (2-rasm) hamda natijalar asosida 100 g namuna tarkibidagi fenol birikmalar miqdorlari quyidagi formula bilan hisoblanib 3-jadvallarda keltirildi.

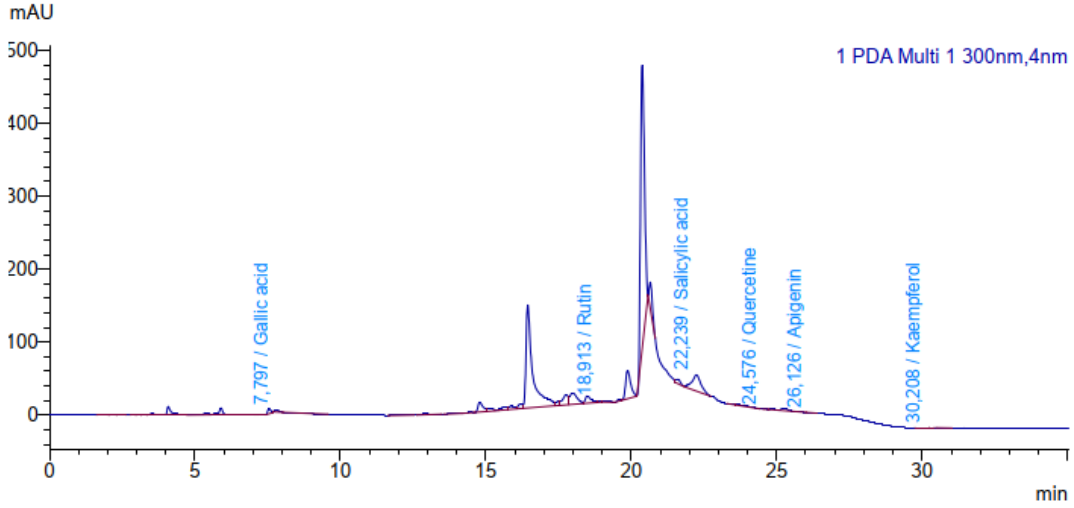
$$X = \frac{C_{phen} \cdot V_{ekstrakt}}{m_{namuna}} \cdot 100\ g$$

Bu yerda, X – 100 gram namuna tarkibidagi fenol birikmalarning miqdori, mg;

C_{phen} – ekstrakt tarkibidagi fenol birikmaning YuSSX usuli bilan aniqlangan konsentratsiyasi, mg/l;

$V_{ekstrakt}$ – namuna ekstraktining hajmi, l;

m_{namuna} – ekstrakt tayyorlash uchun tortib olingan namuna massasi.



2-rasm. Namuna ekstrakti tarkibidagi polifenollarni aniqlash xromatogrammasi.

2-jadval.

***Tribulus terrestris L* ekstraktdagi polifenollarning miqdori va ushlanish vaqtlari.**

Namunalar nomi	Gall kislota	Rutin	Salitsil kislota	Kversetin	Apigenin	Kempferol
1-tajriba	-	21,014	10,963	0,062	0,241	-
2-tajriba	-	18,078	12,030	0,058	0,285	-
3-tajriba	-	19,971	11,252	0,062	0,251	-
O‘rtacha	-	19,687	11,415	0,061	0,259	-
NSCh %	-	7,561	4,836	3,819	8,932	-
Maksimum	-	21,014	12,030	0,062	0,285	-
Minimum	-	18,078	10,963	0,058	0,241	-
Standart chetlanish	-	1,488	0,552	0,002	0,023	-
O‘rtacha (mg/L)	-	**19,687±1,488**	**11,415±0,552**	**0,061±0,002**	**0,259 ± 0,023**	-

Ushbu tadqiqot davomida olingan natijalar *Tribulus terrestris L.* asosida tayyorlangan ekstrakti fenol birikmalarga boy ekanligini ko‘rsatdi. Xususan, rutin va salitsil kislotasining nisbatan yuqori miqdorda aniqlanishi ekstraktning biologik va farmakologik faolligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Ilmiy manbalarga ko‘ra, rutin kuchli antioksidant xususiyatlarga ega bo‘lib, erkin radikallarni zararsizlantirish, qon tomir devorlarining mustahkamligini oshirish va yurak-qon tomir tizimini qo‘llab-quvvatlashda muhim rol o‘ynaydi. Shu nuqtai nazardan, Pulmoclin ekstraktida rutinning yuqori konsentratsiyada mavjudligi uning davolash samaradorligini ilmiy jihatdan asoslaydi.

Kversetin va apigeninning nisbatan kam miqdorda aniqlanishi ekstraktning murakkab va ko‘p komponentli tarkibga ega ekanligini ko‘rsatadi. Ushbu flavonoidlar past konsentratsiyada ham sinergik ta’sir ko‘rsatib, ekstraktning umumiy biologik faolligini oshirishi mumkin. Xususan, kversetin o‘zining antioksidant va yallig‘lanishga qarshi xususiyatlari bilan, apigenin esa antioksidant va hujayra himoya mexanizmlarini faollashtiruvchi ta’siri bilan ahamiyatga ega.

Gall kislotasi va kampferolning yo‘qligi bir necha omillar bilan izohlanishi mumkin. Jumladan, bu birikmalar o‘simlik xom ashyosida juda kam miqdorda bo‘lishi, ekstraksiya jarayonida to‘liq ajralmasligi yoki qo‘llanilayotgan xromatografik sharoitlarda aniqlash chegarasidan past bo‘lishi ehtimoli mavjud. Bu esa ekstraksiya sharoitlarini yanada takomillashtirish yoki yanada sezgir tahlil usullarini qo‘llash zarurligini ko‘rsatadi.

