Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

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

CARTHAMUS TINCTORIUS L. O‘SIMLIK XOMASHYOSI TARKIBIDAGI FLAVONOID VA FENOL BIRIKMALARNI YUSSX USULIDA ANIQLASH

Dilfuza Sayfullo qizi Raxmonova
Toshkent farmatsevtika instituti, doktorant.
https://orcid.org/0009-0000-7534-9555
E-mail: dilfuzarakhmonova44@gmail.com

Manzura Toxirovna Mullajonova
Toshkent farmatsevtika instituti, Farmatsevtika fanlari nomzodi, dotsent, ilmiy tadqiqotlar, innovatsiyalar va ilmiy-pedagog kadrlar tayyorlash bo‘limi boshlig‘i
https://orcid.org/0009-0001-7185-8202

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.777

Kalit so‘zlar: Carthamus tinctorius L., flavonoidlar, YuSSX, rutin, standartlash.

Annotatsiya

Maqolada O‘zbekistonda o‘stiriladigan Carthamus tinctorius L. xomashyosining 70% etanolli ekstraktidagi flavonoid va fenol birikmalar yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) usulida aniqlandi. Tahlil Agilent-1200 xromatografida, Eclipse XDB C18 kolonkasida, 254 va 276 nm to‘lqin uzunliklarida bajarildi. Namunada digidrokversetin, rutin, rozavin, luteolin va salidrozid mos ravishda 5,03; 9,14; 5,18; 0,89 va 5,69 mg/g miqdorda aniqlandi.

Havola uchun

Rahmonova, D. S., & Mullajonova, M. T. CARTHAMUS TINCTORIUS L. O‘SIMLIK XOMASHYOSI TARKIBIDAGI FLAVONOID VA FENOL BIRIKMALARNI YuSSX USULIDA ANIQLASH. Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.777

Kirish. Bo‘yoqbop maxsar (*Carthamus tinctorius L.*) astradoshlar (*Asteraceae*) yoki murakkabguldoshlar (*Compositae*) oilasiga mansub bir yillik moyli va bo‘yoqbop o‘simlik hisoblanadi. *Carthamus* turkumiga mansub o‘simliklarning 20-25 turi ma’lum bo‘lib, ularning aksariyati O‘rta dengiz atrofi, G‘arbiy va O‘rta Osiyo hududlarida tarqalgan. Bo‘yoqbop maxsarning kelib chiqish markazlari sifatida Efiopiya va Afg‘oniston hududlari ko‘rsatiladi. O‘simlik balandligi 120 sm gacha yetadigan, tik o‘suvchi va kuchli shoxlangan poyaga ega. Barglari poyada navbat bilan joylashgan, lansetsimon shaklda bo‘lib, ayrim navlarida chetlari tikanli bo‘ladi. Gullari sariq, to‘q sariq yoki qizg‘ish-to‘q sariq rangli yirik savatcha to‘pgullarda joylashadi. Gullash davri odatda iyun–avgust oylariga, meva hosil qilishi va pishib yetilishi esa avgust–sentyabr oylariga to‘g‘ri keladi. Dehqonchilikda, asosan, bo‘yoqdor maxsar turi (*Carthamus tinctorius L.*) ekiladi. Mazkur tur madaniy o‘simlik sifatida keng tarqalgan bo‘lib, uning asosiy areali dasht zonalari va chala cho‘l hududlarini qamrab oladi [1].

Adabiyotlarda keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, jahon farmatsevtika amaliyotida bo‘yoqbop maxsarning turli organlaridan, jumladan, gullari va urug‘laridan foydalaniladi. Xorijiy mamlakatlarda *Carthamus tinctorius L.* asosida damlama, nastoyka, gulidan tayyorlangan qaynatma, urug‘ moyi hamda quruq xomashyo shakllari qo‘llaniladi. O‘simlik gullari tarkibidagi tabiiy pigmentlar va biologik faol moddalar uning farmatsevtik hamda oziq-ovqat sanoatidagi ahamiyatini oshiradi. Rossiya Federatsiyasi farmatsevtika sanoatida maxsar, asosan, biologik faol qo‘shimchalar (BFQ) ishlab chiqarishda komponent sifatida ishlatiladi. Bir qator xorijiy farmakopeyalarda bo‘yoqbop maxsarning mevasi va gullariga oid farmakopeya maqolalari mavjud. Jumladan, Yevropa farmakopeyasi VI nashri, Xitoy farmakopeyasi (2008),

Britaniya o‘simliklar farmakopeyasi (1991, 1996), Britaniya farmakopeyasi (2008) hamda American Herbal Pharmacopoeia (2008) nashrlarida ushbu o‘simlik xomashyosiga doir ma’lumotlar keltirilgan [2].

O‘zbekistonda ham bo‘yoqbop maxsar xalq tabobatida qo‘llanib kelinadi. Uning tarkibida turli guruhlarga mansub biologik faol moddalar, jumladan, flavonoidlar, fenol birikmalar, pigmentlar va boshqa tabiiy metabolitlarning mavjudligi o‘simlikning farmakognostik jihatdan o‘rganilishini dolzarb qiladi. Ayniqsa, flavonoidlar antioksidant xususiyatlari bilan ajralib turuvchi, o‘simlik xomashyosining biologik faolligi va sifat ko‘rsatkichlarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega bo‘lgan tabiiy birikmalar guruhidir. Shu sababli *Carthamus tinctorius L.* tarkibidagi flavonoidlar va fenol tabiatli birikmalarni sifat hamda miqdor jihatdan aniqlash, ularning tarkibiy xususiyatlarini o‘rganish va xomashyoni standartlash usullarini ishlab chiqish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

O‘simlik xomashyosining kimyoviy tarkibini o‘rganishda spektrofotometrik va yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) usullari keng qo‘llaniladi. Spektrofotometrik usul biologik faol moddalar guruhlarining umumiy miqdorini baholash imkonini bersa, YuSSX usuli alohida komponentlarni ajratish, identifikatsiyalash va ularning miqdorini aniqlashda yuqori sezgirlik hamda selektivlikni ta’minlaydi. Mazkur usullarning birgalikda qo‘llanilishi o‘simlik xomashyosining kimyoviy tarkibi to‘g‘risida kengroq ma’lumot olish imkonini beradi.

Carthamus tinctorius L. o‘simligining yer ustki qismi tarkibidagi biologik faol moddalarni o‘rganish maqsadida spektrofotometrik hamda YuSSX usullaridan foydalanildi. Tadqiqotda o‘simlikning barglari, poyalari va gullarini o‘z ichiga olgan yer ustki qismidan tayyorlangan ekstraktlar tahlil qilindi. Ekstraksiya jarayonida 50%, 60% va 70% li etanol eritmalaridan foydalanilib, erituvchi konsentratsiyasining biologik faol moddalarni ajratib olish samaradorligiga ta’siri solishtirildi. Olingan xromatografik natijalarda rutin, kversetin va luteolin kabi flavonoidlarga xos xromatografik piklar qayd etildi. Shuningdek, ekstraksiya samaradorligi nafaqat erituvchi konsentratsiyasiga, balki xomashyoning kimyoviy tarkibi va fizik-kimyoviy xususiyatlariga ham bog‘liq ekanligi kuzatildi.

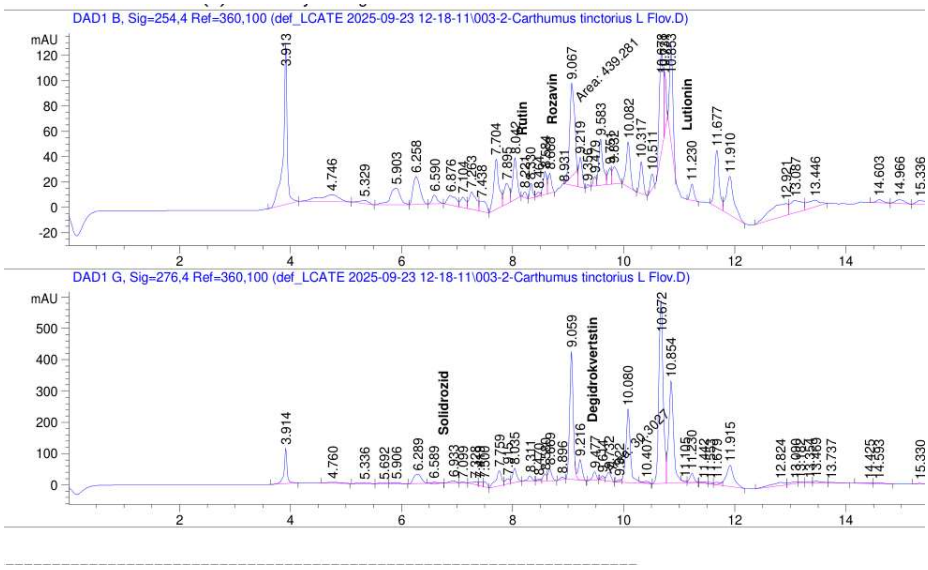
Yuqoridagi ma’lumotlardan kelib chiqib, bo‘yoqbop maxsar (*Carthamus tinctorius L.*) o‘simligining yer ustki qismi tarkibidagi biologik faol moddalarni chuqur o‘rganish, flavonoid va fenol tabiatli birikmalarni aniqlash hamda ularning miqdoriy ko‘rsatkichlarini baholash dolzarb ilmiy vazifalardan biri hisoblanadi. Shu munosabat bilan mazkur maqolaning maqsadi *Carthamus tinctorius L.* o‘simligining yer ustki qismi tarkibidagi flavonoid va fenol tabiatli birikmalarni YuSSX usulida aniqlash, ularning sifat va miqdoriy tarkibini baholash hamda o‘simlik xomashyosini farmakognostik jihatdan standartlash uchun ilmiy asos yaratishdan iborat.

Tadqiqotning maqsadi – *Carthamus tinctorius L.* o‘simlik xomashyosi tarkibidagi flavonoid va fenol birikmalarni YuSSX usulida identifikatsiya qilish, ularning miqdorini baholash hamda xomashyoning xromatografik profilini tavsiflash.

Tadqiqot materiali. Tadqiqot obyekti sifatida bo‘yoqbop maxsar (*Carthamus tinctorius L.*) o‘simligining yer ustki qismi foydalanildi. O‘simlik namunalari 2025-yil iyun–iyul oylarida Toshkent viloyati hududida, gullash fenologik bosqichida yig‘ib olindi. Xomashyo tarkibiga o‘simlikning barglari, poyalari va gullari kiritildi. Yig‘ib olingan namunalar begona aralashmalardan tozalandi va tabiiy faol moddalar tarkibining o‘zgarishini kamaytirish maqsadida to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nuri tushmaydigan, yaxshi shamollatiladigan joyda, xona haroratida quritildi. Quritilgan xomashyo maydalandi va zich yopiladigan quruq idishlarda, namlik hamda quyosh nuri ta’siridan himoyalangan sharoitda, xona haroratida saqlandi. Keyingi tadqiqotlarda aynan shu quritilgan va maydalangan xomashyo namunasidan foydalanildi. Ekstraksiya samaradorligini baholash maqsadida 50%, 60% va 70% li etanol eritmalaridan foydalanildi. Dastlabki xromatografik tahlillar natijasida 60% li etanol ekstraktida ayrim flavonoidlarga xos piklarning ajralish darajasi aniqroq kuzatilgan bo‘lsa-da, 70% li etanol eritmasi yordamida ekstraksiyalangan namunada flavonoidlar va boshqa fenol tabiatli birikmalarni birgalikda tahlil qilish imkoniyati hisobga olindi. Shu sababli keyingi miqdoriy tahlillar uchun 70% li etanol ekstrakti tanlandi.

Tadqiqot natijalari. *Carthamus tinctorius L.* namunasining diod-matritsali detektor (DAD) yordamida olingan xromatogrammasida 254 va 276 nm to‘lqin uzunliklarida ko‘plab xromatografik piklar

qayd etildi (1-rasm). Namuna xromatogrammasida rutin, rozavin, luteolin, salidrozid va digidrokversetin markerlari belgilangan. Xromatografik tahlil natijalari bo‘yicha rutin miqdori eng yuqori – 9,14 mg/g, luteolin miqdori esa 0,89 mg/g bo‘ldi (1-jadval).



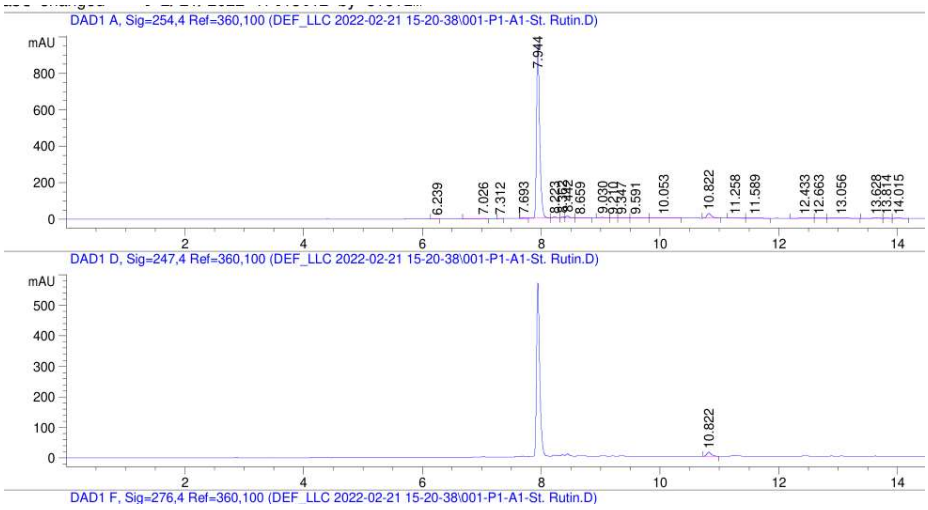
1-rasm. *Carthamus tinctorius L.* namunasining YuSSX-DAD xromatogrammasi (254 va 276 nm).

1-jadval. *Carthamus tinctorius L.* xomashyosida aniqlangan moddalar miqdori

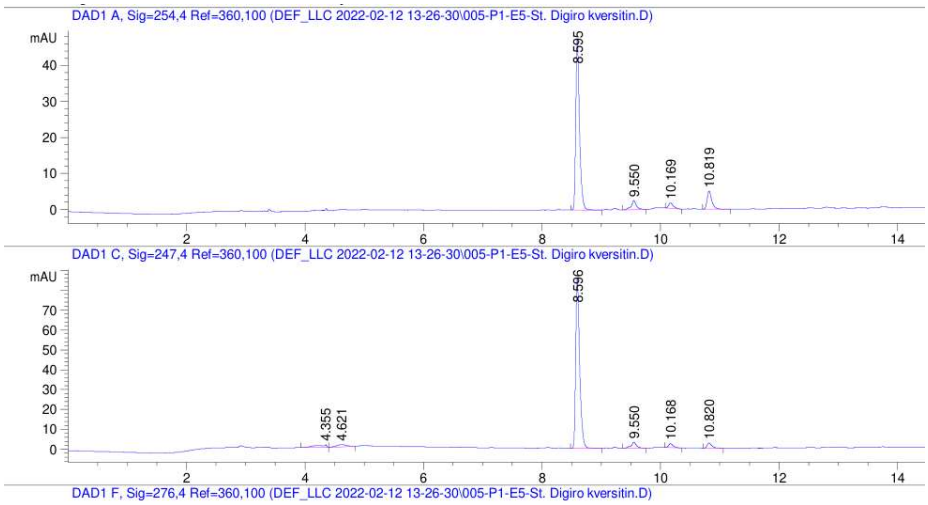
№	Aniqlangan birikma	Miqdori, mg/g
1	Digidrokversetin	5,03
2	Rutin	9,14
3	Rozavin	5,18
4	Luteolin	0,89
5	Salidrozid	5,69

Natijalarni talqin qilishda bir muhim terminologik jihatni ajratish lozim: rutin, luteolin va digidrokversetin flavonoid tabiatli birikmalar hisoblanadi; rozavin va salidrozid esa flavonoidlardan farqli ravishda fenol glikozidlar guruhiga mansub marker birikmalar hisoblanadi. Shu sababli maqolada ular YuSSX xromatografik tavsifini ifodalovchi qo‘shimcha fenol birikmalar sifatida keltirildi. Bu yondashuv tahlilda aniqlangan barcha markerlarni saqlagan holda kimyoviy tasnifni aniqroq ifodalash imkonini beradi.

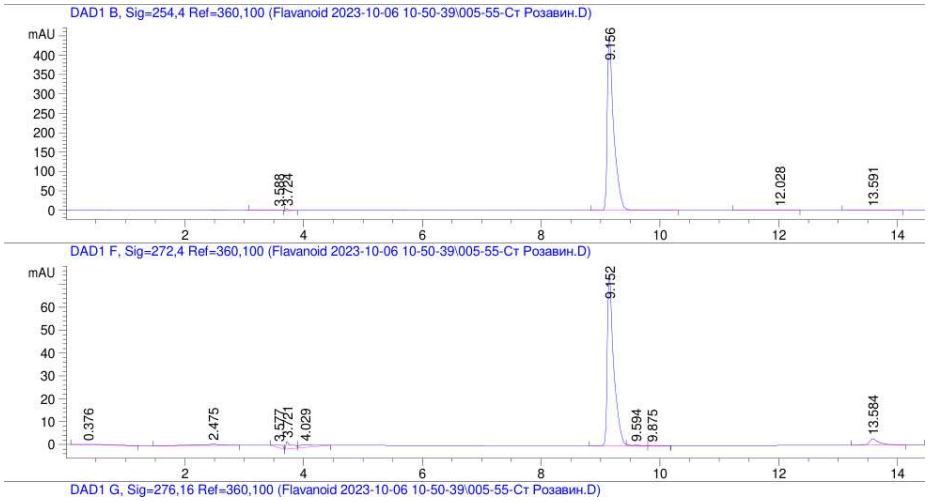
Standart moddalarning xromatogrammalari (2–6-rasm) YuSSX usulining identifikatsion imkoniyatlarini namoyon etdi. Tahlil natijalariga ko‘ra, rozavinning asosiy xromatografik piki 254 nm to‘lqin uzunligida 9,156 min, salidrozidniki 6,793 min, digidrokversetinniki 8,595 min atrofida qayd etildi. Kversetin standartida esa 254 nm kanalida 10,781 min retensiya vaqtiga ega dominant pik kuzatildi. Tadqiq etilgan namuna boshqa analitik seriyada va yangilangan xromatografik ajratish sharoitlari asosida tahlil qilinganligi sababli, standart moddalarning mutlaq retensiya vaqti qiymatlarini turli tahlil seriyalari o‘rtasida bevosita taqqoslash maqsadga muvofiq emas. Shu bois moddalarni identifikatsiya qilishda asosiy mezon sifatida bir xil analitik seriyada olingan standart va namuna xromatogrammalarining o‘zaro mosligi qabul qilindi.