XULOSA

1. Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) usulida olib borilgan tadqiqotlar natijasida Tribulus terrestris L. asosida tayyorlangan ekstrakt tarkibida biologik faol fenol birikmalar mavjudligi aniqlandi. Aniqlangan asosiy fenol birikmalar rutin, salitsil kislotasi, kversetin va apigenin bo‘lib, ekstrakt tarkibida gall kislotasi va kampferol topilmadi.O‘rtacha qiymatlar quyidagicha aniqlandi:

Rutin - 19,687 ± 1,488 mg/l
Salitsil kislotasi - 11,415 ± 0,552 mg/l
Kversetin - 0,061 ± 0,002 mg/l
Apigenin - 0,259 ± 0,023 mg/l

2. Natijalarning nisbiy standart og‘ish qiymatlari (%RSD 3,8-8,9) YuSSX usulining yuqori aniqligi va takrorlanuvchanligini tasdiqlaydi hamda ekstrakt tarkibidagi fenol birikmalarini ishonchli tarzda aniqlash imkonini beradi.

Rutin va salitsil kislotasining yuqori konsentratsiyalarda mavjudligi ekstraktning antioksidant, yallig‘lanishga qarshi va kapillyarlarni mustahkamlovchi xususiyatlarini ilmiy jihatdan asoslaydi. Ushbu xususiyatlar ekstraktning qadimdan beri xalq tabobatida qo‘llanilishi bilan chambarchas bog‘liqdir. Kversetin va apigeninning mavjudligi ekstraktning murakkab biologik faolligini oshiradi va ular birgalikda organizmning himoya mexanizmlarini qo‘llab-quvvatlashda sinergik ta’sir ko‘rsatadi.

3. Gall kislotasi va kampferolning yo‘qligi ularning xomashyoda juda kam miqdorda bo‘lishi yoki ekstraksiya sharoitlariga bog‘liq bo‘lishi mumkin. Ajratib olish va tahlil qilish sharoitlarini yanada takomillashtirish orqali ushbu komponentlarni aniqlash imkoniyati paydo bo‘ladi.

4. Olingan natijalar temirtikan asosidagi tabiiy dori vositalarining kimyoviy tarkibini ilmiy asoslash, sifatini nazorat qilish tizimini joriy etish va xalq tabobati tajribasini zamonaviy fitoterapiya amaliyotiga tatbiq etishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, ekstraktning fenol tarkibini miqdoriy baholash xalq tabobati vositalarining samaradorligi va sifatini standartlashtirishga xizmat qiladi.

Adabiyotlar

1. Ibn Sino (Avitsenna). Tib qonunlari. III tom. — Toshkent: O‘zbekiston, 1996. — (248–265s)
2. Tursunboyeva G.S., Duschanova G.M., Abdullayeva A.T., Sadinov J.S. Botanika: o‘simliklar morfologiyasi va anatomiyasi (darslik). — Toshkent, 2019. — (85–102s)
3. Kulikov I.M. Ispolzovanie yagodnykh kultur v narodnoy meditsine. — Moskva, 2013. — (180s).
4. Siriwoharn T., et al. Influence of cultivar, maturity, and processing on the phenolic compounds and antioxidant properties of Rubus species. Journal of Food Science. 2006;69(4s): FCT233–FCT240. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2004.tb06322.x
5. O.O. Eshonkhujaev. Obtaining and classifying products for folk medicine from the blackberry (rubus) plant. International journal of scientific. Vol. 14 No.1, 2025.(*ISSN: 2181-4341)*
6. Ignat I, Volf I, Ignat G, Popa VI. Quantitative determination of polyphenols in medicinal plants using HPLC. Rev Chim (Bucharest). 2011;62(5):485–491.(ISSN 0034-7752 / E-ISSN 2066-3596.)

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЭКСТРАКТЕ TRIBULUS TERRESTRIS (ТЕМИРТИКАН) МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ (ВЭЖХ)

Илёсжон Иброхимжон угли Холдаров
Ферганский государственный университет, докторант
https://orcid.org/0009-0008-8742-1161
E-mail: ilyosbekholdarov7710@gmail.com

Сурайёхон Абдусаматовна Маматкулова
Ферганский государственный университет, Заведующий кафедрой химии, доктор химических наук, профессор
https://orcid.org/0009-0004-1450-4960

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.577

Ключевые слова:
Tribulus terrestris, якорцы стелющиеся, фенольные соединения, высокоэффективная жидкостная хроматография, полифенолы

Аннотация
В данной статье исследовано определение содержания фенольных соединений в экстракте Tribulus terrestris (якорцы стелющиеся) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Для выделения фенольных соединений использовали 96% этанол, а процесс экстракции проводили в ультразвуковой ванне. Анализы осуществлялись на высокоэффективном жидкостном хроматографе Shimadzu LC-40 Nexera Lite с использованием обращенно-фазной колонки C18. В качестве подвижной фазы использовали градиент ацетонитрила и 0,5%-ного водного раствора уксусной кислоты. Результаты показали наличие в экстракте рутина, салициловой кислоты, кверцетина и апигенина. Наибольшее количество приходится на рутин, средняя концентрация которого составила 19,687±1,488 мг/л. Полученные результаты подтверждают, что экстракт Tribulus terrestris богат биологически активными веществами, а метод ВЭЖХ эффективен при определении фенольных соединений.