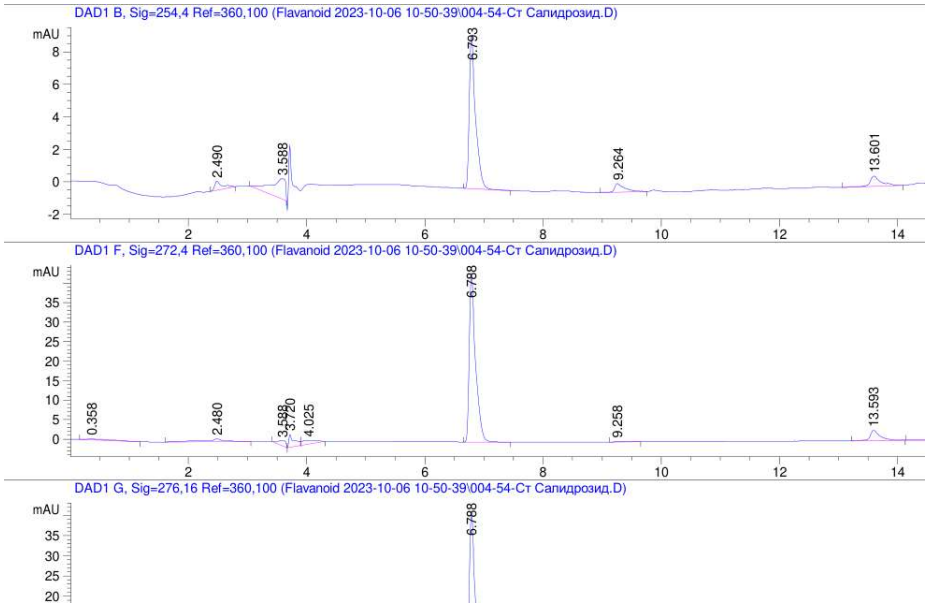
2-rasm. Rutin standart namunasining YuSSX xromatogrammasi.



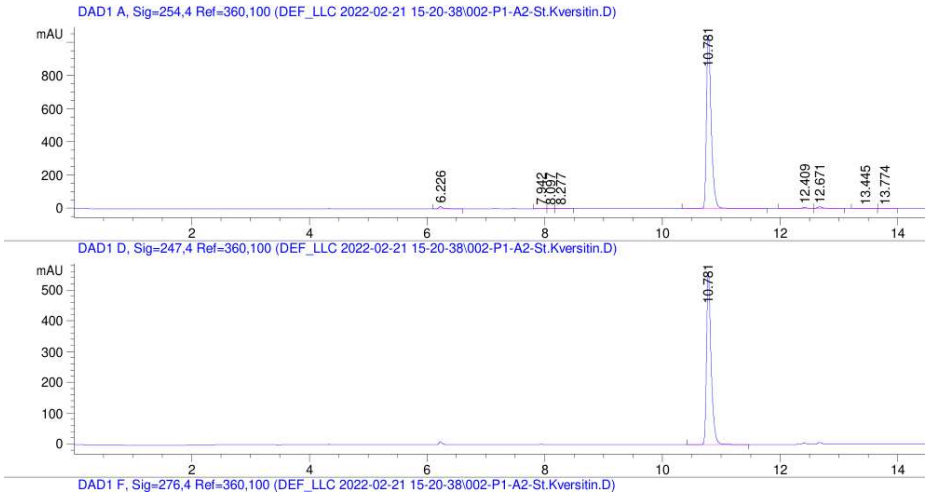
3-rasm. Digidrokversetin standart namunasining YuSSX xromatogrammasi.



4-rasm. Rozavin standart namunasining YuSSX xromatogrammasi.



5-rasm. Salidrozid standart namunasining YuSSX xromatogrammasi.



6-rasm. Kversetin standart namunasining YuSSX xromatogrammasi (qo‘shimcha identifikatsion standart).

Dissertatsiya materiallarida 50%, 60% va 70% etanol ekstraktlarini qiyosiy o‘rganishda 60% etanolli ekstraktlarda flavonoid piklari nisbatan aniq va intensiv ajralgani, gul ekstraktlarida esa rutin, kversetin va luteolin piklari yer ustki qismiga nisbatan yuqoriroq ekani qayd etilgan. Ushbu ma’lumotlar ekstraksiya sharoiti va o‘simlik organining tanlanishi flavonoid profiliga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatadi.

Tajriba qism. *Namunani tayyorlash.* Tadqiqot obyekti sifatida *Carthamus tinctorius L.* o‘simlik xomashyosi olindi. Tahlil uchun namunaning 1,0 g miqdori analitik tarozida tortilib, 300 ml hajmli yassi kolbaga joylashtirildi va 50 ml 70% etanol qo‘shildi. Aralashma magnit aralashtirgich va teskari sovutkich bilan jihozlangan sharoitda 70 °C da 1 soat davomida intensiv aralashtirildi, so‘ng 2 soat xona haroratida ekstraksiya davom ettirildi. Aralashma tindirilib filtrlandi. Qoldiq 25 ml 70% etanol bilan ikki marta qayta ekstraksiya qilindi. Filtratlar birlashtirilib, 100 ml o‘lchov kolbasida 70% etanol bilan belgisigacha yetkazildi. Eritma 6000 ayl/min tezlikda 20 daqiqa sentrifugalanib, ustki qismi xromatografik tahlil uchun olindi.

Xromatografik tahlil sharoiti.

Xromatograf – Agilent-1200, avtodozator bilan;

Kolonka – Eclipse XDB C18, 5 mkm, 4,6 × 250 mm, teskari fazali;

Detektor – diod-matritsali detektor (DAD);

Aniqlash to‘lqin uzunligi – 254 nm va 276 nm;
Oqim tezligi – 0,8 ml/min;
Harorat – 30 °C;
In’eksiya hajmi – 10 mkl;
Mobil faza – fosfatli bufer : asetonitril;
Gradient – 0–5 min – 95:5; 6–12 min – 70:30; 12–13 min – 50:50; 13–15 min – 95:5.

Xromatografga dastlab ishchi standart eritmalar, keyin tayyorlangan namuna eritmasi kiritildi. Identifikatsiya standart va namuna xromatogrammalaridagi ushlanish vaqtlari hamda piklarning detektor javoblarini solishtirish asosida olib borildi. Modda miqdorini aniqlash uchun quyidagi ifoda qo‘llandi:

$X = S_{ob} \times 2 \times 200 \times 1000 / (S_{st} \times 10 \times 1000)$

Bu erda:
S_{ob} – namuna pik maydoni,
S_{st} – standart pik maydoni,
2 – standart namuna konsentratsiyasi,
10 – xromatografga yuborilgan miqdor.

Xulosa. *Carthamus tinctorius L.* o‘simlik xomashyosining 70% etanolli ekstrakti YuSSX-DAD usulida tahlil qilindi va ko‘p komponentli xromatografik profil olindi. Namunada digidrokversetin (5,03 mg/g), rutin (9,14 mg/g), rozavin (5,18 mg/g), luteolin (0,89 mg/g) va salidrozid (5,69 mg/g) aniqlandi. Flavonoid markerlar ichida rutin miqdori eng yuqori bo‘lib, u *Carthamus tinctorius L.* xomashyosini standartlashda istiqbolli analitik marker sifatida ko‘rib chiqilishi mumkin. Agilent-1200, Eclipse XDB C18 kolonkasi va DAD detektori asosidagi YuSSX sharoiti xomashyoning fenol profilini baholash uchun qo‘llashga yaroqli analitik yondashuvni namoyon etdi. Keyingi tadqiqotlarda usulning selektivlik, chiziqlilik, aniqlik, takrorlanuvchanlik, LOD va LOQ kabi validatsion ko‘rsatkichlarini alohida baholash maqsadga muvofiq.

Adabiyotlar

1. Харисова А.В. Фармакогностическое исследование сафлора красильного (Carthamus tinctorius L.) : дис. ... канд. фарм. наук. – Самара, 2014. – 160 с.
2. Флора Узбекистана. – Ташкент : Изд-во АН УзССР. – Т. 5. – С. 340, 348.
3. Zhou Y.X., Chen Y., Ye X. et al. Carthamus tinctorius L.: A review of its botany, traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicology // Frontiers in Pharmacology. – 2016. – Vol. 7. – P. 370. – DOI: 10.3389/fphar.2016.00370.
4. Nawaz H., Shad M.A., Rehman N. et al. Therapeutic potential of safflower (Carthamus tinctorius L.): A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology // Journal of Ethnopharmacology. – 2017. – Vol. 209. – P. 50–60. – DOI: 10.1016/j.jep.2017.07.024.
5. Lin L.C., Pai Y.F., Tsai T.H. Isolation of luteolin 7-O-glucoside and pharmacokinetics // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2015. – Vol. 63. – P. 7700. – DOI: 10.1021/jf505848z.
6. Carthamus tinctorius L. namuna xromatogrammasi va rutin, kversetin, digidrokversetin, rozavin hamda salidrozid standartlarining HPLC hisobotlari : taqdim etilgan laboratoriya materiallari.
7.O‘zbekiston Respublikasi Davlat farmakopeyasi, 2-nashr (2025).
8.Xian B. va hammualliflar (2022). Comprehensive review of two groups of flavonoids in Carthamus tinctorius L.
9.Wang S. va hammualliflar (2021). Chemical characterization of flavonoids and alkaloids in safflower (Carthamus tinctorius L.) by comprehensive two-dimensional hydrophilic interaction chromatography coupled with hybrid linear ion trap Orbitrap mass spectrometry

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

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

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДНЫХ И ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ *CARTHAMUS TINCTORIUS L.* МЕТОДОМ ВЭЖХ

Дилфуза Сайфуллоевна Рахмонова
Ташкентский фармацевтический институт, докторант.
https://orcid.org/0009-0000-7534-9555
E-mail: dilfuzarakhmonova44@gmail.com

Манзура Тохировна Муллажонова
Ташкентский фармацевтический институт, канд. фармацевт. наук, доц., начальник отдела научных исследований, инноваций и подготовки научно-педагогических кадров
https://orcid.org/0009-0001-7185-8202

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.777

Ключевые слова: *Carthamus tinctorius L.*, флавоноиды, ВЭЖХ, рутин, стандартизация.

Аннотация

В статье представлены результаты определения флавоноидных и фенольных соединений в 70%-ном этанольном извлечении растительного сырья *Carthamus tinctorius L.*, культивируемого в Узбекистане, методом ВЭЖХ. Анализ выполняли на системе Agilent 1200 с колонкой Eclipse XDB C18 при 254 и 276 нм. Дигидрокверцетин, рутин, розавин, лютеолин и салидрозид обнаружены в количестве 5,03; 9,14; 5,18; 0,89 и 5,69 мг/г соответственно.

Как цитировать

Рахмонова, Д. С., & Муллажонова , М. Т. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФЛАВОНОИДНЫХ И ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ В РАСТИТЕЛЬНОМ СЫРЬЕ CARTHAMUS TINCTORIUS L. МЕТОДОМ ВЭЖХ. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.777

Красильная сафлор (Carthamus tinctorius *L.*) — однолетнее масличное и красильное растение, относящееся к семейству Астровые (*Asteraceae*), или Сложноцветные (*Compositae*). Известно около 20–25 видов рода *Carthamus*, большинство из которых распространено в Средиземноморье, Западной и Центральной Азии. В качестве центров происхождения красильного сафлора указываются территории Эфиопии и Афганистана. Растение достигает 120 см в высоту, имеет прямостоячий, сильно разветвлённый стебель. Листья расположены на стебле очередно, имеют ланцетную форму, у некоторых сортов их края снабжены колючками. Цветки жёлтого, оранжевого или красновато-оранжевого цвета собраны в крупные соцветия-корзинки. Период цветения обычно приходится на июнь–август, а образование и созревание плодов — на август–сентябрь. В сельском хозяйстве преимущественно культивируется красильный сафлор (*Carthamus tinctorius L.*). Данный вид широко распространён как культурное растение, основной ареал которого охватывает степные и полупустынные зоны [1].

Согласно литературным данным, в мировой фармацевтической практике используются различные органы красильного сафлора, в том числе цветки и семена. В зарубежных странах применяются настои, настойки, отвары из цветков, масло семян, а также высушенное растительное сырьё на основе *Carthamus tinctorius L.* Наличие природных пигментов и биологически активных веществ в цветках растения повышает его значение для фармацевтической и пищевой промышленности. В фармацевтической промышленности Российской Федерации сафлор используется преимущественно в качестве компонента при производстве биологически активных добавок (БАД). В ряде зарубежных фармакопей имеются фармакопейные статьи, посвящённые

плодам и цветкам красильного сафлора. В частности, сведения о данном растительном сырье приведены в VI издании Европейской фармакопеи, Фармакопее Китайской Народной Республики (2008), Британской травяной фармакопее (1991, 1996), Британской фармакопее (2008), а также в American Herbal Pharmacopoeia (2008) [2].

В Узбекистане красильный сафлор также издавна применяется в народной медицине. Наличие в его составе биологически активных веществ различных групп, в том числе флавоноидов, фенольных соединений, пигментов и других природных метаболитов, обусловливает актуальность фармакогностического изучения данного растения. Особое значение имеют флавоноиды — группа природных соединений, характеризующихся антиоксидантными свойствами и играющих важную роль в формировании биологической активности и показателей качества растительного сырья. В связи с этим качественное и количественное определение флавоноидов и соединений фенольной природы в составе *Carthamus tinctorius L.*, изучение их компонентного состава и разработка методов стандартизации сырья имеют важное научно-практическое значение.

Для изучения химического состава растительного сырья широко применяются спектрофотометрические методы и метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Спектрофотометрический метод позволяет оценивать общее содержание групп биологически активных веществ, тогда как метод ВЭЖХ обеспечивает высокую чувствительность и селективность при разделении, идентификации и количественном определении отдельных компонентов. Совместное применение данных методов позволяет получить более полную информацию о химическом составе растительного сырья.

С целью изучения биологически активных веществ, содержащихся в надземной части растения *Carthamus tinctorius L.*, были использованы спектрофотометрический метод и метод ВЭЖХ. В исследовании анализировали экстракты, приготовленные из надземной части растения, включающей листья, стебли и цветки. Для экстракции использовали растворы этанола концентрацией 50%, 60% и 70%, при этом сравнивали влияние концентрации растворителя на эффективность извлечения биологически активных веществ. В полученных хроматографических результатах были зарегистрированы пики, характерные для таких флавоноидов, как рутин, кверцетин и лютеолин. Кроме того, было установлено, что эффективность экстракции зависит не только от концентрации растворителя, но и от химического состава и физико-химических свойств растительного сырья.

Исходя из вышеизложенного, углублённое изучение биологически активных веществ надземной части красильного сафлора (*Carthamus tinctorius L.*), выявление флавоноидов и соединений фенольной природы, а также оценка их количественных показателей являются актуальными научными задачами. В связи с этим целью настоящей статьи является определение флавоноидов и соединений фенольной природы в надземной части растения *Carthamus tinctorius L.* методом ВЭЖХ, оценка их качественного и количественного состава и создание научной основы для фармакогностической стандартизации растительного сырья.

Цель исследования. Идентификация флавоноидов и фенольных соединений в составе растительного сырья Carthamus tinctorius L. методом ВЭЖХ, оценка их количественного содержания и характеристика хроматографического профиля сырья.

Материалы исследования. Объектом исследования являлась надземная часть растения красильного сафлора (*Carthamus tinctorius L.*). Образцы растения были собраны в июне–июле 2025 года на территории Ташкентской области в фазу цветения. В состав сырья входили листья, стебли и цветки растения. Собранные образцы очищали от посторонних примесей и высушивали при комнатной температуре в хорошо проветриваемом месте, защищённом от прямого солнечного света, с целью минимизации изменений содержания природных биологически активных веществ. Высушенное сырьё измельчали и хранили в плотно закрытых сухих ёмкостях при комнатной температуре, в условиях защиты от влаги и солнечного света. В последующих исследованиях использовали именно данную высушенную и измельчённую пробу сырья.

Для оценки эффективности экстракции использовали растворы этанола концентрацией 50%, 60% и 70%. По результатам предварительного хроматографического анализа было установлено, что в экстракте, полученном с использованием 60%-ного этанола, степень разделения пиков, характерных для некоторых флавоноидов, была более выраженной. Вместе с тем при выборе 70%-ного раствора этанола учитывалась возможность совместного анализа флавоноидов и других соединений фенольной природы в экстракте. В связи с этим для последующих количественных исследований был выбран экстракт, полученный с использованием 70%-ного этанола.

Результаты исследования. На хроматограмме образца *Carthamus tinctorius L.*, полученной с помощью диодно-матричного детектора (ДМД), при длинах волн 254 и 276 нм зарегистрировано множество хроматографических пиков (рис. 1). На хроматограмме образца отмечены маркеры рутин, розавин, лютеолин, салидрозид и дигидрокверцетин. По результатам хроматографического анализа наибольшим оказалось содержание рутина – 9,14 мг/г, содержание лютеолина составило 0,89 мг/г (табл. 1).

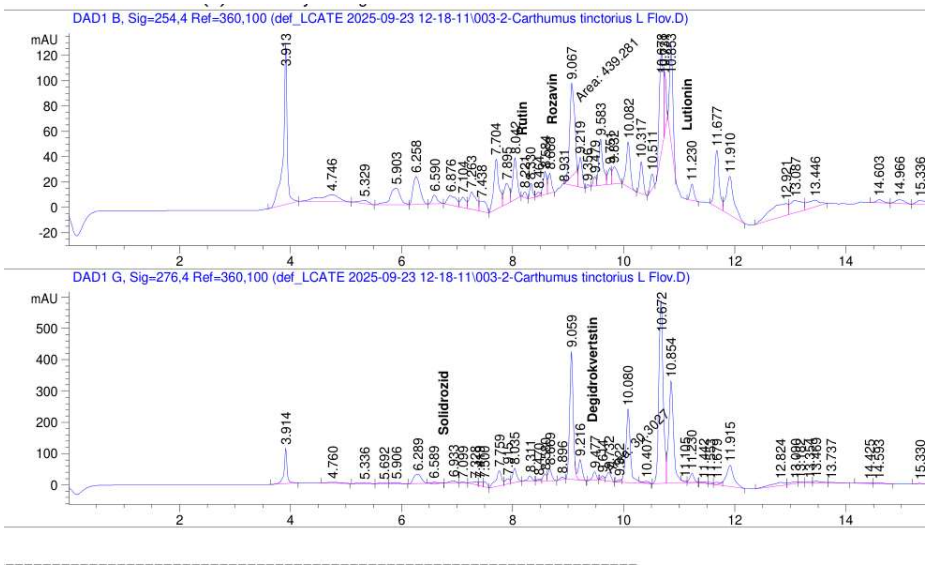


Рис. 1. ВЭЖХ-ДМД хроматограмма образца *Carthamus tinctorius L.* (254 и 276 нм).