Как цитировать
Холдаров, И. И. у., & Маматкулова, С. А. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВА ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В ЭКСТРАКТЕ TRIBULUS TERRESTRIS (ТЕМИРТИКАН) МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ (ВЭЖХ). Журнал химии товаров и народной медицины, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.577

ВВЕДЕНИЕ

В последние годы значительно возрос интерес к натуральным пищевым добавкам на основе лекарственных растений. Основная причина этого - некоторые побочные эффекты синтетических лекарственных средств и относительно хорошее усвоение организмом препаратов, полученных из природных источников. Лечебные свойства лекарственных растений напрямую связаны, прежде всего, с биологически активными веществами в их химическом составе, в частности, с фенольными соединениями.

Tribulus terrestris L. (якорцы стелющиеся) издавна используется в народной медицине для лечения воспалительных процессов, улучшения мочеиспускания и повышения общего тонуса организма. Современные научные исследования показывают, что биологическая активность этого растения связана с содержащимися в нем флавоноидами, фенольными кислотами и другими полифенольными соединениями. Тем не менее, количественный состав некоторых фенольных соединений в экстракте якорцев и их относительное содержание изучены недостаточно.

Учитывая вышеизложенное, основной целью данного исследования является определение фенольных соединений в экстракте Tribulus terrestris методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и научное обоснование фенольного состава экстракта. Полученные результаты имеют важное научно-практическое значение при разработке натуральных пищевых добавок на основе якорцев.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

В исследовании для определения фенольных соединений использовались стандартные вещества высокой чистоты. В частности, в качестве стандартов использовались галловая кислота ("Macklin," Китай), салициловая кислота ("Rhydburg Pharmaceuticals," Германия), кверцетин, апигенин и кемпферол ("Regal," Китай). Рутин был выделен из природных источников методами экстракции и колоночной хроматографии. При приготовлении подвижной фазы использовали воду и ацетонитрил ВЭЖХ-качества, а также химически чистую уксусную кислоту и гидроксид натрия. Определение содержания полифенолов в образцах проводили с помощью высокоэффективного жидкостного хроматографа Shimadzu LC-40 Nexera Lite.

Приготовление стандартных растворов

Для приготовления стандартных растворов отдельно брали галловую кислоту (5,2 мг), салициловую кислоту (5,2 мг), рутин (5 мг), кверцетин (5 мг), апигенин (5 мг) и кемпферол (5 мг) и полностью растворяли в 96% этаноле в ультразвуковой ванне в течение 20 минут. Полученные растворы переносили в мерные колбы объемом 50 мл и доводили этанолом до метки. Из каждого стандартного раствора брали по 200 мкл, смешивали и методом последовательного разбавления готовили четыре стандартных раствора различной концентрации. Приготовленные растворы переносили во флаконы и использовали для анализа методом ВЭЖХ.

Приготовление экстракта образца

Для выделения фенольных соединений 1 г исследуемого образца взвешивали на электронных весах OHAUS NV222 (США) с точностью до 0,01 г и помещали в коническую колбу объемом 50 мл. К образцу добавляли 25 мл 96% этанола и экстрагировали в ультразвуковой ванне GT SONIC-D3 (Китай) при температуре 60°C в течение 20 минут. После экстракции смесь охлаждали, фильтровали и доводили этанолом в мерной колбе до объема 25 мл. Из полученного экстракта 1,5 мл центрифугировали в центрифуге марки Mini-7 (BIOBASE, Китай) со скоростью 7000 об/мин, пропускали через шприцевой фильтр 0,45 мкм и готовили к хроматографическому анализу.