Таблица 1. Содержание соединений, определённых в сырье *Carthamus tinctorius L.*

№	Определённое соединение	Содержание, мг/г
1	Дигидрокверцетин	5,03
2	Рутин	9,14
3	Розавин	5,18
4	Лютеолин	0,89
5	Салидрозид	5,69

При интерпретации результатов необходимо выделить один важный терминологический аспект: рутин, лютеолин и дигидрокверцетин относятся к соединениям флавоноидной природы; розавин и салидрозид, в отличие от флавоноидов, являются индикаторными соединениями группы фенольных гликозидов. Поэтому в статье они приведены как дополнительные фенольные соединения, характеризующие хроматографический профиль ВЭЖХ. Такой подход позволяет сохранить все определённые маркеры и точнее отразить химическую классификацию.

Хроматограммы стандартных веществ (рис. 2–6) продемонстрировали идентификационные возможности метода ВЭЖХ. По результатам анализа основной хроматографический пик розавина при 254 нм зарегистрирован при 9,156 мин, салидрозида – при 6,793 мин, дигидрокверцетина – около

8,595 мин. Для стандарта кверцетина в канале 254 нм наблюдался доминирующий пик со временем удерживания 10,781 мин. Поскольку исследуемый образец анализировали в другой аналитической серии и при обновлённых условиях хроматографического разделения, прямое сравнение абсолютных значений времён удерживания стандартов между разными сериями нецелесообразно. Поэтому основным критерием идентификации принято соответствие хроматограмм стандарта и образца, полученных в одной аналитической серии.

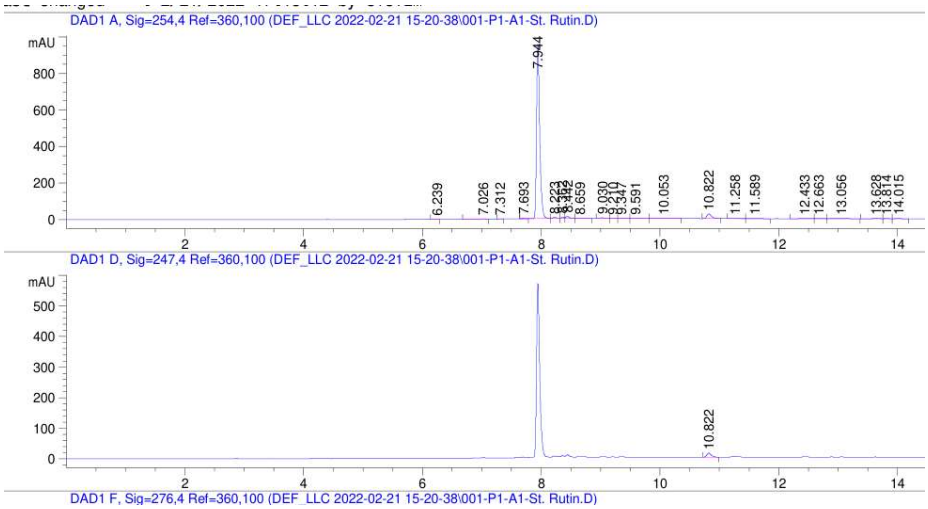


Рис. 2. ВЭЖХ-хроматограмма стандартного образца рутина.

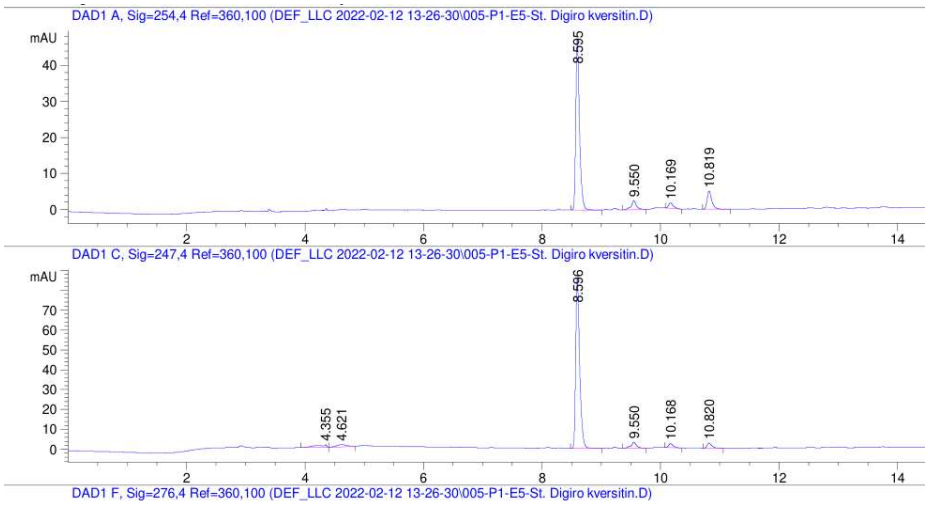


Рис. 3. ВЭЖХ-хроматограмма стандартного образца дигидрокверцетина.

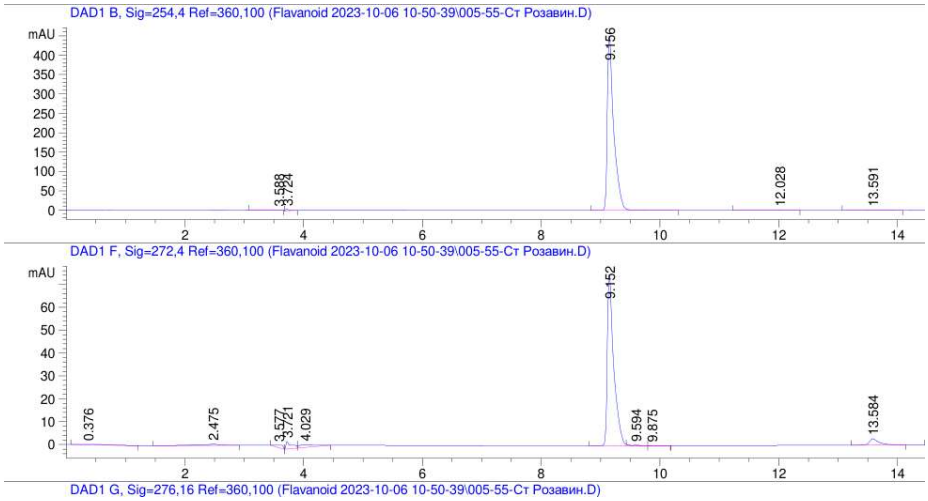


Рис. 4. ВЭЖХ-хроматограмма стандартного образца розавина.

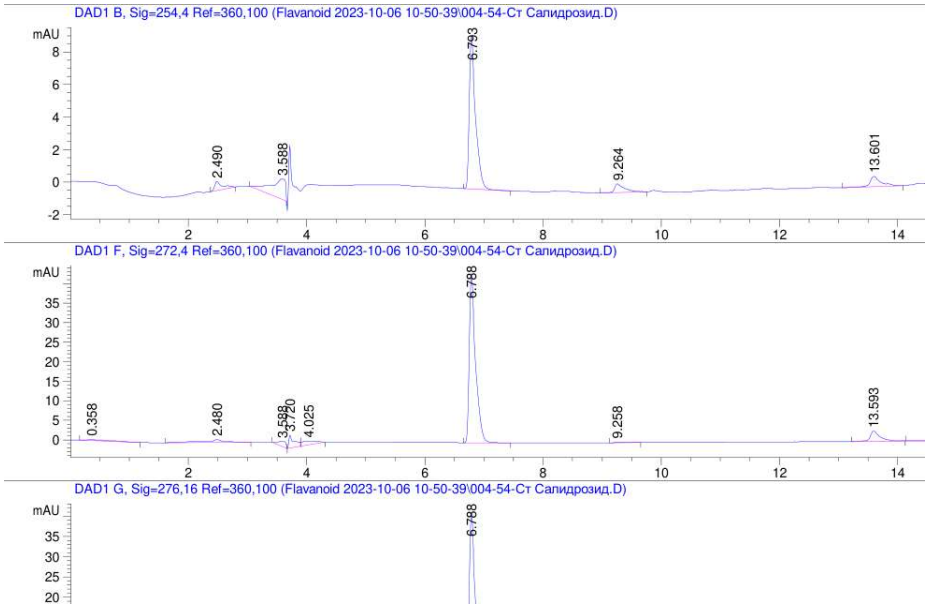


Рис. 5. ВЭЖХ-хроматограмма стандартного образца салидрозида.

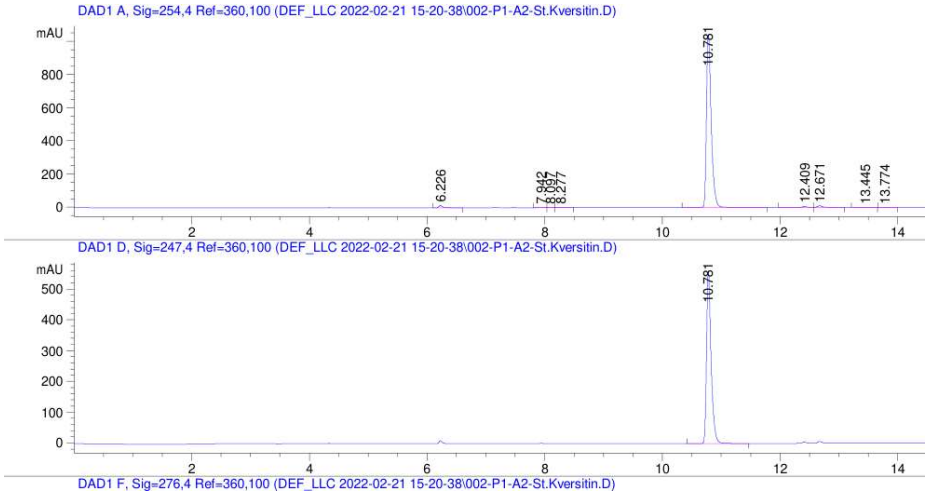


Рис. 6. ВЭЖХ-хроматограмма стандартного образца кверцетина (дополнительный идентификационный стандарт)

В диссертационных материалах при сравнительном изучении этанольных извлечений 50%, 60% и 70% отмечено, что в 60%-ных этанольных извлечениях пики флавоноидов разделялись более чётко и интенсивно, а в извлечениях из цветков пики рутина, кверцетина и лютеолина были выше, чем в надземной части. Эти данные показывают, что условия экстракции и выбор органа растения существенно влияют на флавоноидный профиль.

Экспериментальная часть. *Подготовка образца.* В качестве объекта исследования использовали растительное сырьё *Carthamus tinctorius L.* Для анализа навеску образца 1,0 г взвешивали на аналитических весах, помещали в плоскодонную колбу вместимостью 300 мл и добавляли 50 мл 70%-ного этанола. Смесь интенсивно перемешивали при 70 °C в течение 1 ч на магнитной мешалке с обратным холодильником, затем экстракцию продолжали 2 ч при комнатной температуре. Смесь отстаивали и фильтровали. Остаток дважды повторно экстрагировали 25 мл 70%-ного этанола. Фильтраты объединяли и доводили 70%-ным этанолом до метки в мерной колбе вместимостью 100 мл. Раствор центрифугировали при 6000 об/мин в течение 20 мин, надосадочную жидкость использовали для хроматографического анализа.

Условия хроматографического анализа.

Хроматограф – Agilent-1200 с автодозатором;

Колонка – Eclipse XDB C18, 5 мкм, 4,6 × 250 мм, обращённо-фазовая;

Детектор – диодно-матричный детектор (ДМД);

Длины волн детектирования – 254 и 276 нм;

Скорость потока – 0,8 мл/мин;

Температура – 30 °C;

Объём вводимой пробы – 10 мкл;

Подвижная фаза – фосфатный буфер : ацетонитрил;

Градиент – 0–5 мин – 95:5; 6–12 мин – 70:30; 12–13 мин – 50:50; 13–15 мин – 95:5.

В хроматограф вводили сначала рабочие стандартные растворы, затем приготовленный раствор образца. Идентификацию проводили путём сравнения времён удерживания и откликов детектора пиков на хроматограммах стандарта и образца. Для определения количества вещества использовали выражение:

$$X = S_{об} \times 2 \times 200 \times 1000 / (S_{ст} \times 10 \times 1000)$$

Здесь:

$S_{об}$ – площадь пика образца,

$S_{ст}$ – площадь пика стандарта,

2 – концентрация стандартного образца,

10 – количество, введённое в хроматограф.

Вывод. Методом ВЭЖХ-ДМД проанализировано 70%-ное этанольное извлечение растительного сырья *Carthamus tinctorius L.* и получен многокомпонентный хроматографический профиль. В образце обнаружены дигидрокверцетин (5,03 мг/г), рутин (9,14 мг/г), розавин (5,18 мг/г), лютеолин (0,89 мг/г) и салидрозид (5,69 мг/г). Среди флавоноидных маркеров содержание рутина наибольшее, поэтому он может рассматриваться как перспективный аналитический маркер при стандартизации сырья *Carthamus tinctorius L.* Условия ВЭЖХ на основе системы Agilent-1200, колонки Eclipse XDB C18 и ДМД показали пригодность аналитического подхода для оценки фенольного профиля сырья. В дальнейших исследованиях целесообразно отдельно оценить валидационные характеристики метода: селективность, линейность, точность, повторяемость, пределы обнаружения (LOD) и количественного определения (LOQ).

Литературы

1. Харисова А.В. Фармакогностическое исследование сафлора красильного (Carthamus tinctorius L.) : дис. ... канд. фарм. наук. – Самара, 2014. – 160 с.

2. Флора Узбекистана. – Ташкент : Изд-во АН УзССР. – Т. 5. – С. 340, 348.

3. Zhou Y.X., Chen Y., Ye X. et al. Carthamus tinctorius L.: A review of its botany, traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicology // Frontiers in Pharmacology. – 2016. – Vol. 7. – P. 370. – DOI: 10.3389/fphar.2016.00370.
4. Nawaz H., Shad M.A., Rehman N. et al. Therapeutic potential of safflower (Carthamus tinctorius L.): A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology // Journal of Ethnopharmacology. – 2017. – Vol. 209. – P. 50–60. – DOI: 10.1016/j.jep.2017.07.024.
5. Lin L.C., Pai Y.F., Tsai T.H. Isolation of luteolin 7-O-glucoside and pharmacokinetics // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2015. – Vol. 63. – P. 7700. – DOI: 10.1021/jf505848z.
6. Carthamus tinctorius L. namuna xromatogrammasi va rutin, kversetin, digidrokversetin, rozavin hamda salidrozid standartlarining HPLC hisobotlari : taqdim etilgan laboratoriya materiallari.
7.O‘zbekiston Respublikasi Davlat farmakopeyasi, 2-nashr (2025).
8.Xian B. va hammualliflar (2022). Comprehensive review of two groups of flavonoids in Carthamus tinctorius L.
9.Wang S. va hammualliflar (2021). Chemical characterization of flavonoids and alkaloids in safflower (Carthamus tinctorius L.) by comprehensive two-dimensional hydrophilic interaction chromatography coupled with hybrid linear ion trap Orbitrap mass spectrometry

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

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

DETERMINATION OF FLAVONOID AND PHENOLIC COMPOUNDS IN *CARTHAMUS TINCTORIUS L.* PLANT MATERIAL BY HPLC

Dilfuza S. Rakhmonova
Tashkent Pharmaceutical Institute, Doctoral Student.
https://orcid.org/0009-0000-7534-9555
E-mail: dilfuzarakhmonova44@gmail.com

Manzura T. Mullajonova
Tashkent Pharmaceutical Institute, Candidate of Pharmaceutical Sciences (PhD), Associate Professor, Head of the Department of Scientific Research, Innovations and Training of Scientific and Pedagogical Personnel
https://orcid.org/0009-0001-7185-8202

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.777

Keywords. *Carthamus tinctorius L.*, flavonoids, HPLC, rutin, standardization.

Annotation. The article presents the results of HPLC determination of flavonoid and phenolic compounds in the 70% ethanol extract of Carthamus tinctorius L. plant material cultivated in Uzbekistan. The analysis was performed on an Agilent 1200 system with an Eclipse XDB C18 column at 254 and 276 nm. Dihydroquercetin, rutin, rosavin, luteolin and salidroside were found at 5.03, 9.14, 5.18, 0.89 and 5.69 mg/g, respectively.

How to Cite
Rakhmonova, D. S., & Mullajonova, M. T. DETERMINATION OF FLAVONOID AND PHENOLIC COMPOUNDS IN CARTHAMUS TINCTORIUS L. PLANT MATERIAL BY HPLC. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(5). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss5.2026.777

Safflower (*Carthamus tinctorius L.*) is an annual oilseed and dye-producing plant belonging to the family Asteraceae (Compositae). Approximately 20–25 species of the genus *Carthamus* are known, most of which are distributed throughout the Mediterranean region, Western and Central Asia. Ethiopia and Afghanistan are considered among the centres of origin of safflower. The plant can reach a height of up to 120 cm and has an erect, highly branched stem. Its leaves are arranged alternately along the stem and are lanceolate in shape; in some varieties, their margins are spiny. The flowers, which are yellow, orange or reddish-orange, are arranged in large capitulum-type inflorescences. The flowering period usually occurs from June to August, while fruit formation and ripening take place from August to September. In agricultural practice, the cultivated species is primarily safflower (*Carthamus tinctorius L.*). This species is widely cultivated, with its main distribution area covering steppe and semi-desert regions [1].

According to published literature, various organs of safflower, including its flowers and seeds, are used in pharmaceutical practice worldwide. In different countries, safflower-based preparations include infusions, tinctures, decoctions prepared from the flowers, seed oil and dried plant materials. The presence of natural pigments and biologically active compounds in the flowers increases the importance of this plant in the pharmaceutical and food industries. In the pharmaceutical industry of the Russian Federation, safflower is mainly used as a component in the production of biologically active food supplements. Pharmacopoeial monographs relating to the fruits and flowers of safflower are available in several foreign pharmacopoeias. In particular, information on this plant material is included in the 6th edition of the European Pharmacopoeia, the Chinese Pharmacopoeia (2008), the British Herbal Pharmacopoeia (1991, 1996), the British Pharmacopoeia (2008), and the American Herbal Pharmacopoeia (2008) [2].

In Uzbekistan, safflower has also traditionally been used in folk medicine. The presence of various groups of biologically active substances, including flavonoids, phenolic compounds, pigments and other

natural metabolites, makes the pharmacognostic investigation of this plant relevant. Flavonoids are particularly important as a group of natural compounds known for their antioxidant properties and their contribution to the biological activity and quality characteristics of medicinal plant materials. Therefore, the qualitative and quantitative determination of flavonoids and phenolic compounds in *Carthamus tinctorius L.*, the investigation of their composition, and the development of methods for standardising the plant material are of considerable scientific and practical importance. Spectrophotometric methods and high-performance liquid chromatography (HPLC) are widely used to investigate the chemical composition of plant materials. Spectrophotometric methods make it possible to evaluate the total content of groups of biologically active substances, whereas HPLC provides high sensitivity and selectivity for the separation, identification and quantitative determination of individual components. The combined application of these methods enables a more comprehensive assessment of the chemical composition of plant materials.