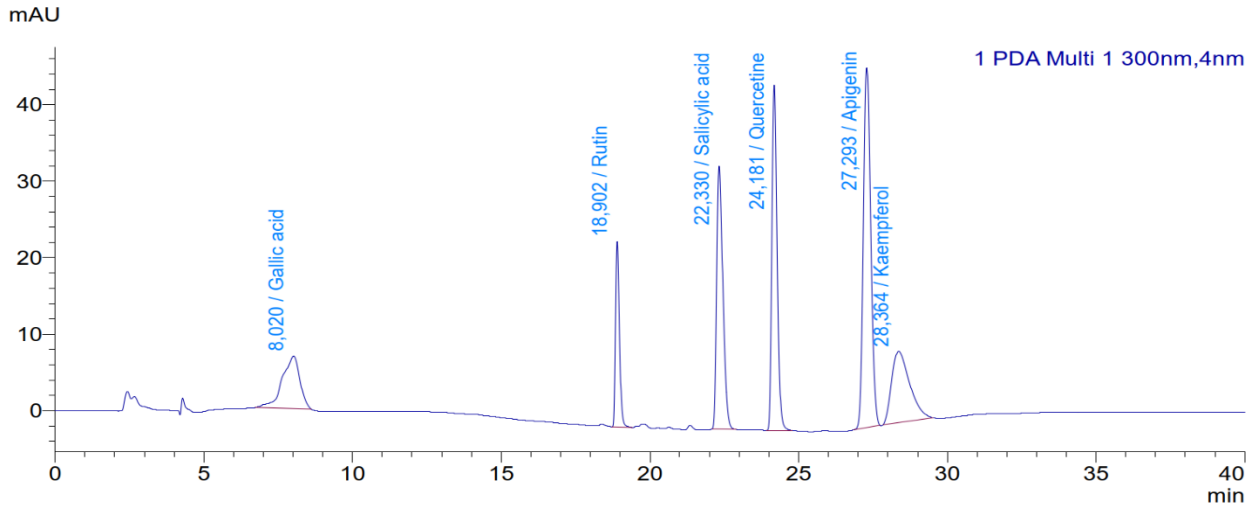
Хроматографические условия

Разделение и определение фенольных соединений проводили на обращенно-фазной колонке Shim-pack GIST C18 (150 × 4,6 мм; 5 мкм, Shimadzu, Япония). В качестве подвижной фазы использовалась градиентная система, состоящая из ацетонитрила (А) и 0,5% водного раствора уксусной кислоты (Б). Объем инъекции был установлен на уровне 10 мкл, скорость потока 0,5 мл/мин и температура колонки 40°C. Аналитические сигналы фенольных соединений регистрировались при длине волны 300 нм.

Таблица 1.

Программа градиента подвижной фазы.

Время	Ацетонитрил (А), %	0,5 % ная уксусная кислота (В), %
0	5	95
5	5	95
17	40	60
22	40	60
22,1	5	95
40	Ликвидация	



РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) показал, что экстракт приготовленный на основе Tribulus terrestris L., содержит ряд биологически активных фенольных соединений. В процессе хроматографического анализа путем сравнения времени удерживания и УФ-спектральных характеристик стандартных образцов достоверно были идентифицированы рутин, салициловая кислота, кверцетин и апигенин. При этом галловая кислота и кемпферол не были обнаружены в данном экстракте, так как их содержание было ниже предела обнаружения.

Исследования проводились в трехкратной повторности, результаты выражались в виде среднего значения ± стандартное отклонение (СО). Согласно полученным данным, наибольшее количество в экстракте приходится на рутин, концентрация которого составила 19,687±1,488 мг/л. Содержание салициловой кислоты составило 11,415±0,552 мг/л, что также представляло значительную долю в экстракте. Количество кверцетина и апигенина, относящихся к группе флавоноидов, было относительно низким и составило 0,061±0,002 мг/л и 0,259±0,023 мг/л соответственно.

Статистический анализ полученных результатов показал, что значения относительного стандартного отклонения (%ОСО) для выявленных фенольных соединений находились в пределах 3,8-8,9%. Это подтверждает высокую точность и воспроизводимость метода ВЭЖХ. Эти показатели находятся в пределах международных аналитических требований и свидетельствуют о надежности использованного метода количественного определения фенольных соединений в экстрактах Tribulus terrestris (табл. 2).

Определение содержания фенольных соединений в образце экстракта. Была получена хроматограмма экстракта образца массой 1 г (рис. 2), и на основании результатов количество фенольных соединений в 100 г образца было рассчитано по следующей формуле и представлено в таблице 3.

$$X = \frac{C_{phen} \cdot V_{ekstrakt}}{m_{\text{образец}\ a}} \cdot 100\ g$$

Здесь, X - количество фенольных соединений в 100 граммах образца, мг;

C_{phen} - концентрация фенольного соединения в экстракте, определенная методом ВЭЖХ, мг/л;

$V_{экстракт}$ - объем экстракта образца, л;

$m_{образец}$ - масса образца, взятая для приготовления экстракта.

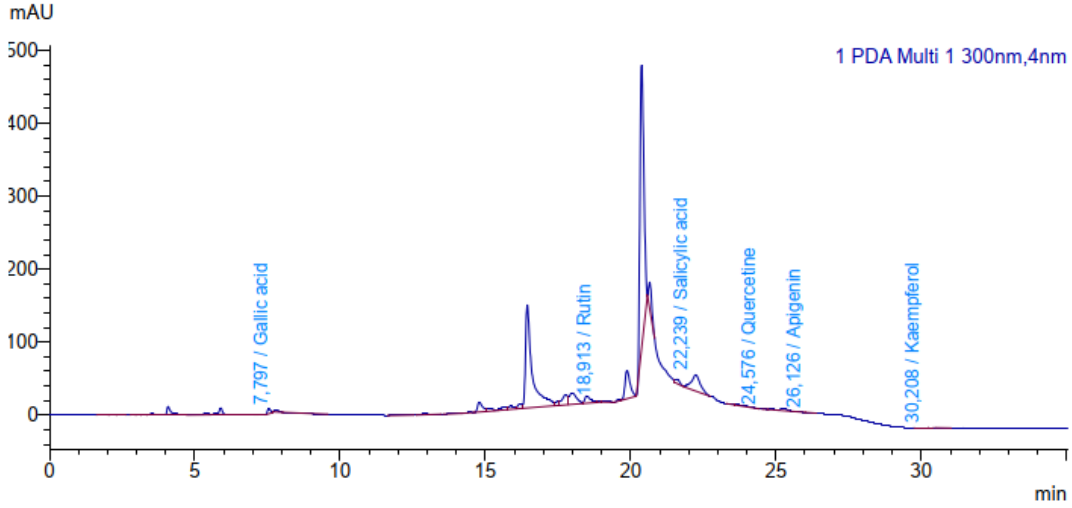


Рисунок 2. Хроматограмма определения полифенолов в экстракте образца.

Таблица 2.

Содержание и время удерживания полифенолов в экстракте Tribulus terrestris L.