Spectrophotometric and HPLC methods were used to investigate the biologically active compounds present in the aerial parts of *Carthamus tinctorius L.* In this study, extracts prepared from the aerial parts of the plant, including leaves, stems and flowers, were analysed. Ethanol solutions at concentrations of 50%, 60% and 70% were used for extraction, and the effect of solvent concentration on the extraction efficiency of biologically active compounds was compared. The obtained chromatographic results revealed peaks characteristic of flavonoids such as rutin, quercetin and luteolin. It was also observed that extraction efficiency depends not only on the solvent concentration but also on the chemical composition and physicochemical properties of the plant material.

Based on the above considerations, the comprehensive investigation of biologically active compounds in the aerial parts of safflower (*Carthamus tinctorius L.*), the identification of flavonoids and phenolic compounds, and the assessment of their quantitative characteristics represent important scientific objectives. Accordingly, the aim of this article is to determine flavonoids and phenolic compounds in the aerial parts of *Carthamus tinctorius L.* using HPLC, evaluate their qualitative and quantitative composition, and establish a scientific basis for the pharmacognostic standardisation of the plant material.

Aim of the Study. To identify flavonoids and phenolic compounds in *Carthamus tinctorius L.* plant material using HPLC, assess their quantitative content, and characterise the chromatographic profile of the raw material.

Research Materials. The object of the study was the aerial parts of safflower (*Carthamus tinctorius L.*). Plant samples were collected in June–July 2025 in the Tashkent region during the flowering stage. The plant material consisted of leaves, stems and flowers. The collected samples were cleaned of foreign impurities and dried at room temperature in a well-ventilated area protected from direct sunlight in order to minimise changes in the content of natural biologically active compounds. The dried plant material was ground and stored in tightly sealed, dry containers at room temperature, protected from moisture and sunlight. The same dried and powdered plant material was used in subsequent investigations.

To evaluate extraction efficiency, 50%, 60% and 70% ethanol solutions were used. Preliminary chromatographic analysis showed that the extract obtained using 60% ethanol exhibited more distinct separation of peaks characteristic of certain flavonoids. However, the selection of 70% ethanol for subsequent analysis was based on the possibility of simultaneously investigating flavonoids and other phenolic compounds in the extract. Therefore, the extract obtained using 70% ethanol was selected for subsequent quantitative analysis.

Research results. Numerous chromatographic peaks were recorded at wavelengths of 254 and 276 nm on the chromatogram of the *Carthamus tinctorius L.* sample obtained with a diode-array detector (DAD) (Fig. 1). The markers rutin, rosavin, luteolin, salidroside and dihydroquercetin are indicated on the sample chromatogram. According to the chromatographic analysis, the rutin content was the highest, 9.14 mg/g, and the luteolin content was 0.89 mg/g (Table 1).

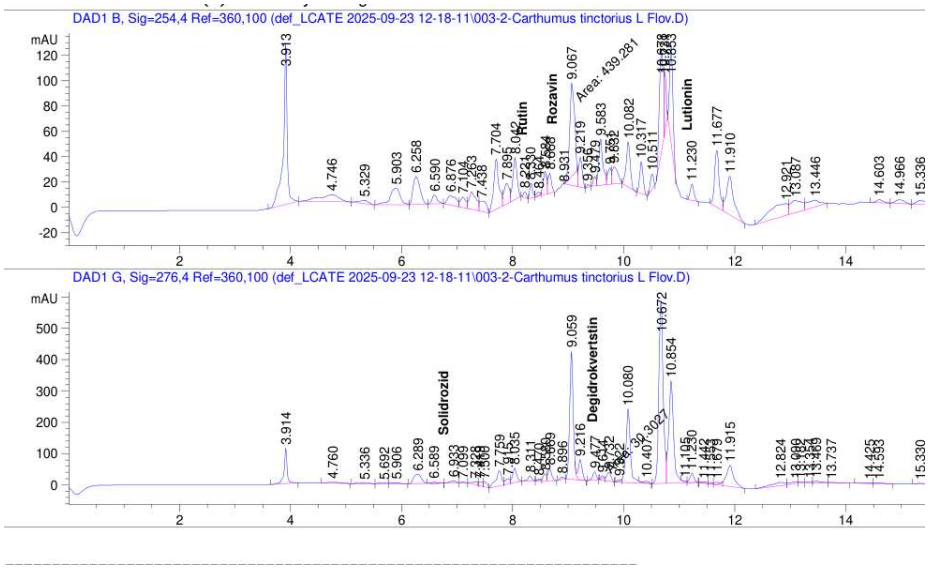


Figure 1. HPLC-DAD chromatogram of the *Carthamus tinctorius L.* sample (254 and 276 nm).

Table 1. Content of compounds determined in *Carthamus tinctorius L.* raw material

No.	Compound determined	Content, mg/g
1	Dihydroquercetin	5.03
2	Rutin	9.14
3	Rosavin	5.18
4	Luteolin	0.89
5	Salidroside	5.69

One important terminological point should be distinguished when interpreting the results: rutin, luteolin and dihydroquercetin are flavonoid compounds, whereas rosavin and salidroside, unlike flavonoids, are indicator compounds belonging to the group of phenolic glycosides. Therefore, in this article they are presented as additional phenolic compounds characterizing the HPLC profile. This approach retains all the markers identified in the analysis and describes the chemical classification more precisely.

The chromatograms of the reference standards (Figs. 2–6) demonstrated the identification capabilities of the HPLC method. According to the analysis, the main chromatographic peak of rosavin at 254 nm was recorded at about 9.156 min, that of salidroside at 6.793 min, and that of dihydroquercetin at about 8.595 min. For the quercetin standard, a dominant peak with a retention time of 10.781 min was observed in the 254 nm channel. Since the studied sample was analyzed in a different analytical series and under updated chromatographic separation conditions, a direct comparison of the absolute retention times of the standards between different analytical series is not appropriate. Therefore, the agreement between the standard and sample chromatograms obtained in the same analytical series was adopted as the main identification criterion.

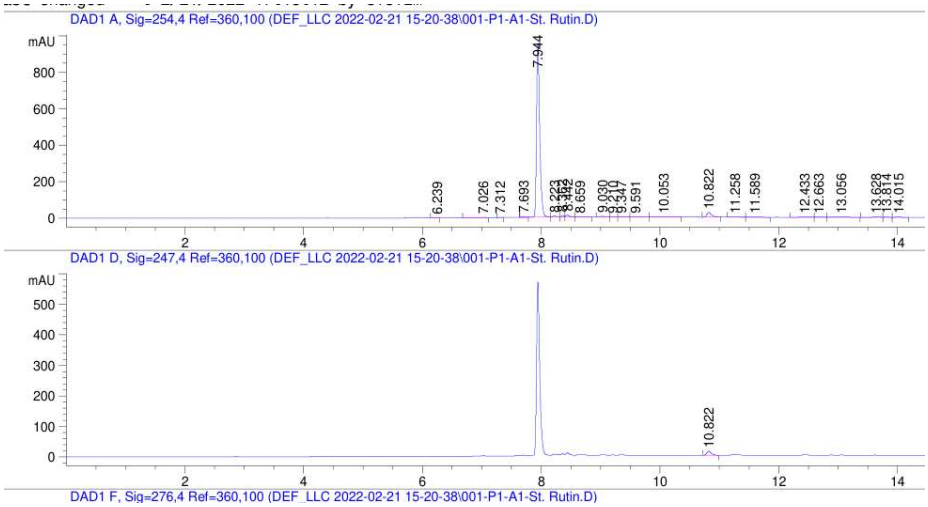


Figure 2. HPLC chromatogram of the rutin reference standard.

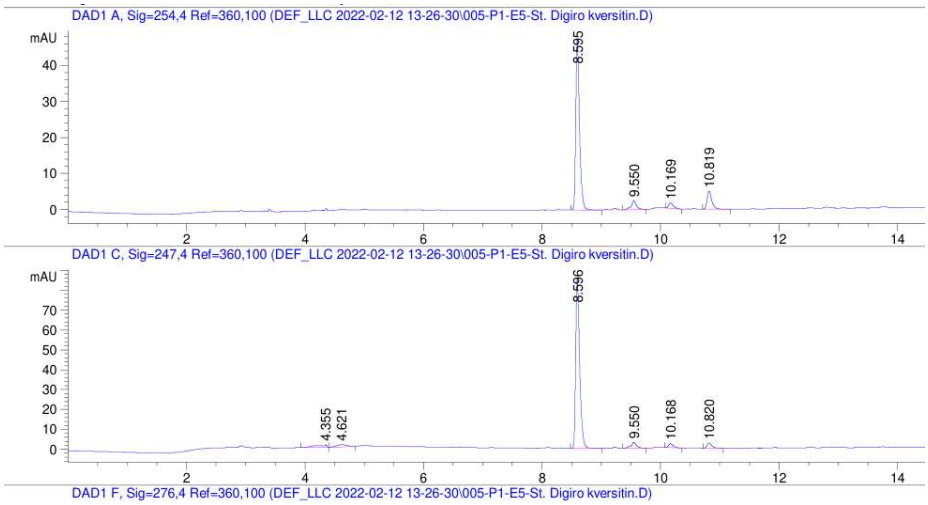


Figure 3. HPLC chromatogram of the dihydroquercetin reference standard.