Названия образцов	Галловая кислота	Рутин	Салициловая кислота	Кверцетин	Апигенин	Кемпферол
Эксперимент 1	-	21,014	10,963	0,062	0,241	-
Эксперимент 2	-	18,078	12,030	0,058	0,285	-
Эксперимент 3	-	19,971	11,252	0,062	0,251	-
Средний	-	19,687	11,415	0,061	0,259	-
%RSD	-	7,561	4,836	3,819	8,932	-
Максимум	-	21,014	12,030	0,062	0,285	-
Минимум	-	18,078	10,963	0,058	0,241	-
Стд. откл.	-	1,488	0,552	0,002	0,023	-
В среднем (мг/л)	-	**19,687±1,488**	**11,415±0,552**	**0,061±0,002**	**0,259 ± 0,023**	-

Результаты, полученные в ходе данного исследования, показали, что экстракт, приготовленный на основе Tribulus terrestris L., богат фенольными соединениями. В частности, относительно высокое содержание рутина и салициловой кислоты является одним из основных факторов, определяющих биологическую и фармакологическую активность экстракта. Согласно научным источникам, рутин обладает сильными антиоксидантными свойствами и играет важную роль в нейтрализации свободных радикалов, повышении прочности стенок кровеносных сосудов и поддержании сердечно-сосудистой системы. С этой точки зрения, высокая концентрация рутина в экстракте Pulmoclin научно обосновывает его терапевтическую эффективность.

Относительно небольшие количества кверцетина и апигенина указывают на сложный и многокомпонентный состав экстракта. Эти флавоноиды могут оказывать синергетическое действие даже в низких концентрациях, повышая общую биологическую активность экстракта. В частности, кверцетин важен своими антиоксидантными и противовоспалительными свойствами, а апигенин - антиоксидантным действием и способностью активировать механизмы клеточной защиты.

Отсутствие галловой кислоты и кампферола может быть объяснено несколькими факторами. В частности, эти соединения могут присутствовать в растительном сырье в очень малых количествах, не полностью выделяться в процессе экстракции или быть ниже предела обнаружения в используемых хроматографических условиях. Это указывает на необходимость дальнейшего улучшения условий экстракции или применения более чувствительных методов анализа.

ВЫВОД

1. В результате исследований, проведенных методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), установлено наличие биологически активных фенольных соединений в экстракте, приготовленном на основе Tribulus terrestris L. Основными выявленными фенольными соединениями были рутин, салициловая кислота, кверцетин и апигенин, в то время как галловая кислота и кампферол в составе экстракта не обнаружены. Были определены следующие средние значения:

Рутин - 19,687 ± 1,488 мг/л

Салициловая кислота - 11,415 ± 0,552 мг/л

Кверцетин - 0,061 ± 0,002 мг/л

Апигенин - 0,259 ± 0,023 мг/л

2. Значения относительного стандартного отклонения результатов (%RSD 3,8-8,9) подтверждают высокую точность и воспроизводимость метода ВЭЖХ и позволяют достоверно определять фенольные соединения в составе экстракта.

Наличие рутина и салициловой кислоты в высоких концентрациях научно обосновывает антиоксидантные, противовоспалительные и капилляроукрепляющие свойства экстракта. Эти свойства тесно связаны с использованием экстракта в народной медицине с древних времен. Присутствие кверцетина и апигенина усиливает комплексную биологическую активность экстракта, и в совокупности они оказывают синергетический эффект в поддержании защитных механизмов организма.

3. Отсутствие галловой кислоты и кампферола может быть связано с их незначительным содержанием в сырье или условиями экстракции. Дальнейшее совершенствование условий выделения и анализа может позволить определить эти компоненты.

4. Полученные результаты имеют важное значение для научного обоснования химического состава природных лекарственных средств на основе якорцев стелющихся, внедрения системы контроля качества и применения опыта народной медицины в практике современной фитотерапии. При этом количественная оценка фенольного состава экстракта служит стандартизации эффективности и качества средств народной медицины.

Литературы

1. Ibn Sino (Avitsenna). Tib qonunlari. III tom. — Toshkent: O‘zbekiston, 1996. — (248–265s)
2. Tursunboyeva G.S., Duschanova G.M., Abdullayeva A.T., Sadinov J.S. Botanika: o‘simliklar morfologiyasi va anatomiyasi (darslik). — Toshkent, 2019. — (85–102s)
3. Kulikov I.M. Ispolzovanie yagodnykh kultur v narodnoy meditsine. — Moskva, 2013. — (180s).
4. Siriwoharn T., et al. Influence of cultivar, maturity, and processing on the phenolic compounds and antioxidant properties of Rubus species. Journal of Food Science. 2006;69(4s): FCT233–FCT240. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2004.tb06322.x
5. O.O. Eshonkhujaev. Obtaining and classifying products for folk medicine from the blackberry (rubus) plant. International journal of scientific. Vol. 14 No.1, 2025.(*ISSN: 2181-4341)*
6. Ignat I, Volf I, Ignat G, Popa VI. Quantitative determination of polyphenols in medicinal plants using HPLC. Rev Chim (Bucharest). 2011;62(5):485–491.(ISSN 0034-7752 / E-ISSN 2066-3596.)