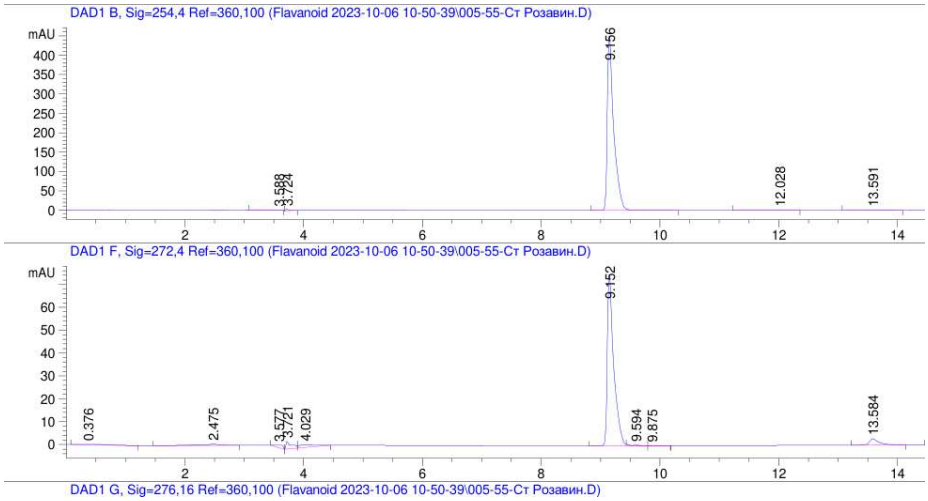


Figure 4. HPLC chromatogram of the rosavin reference standard.

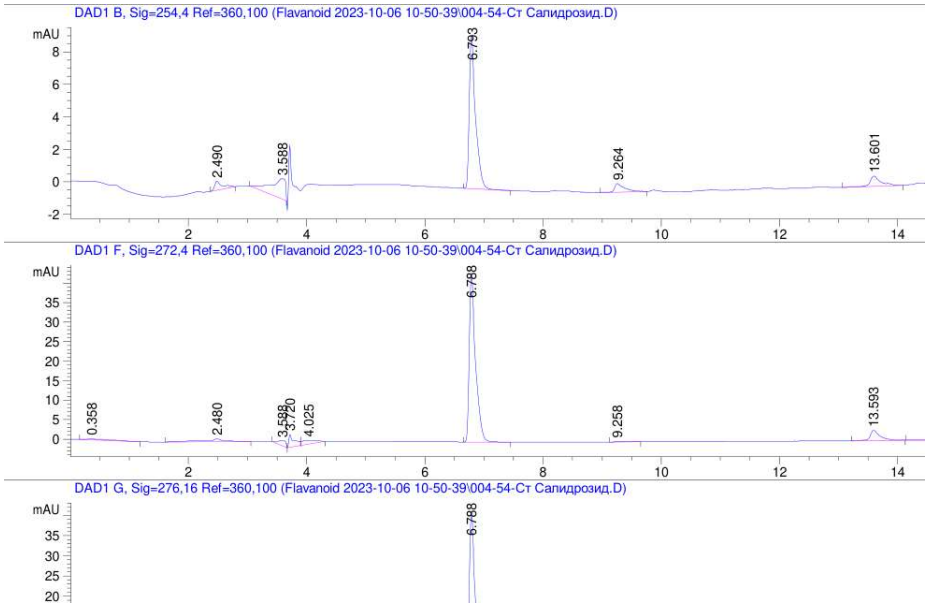


Figure 5. HPLC chromatogram of the salidroside reference standard.

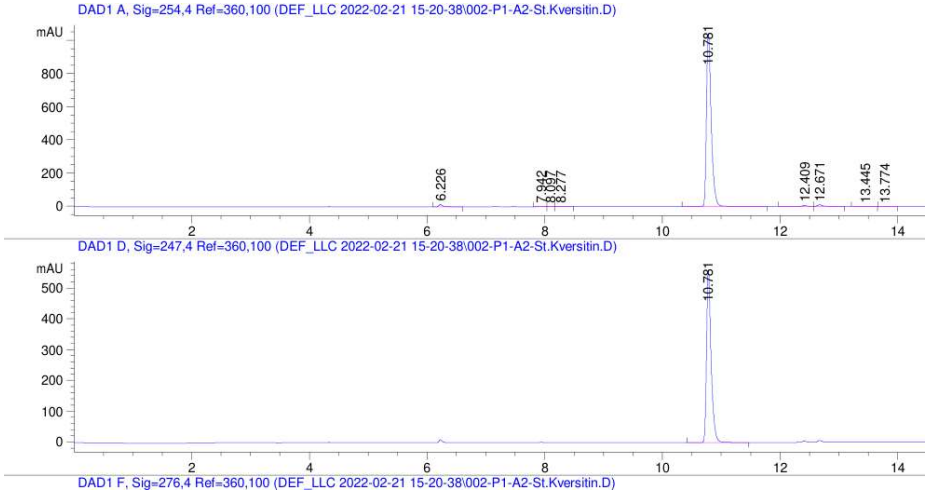


Figure 6. HPLC chromatogram of the quercetin reference standard (additional identification standard).

In the dissertation materials, a comparative study of 50%, 60% and 70% ethanol extracts showed that flavonoid peaks were separated more clearly and intensely in the 60% ethanol extracts, and that the rutin, quercetin and luteolin peaks in flower extracts were higher than in the aerial part. These data show that extraction conditions and the choice of plant organ significantly affect the flavonoid profile.

Experimental part. *Sample preparation. Carthamus tinctorius L.* plant material was used as the object of study. For analysis, a 1.0 g portion of the sample was weighed on an analytical balance, placed in a 300 mL flat-bottom flask, and 50 mL of 70% ethanol was added. The mixture was intensively stirred at 70 °C for 1 h using a magnetic stirrer with a reflux condenser, and then extraction was continued for 2 h at room temperature. The mixture was allowed to settle and was filtered. The residue was re-extracted twice with 25 mL of 70% ethanol. The filtrates were combined and brought to the mark with 70% ethanol in a 100 mL volumetric flask. The solution was centrifuged at 6000 rpm for 20 min, and the supernatant was taken for chromatographic analysis.

Chromatographic conditions.

Chromatograph – Agilent-1200 with autosampler;

Column – Eclipse XDB C18, 5 µm, 4.6 × 250 mm, reversed-phase;

Detector – diode-array detector (DAD);

Detection wavelengths – 254 and 276 nm;
Flow rate – 0.8 mL/min;
Temperature – 30 °C;
Injection volume – 10 µL;
Mobile phase – phosphate buffer : acetonitrile;
Gradient – 0–5 min – 95:5; 6–12 min – 70:30; 12–13 min – 50:50; 13–15 min – 95:5.

The working standard solutions and then the prepared sample solution were injected into the chromatograph. Identification was based on comparing the retention times and detector responses of the peaks in the standard and sample chromatograms. The following expression was used to determine the amount of substance:

$X = S_{sam} \times 2 \times 200 \times 1000 / (S_{st} \times 10 \times 1000)$

Here:

S_{sam} – peak area of the sample,
S_{st} – peak area of the standard,
2 – concentration of the standard sample,
10 – amount injected into the chromatograph.

Conclusion. The 70% ethanol extract of *Carthamus tinctorius L.* plant material was analyzed by HPLC-DAD, and a multicomponent chromatographic profile was obtained. Dihydroquercetin (5.03 mg/g), rutin (9.14 mg/g), rosavin (5.18 mg/g), luteolin (0.89 mg/g) and salidroside (5.69 mg/g) were detected in the sample. Among the flavonoid markers, the rutin content was the highest, so it may be considered a promising analytical marker for the standardization of *Carthamus tinctorius L.* raw material. The HPLC conditions based on the Agilent-1200 system, the Eclipse XDB C18 column and the DAD detector proved to be a suitable analytical approach for assessing the phenolic profile of the raw material. In further studies, it is advisable to evaluate separately the validation parameters of the method, such as selectivity, linearity, accuracy, repeatability, LOD and LOQ.

References

1. Харисова А.В. Фармакогностическое исследование сафлора красильного (Carthamus tinctorius L.) : дис. ... канд. фарм. наук. – Самара, 2014. – 160 с.
2. Флора Узбекистана. – Ташкент : Изд-во АН УзССР. – Т. 5. – С. 340, 348.
3. Zhou Y.X., Chen Y., Ye X. et al. Carthamus tinctorius L.: A review of its botany, traditional uses, phytochemistry, pharmacology, and toxicology // Frontiers in Pharmacology. – 2016. – Vol. 7. – P. 370. – DOI: 10.3389/fphar.2016.00370.
4. Nawaz H., Shad M.A., Rehman N. et al. Therapeutic potential of safflower (Carthamus tinctorius L.): A review of traditional uses, phytochemistry and pharmacology // Journal of Ethnopharmacology. – 2017. – Vol. 209. – P. 50–60. – DOI: 10.1016/j.jep.2017.07.024.
5. Lin L.C., Pai Y.F., Tsai T.H. Isolation of luteolin 7-O-glucoside and pharmacokinetics // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2015. – Vol. 63. – P. 7700. – DOI: 10.1021/jf505848z.
6. Carthamus tinctorius L. namuna xromatogrammasi va rutin, kversetin, digidrokversetin, rozavin hamda salidrozid standartlarining HPLC hisobotlari : taqdim etilgan laboratoriya materiallari.
7.O‘zbekiston Respublikasi Davlat farmakopeyasi, 2-nashr (2025).
8.Xian B. va hammualliflar (2022). Comprehensive review of two groups of flavonoids in Carthamus tinctorius L.
9.Wang S. va hammualliflar (2021). Chemical characterization of flavonoids and alkaloids in safflower (Carthamus tinctorius L.) by comprehensive two-dimensional hydrophilic interaction chromatography coupled with hybrid linear ion trap Orbitrap mass spectrometry