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 1, 2026 Traditional Medicine

DETERMINATION OF THE QUANTITY OF PHENOLIC COMPOUNDS IN TRIBULUS TERRESTRIS (TEMIRTIKAN) EXTRACT USING HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY (HPLC)

Ilyosjon I. Xoldarov
Fergana State University, doctoral student
https://orcid.org/0009-0008-8742-1161
E-mail: ilyosbekholdarov7710@gmail.com

Surayyoxon A. Mamatqulova
Fergana State University, Head of the Department of Chemistry, Doctor of Chemical Sciences, Professor
https://orcid.org/0009-0004-1450-4960

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.577

Keywords:
Tribulus terrestris, puncture vine, phenolic compounds, high-performance liquid chromatography, polyphenols

Abstract

This article focuses on determining the content of phenolic compounds in Tribulus terrestris (puncture vine) extract using high-performance liquid chromatography (HPLC). For the extraction of phenolic compounds, 96% ethanol was used, and the extraction was carried out in an ultrasonic bath. The analyses were performed on a Shimadzu LC-40 Nexera Lite high-performance liquid chromatograph using a reverse-phase C18 column. A gradient system consisting of acetonitrile and 0.5% aqueous acetic acid solution was used as the mobile phase. The results revealed the presence of rutin, salicylic acid, quercetin, and apigenin in the extract. The highest amount corresponded to rutin, with an average concentration of 19.687 ± 1.488 mg/L. The obtained results demonstrate that the Tribulus terrestris extract is rich in biologically active substances, and the HPLC method is effective in identifying phenolic compounds.

How to Cite

Xoldarov, I. I., & Mamatqulova, S. A. DETERMINATION OF THE QUANTITY OF PHENOLIC COMPOUNDS IN TRIBULUS TERRESTRIS (TEMIRTIKAN) EXTRACT USING HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY (HPLC). Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(1). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss1.2026.577

INTRODUCTION

In recent years, interest in natural food supplements based on medicinal plants has significantly increased. The main reason for this is the certain negative effects of synthetic drugs and the relatively better absorption of preparations obtained from natural sources by the body. The healing properties of medicinal plants are primarily directly related to biologically active substances in their chemical composition, particularly phenolic compounds.

Tribulus terrestris L. (puncture vine) has long been used in traditional medicine to treat inflammatory processes, improve urination, and enhance the body's overall tone. Modern scientific research shows that the biological activity of this plant is related to flavonoids, phenolic acids, and other polyphenolic compounds in its composition. Nevertheless, the quantitative composition and relative proportions of certain phenolic compounds in puncture vine extract have not been sufficiently studied.

Taking the above into account, the main objective of this research is to determine phenolic compounds in Tribulus terrestris extract using high-performance liquid chromatography (HPLC) and to scientifically substantiate the phenolic composition of the extract. The obtained results will have important scientific and practical significance in the development of natural food supplements based on puncture vine.

EXPERIMENTAL SECTION

High-purity standard substances were used in the research to determine phenolic compounds. Specifically, gallic acid ("Macklin," China), salicylic acid ("Rhydburg Pharmaceuticals," Germany), quercetin, apigenin, and kaempferol ("Regal," China) were used as standards. Rutin was isolated from natural sources using extraction and column chromatography methods. HPLC-grade water and acetonitrile, as well as chemically pure acetic acid and sodium hydroxide reagents, were used in preparing the mobile phase. The determination of polyphenol content in samples was performed using a Shimadzu LC-40 Nexera Lite high-performance liquid chromatograph.

Preparation of Standard Solutions

To prepare standard solutions, gallic acid (5.2 mg), salicylic acid (5.2 mg), rutin (5 mg), quercetin (5 mg), apigenin (5 mg), and kaempferol (5 mg) were taken separately and completely dissolved in 96% ethanol in an ultrasonic bath for 20 minutes. The obtained solutions were transferred to 50 ml volumetric flasks and filled to the mark with ethanol. From each standard solution, 200 µl was taken, mixed, and four standard solutions of different concentrations were prepared using serial dilution method. The prepared solutions were transferred to vials and used for HPLC analysis.

Preparation of Sample Extract. To extract phenolic compounds, 1 g of the test sample was weighed on an OHAUS NV222 (USA) electronic balance with 0.01 g accuracy and placed in a 50 ml conical flask. 25 ml of 96% ethanol was added to the sample and extracted in a GT SONIC-D3 (China) ultrasonic bath at 60°C for 20 minutes. After the extraction process, the mixture was cooled, filtered, and brought to 25 ml volume with ethanol in a volumetric flask. From the obtained extract, 1.5 ml was centrifuged in a Mini-7 (BIOBASE, China) centrifuge at 7000 rpm, passed through a 0.45 µm syringe filter, and prepared for chromatographic analysis.

Chromatographic Conditions. Separation and determination of phenolic compounds were performed on a Shim-pack GIST C18 (150 × 4.6 mm; 5 µm, Shimadzu, Japan) reverse-phase column. A gradient system consisting of acetonitrile (A) and 0.5% aqueous solution of acetic acid (B) was used as the mobile phase. The injection volume was 10 µl, flow rate was 0.5 ml/min, and column temperature was set at 40°C. Analytical signals of phenolic compounds were recorded at a wavelength of 300 nm.

Table 1

Mobile Phase Gradient Program

Time (min)	Acetonitrile (A), %	0.5% Acetic Acid (B), %
0	5	95
5	5	95
17	40	60
22	40	60
22,1	5	95
40	End	

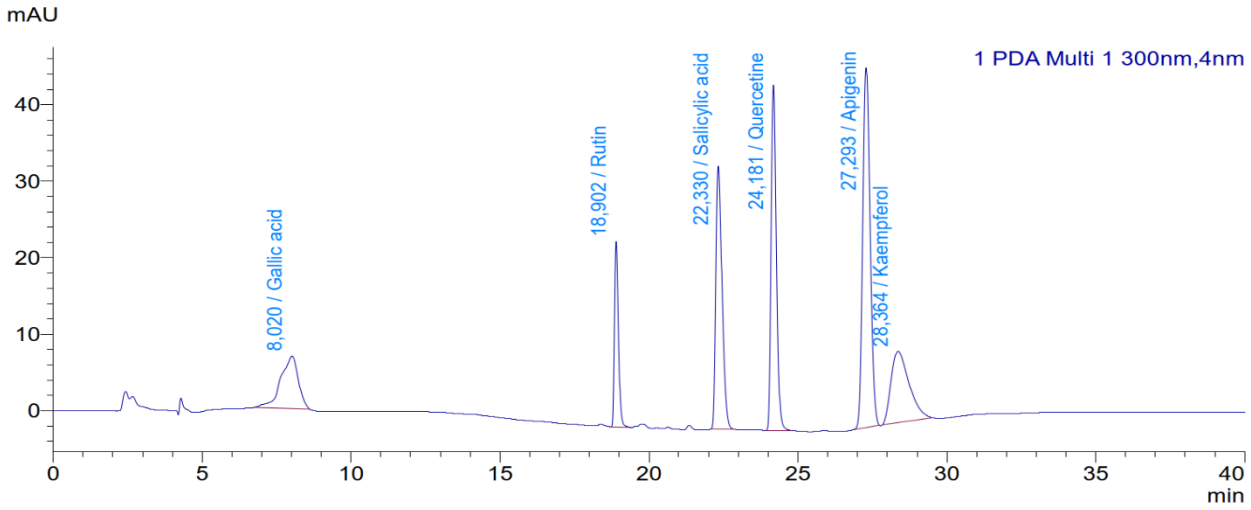


Figure 1. Chromatogram of standards at 300 nm

RESULTS AND DISCUSSION

Analysis conducted using high-performance liquid chromatography (HPLC) determined the presence of several biologically active phenolic compounds in the PULMOCLIN extract prepared based on Tribulus terrestris L. During the chromatographic analysis process, rutin, salicylic acid, quercetin, and apigenin were reliably identified by comparing retention times and UV-spectral characteristics of standard samples. At the same time, gallic acid and kaempferol were not found in this extract because their amounts were below the detection limit.

Studies were conducted based on three replicate experiments, and results were expressed as mean value ± standard deviation (SD). According to the obtained data, the highest amount in the extract belonged to rutin compound, with a concentration of 19.687±1.488 mg/L. The amount of salicylic acid was 11.415 ± 0.552 mg/L, which also had a significant proportion in the extract. The amounts of quercetin and apigenin, belonging to the flavonoid group, were relatively low, constituting 0.061±0.002 mg/L and 0.259±0.023 mg/L, respectively.

Statistical analysis of the obtained results showed that relative standard deviation (%RSD) values for the determined phenolic compounds ranged from 3.8-8.9%. This confirms the high level of accuracy and reproducibility of the HPLC method. These indicators are within the framework of international analytical requirements and demonstrate the reliability of the method used in quantitatively determining phenolic compounds in Tribulus terrestris extracts (Table 2).

Determination of Phenolic Compound Content in Sample Extract

A chromatogram of the extract from a 1 g sample was obtained (Figure 2), and based on the results, the amounts of phenolic compounds in 100 g of sample were calculated using the following formula and presented in Table 3:

Formula:

$$X = \frac{C_{phen} \cdot V_{extract}}{m_{sample}} \cdot 100\ g$$

Where:

X – amount of phenolic compounds in 100 grams of sample, mg

C_{phen} – concentration of phenolic compound in the extract determined by HPLC method, mg/L

$V_{extract}$ – volume of sample extract, L

m_{sample} – mass of sample weighed for extract preparation

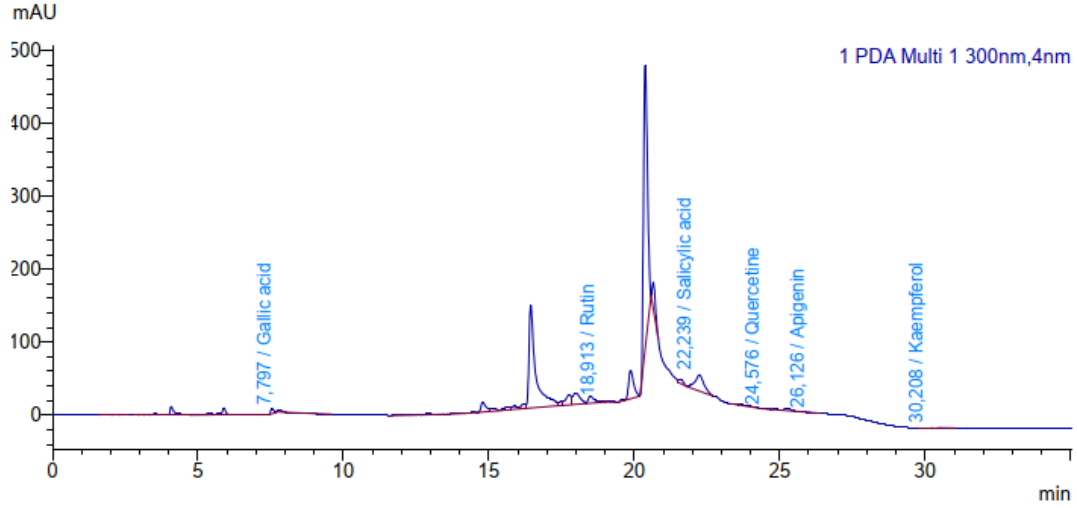


Figure 2. Chromatogram for determining polyphenols in sample extract

Table 2.

Amounts and Retention Times of Polyphenols in Tribulus terrestris L. Extract

Sample Name	Gallic acid	Rutin	Salicylic Acid	Quercetin	Apigenin	Kaempferol
Experiment 1	-	21,014	10,963	0,062	0,241	-
Experiment 2	-	18,078	12,030	0,058	0,285	-
Experiment 3	-	19,971	11,252	0,062	0,251	-
Average	-	19,687	11,415	0,061	0,259	-
%RSD	-	7,561	4,836	3,819	8,932	-
Maximum	-	21,014	12,030	0,062	0,285	-
Minimum	-	18,078	10,963	0,058	0,241	-
Std. Dev.	-	1,488	0,552	0,002	0,023	-
Average (mg/L)	-	**19,687±1,488**	**11,415±0,552**	**0,061±0,002**	**0,259 ± 0,023**	-

The results obtained during this research showed that the extract prepared based on Tribulus terrestris L. is rich in phenolic compounds. Specifically, the detection of relatively high amounts of rutin and salicylic acid is one of the main factors determining the biological and pharmacological activity of the extract. According to scientific sources, rutin has strong antioxidant properties and plays an important role in neutralizing free radicals, strengthening blood vessel walls, and supporting the cardiovascular system. From this point of view, the presence of rutin in high concentration in Pulmoclin extract scientifically substantiates its therapeutic effectiveness.

The detection of quercetin and apigenin in relatively small amounts shows that the extract has a complex and multi-component composition. These flavonoids can show synergistic effects even at low concentrations and increase the overall biological activity of the extract. Specifically, quercetin is significant for its antioxidant and anti-inflammatory properties, while apigenin is important for its antioxidant effect and activation of cellular protection mechanisms.

The absence of gallic acid and kaempferol can be explained by several factors. These include the possibility that these compounds are present in very small amounts in the plant raw material, are not completely extracted during the extraction process, or are below the detection limit under the applied chromatographic conditions. This indicates the need to further improve extraction conditions or apply more sensitive analysis methods.

CONCLUSION

As a result of research conducted using high-performance liquid chromatography (HPLC) method, the presence of biologically active phenolic compounds was determined in the extract prepared based on Tribulus terrestris L. The main identified phenolic compounds were rutin, salicylic acid, quercetin, and apigenin, while gallic acid and kaempferol were not found in the extract composition. Average values were determined as follows:

Rutin - 19.687 ± 1.488 mg/L
Salicylic acid - 11.415 ± 0.552 mg/L
Quercetin - 0.061 ± 0.002 mg/L
Apigenin - 0.259 ± 0.023 mg/L

The relative standard deviation values of the results (%RSD 3.8-8.9) confirm the high accuracy and reproducibility of the HPLC method and enable reliable determination of phenolic compounds in the extract composition.

The presence of rutin and salicylic acid in high concentrations scientifically substantiates the extract's antioxidant, anti-inflammatory, and capillary-strengthening properties. These properties are closely related to the extract's long-standing use in traditional medicine. The presence of quercetin and apigenin enhances the complex biological activity of the extract, and together they show synergistic effects in supporting the body's defense mechanisms.

The absence of gallic acid and kaempferol may be due to their very small amounts in the raw material or dependence on extraction conditions. By further improving extraction and analysis conditions, the possibility of determining these components may arise.

The obtained results are of great importance in scientifically substantiating the chemical composition of natural medicines based on Tribulus terrestris, implementing a quality control system, and applying traditional medicine experience to modern phytotherapy practice. At the same time, quantitative assessment of the extract's phenolic composition serves to standardize the effectiveness and quality of traditional medicine remedies.

References

1. Ibn Sino (Avitsenna). Tib qonunlari. III tom. — Toshkent: O‘zbekiston, 1996. — (248–265s)
2. Tursunboyeva G.S., Duschanova G.M., Abdullayeva A.T., Sadinov J.S. Botanika: o‘simliklar morfologiyasi va anatomiyasi (darslik). — Toshkent, 2019. — (85–102s)
3. Kulikov I.M. Ispolzovanie yagodnykh kultur v narodnoy meditsine. — Moskva, 2013. — (180s).
4. Siriwoharn T., et al. Influence of cultivar, maturity, and processing on the phenolic compounds and antioxidant properties of Rubus species. Journal of Food Science. 2006;69(4s): FCT233–FCT240. DOI: 10.1111/j.1365-2621.2004.tb06322.x
5. O.O. Eshonkhujaev. Obtaining and classifying products for folk medicine from the blackberry (rubus) plant. International journal of scientific. Vol. 14 No.1, 2025.(*ISSN: 2181-4341)*
6. Ignat I, Volf I, Ignat G, Popa VI. Quantitative determination of polyphenols in medicinal plants using HPLC. Rev Chim (Bucharest). 2011;62(5):485–491.(ISSN 0034-7752 / E-ISSN 2066-3596.)