Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 2, 2026 Traditional Medicine

QORA VA SARIQ ZIRA URUG‘LARINING TARKIBIDAGI MAKRO VA MIKROELEMENTLAR MIQDOR ANALIZI

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

Nilufar Mirobid qizi Isroilova
Andijon davlat unversiteti, Kimyo kafedrasi magistranti
https://orcid.org/0009-0007-5746-6871
E-mail: nilufarisroilova9703@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss2.2026.646

Kalit so'zlar: Qora zira(Bunium persicum, Sariq zira(Carum carvi), makroelementlar, mikroelementlar, mineral tarkib biologik faollik, IBP-OES.

Annotatsiya

Ush maqolada sariq zira (Carum carvi) va qora zira (Bunium persicum) tarkibidagi makro va mikroelementlar miqdorini induktiv bog'langan plazmali optik-emissiya spektrometriya (IBP-OES) usuli yordamida yordam bayon qilingan. Hisob-kitoblarga ko'ra, namunalar tarkibiga jami 69ta aniq element aniqlandi. Makroelementlar orasida kaliy, kalsiy, magniy, fosfor va natriy, mikroelementlar ichida esa temir, alyuminiy, rux, marganes va bor boshqariladigan moddalarga nisbatan yuqori darajada kuzatildi.

Havola uchun:

Isroilova, N. M. qizi. QORA VA SARIQ ZIRA URUG‘LARINING TARKIBIDAGI MAKRO VA MIKROELEMENTLAR MIQDOR ANALIZI . Tovarlar Kimyosi Va Xalq Tabobati Jurnali, 5(2). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss2.2026.646

Kirish: Dunyoda dorivor o‘simliklar va ziravorlar iste'moli yildan-yilga ortib bormoqda. Xususan, zira turlari o'zining shifobaxsh xususiyatlari va ozuqaviy qiymati bilan ajralib turadi. So‘nggi yillarda O‘zbekiston va xorijiy ilmiy tadqiqotlarda tabiiy xomashyo asosida biologik faol mahsulotlar yaratishga alohida e’tibor qaratilmoqda.

Zira turlari - kashnichdoshlar va ayiqtovondoshlar oilasiga mansub bo'lib, ular tarkibida taxminan 15-20% protein va 30-40% gacha yog'li kislotalar mavjud [1, 2]. Zira urug'lari asosan kaliy, kalsiy, magniy va temir kabi minerallarga boy hisoblanadi. Mineral moddalar inson organizmidagi plazma konsentratsiyasini tartibga solishda va fermentativ jarayonlarni faollashtirishda muhim ahamiyatga ega. Bugungi kunda farmatsevtika sanoatida tabiiy xomashyo asosida shifobaxsh mahsulotlar yaratishda zira turlarining mineral elementlarga boyligi muhim o'rin tutadi.

Qo‘llanilgan metod va materiallar. Qora (*bunium persicum*) va sariq (*carum carvi*) zira urug’larining 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. Namuna quruq kul olish usuli asosida mufel pechida (Nabertherm, Germaniya) bosqichma-bosqich qizdirish orqali kuydirildi. Harorat 95 °C dan 550 °C gacha oshirilib, 5 soat ushlab turildi. Olingan kulga ICP-MS tozaligidagi 6 ml 70% li va 2 ml 60% li qo‘shilib, qizdirildi. Eritma 100 ml hajmgacha ultra toza suv bilan yetkazildi va 0,45 µm li filtrdan o‘tkazildi.

Standart eritmalarni tayyorlash. Tadqiqotda Highpuritystandards (AQSh) kompaniyasining 2% li azot kislotasidagi 68 ta elementdan iborat (10 mg/l) hamda Sigma Aldrich (Germaniya) korxonasining 2

mol/l HNO_3 muhitidagi simob (1000 mg/l) standart namunalaridan foydalanildi. Shuningdek, tarkibida 25 ta element mavjud bo‘lgan Aristar (AQSh) standart eritmasi (10 mg/l) asosida 2% li HNO_3 muhitida asosiy ishchi eritmalar tayyorlandi. Ketma-ket suyultirish usuli orqali qo‘shimcha uch xil konsentratsiyali gradulangan eritmalar olindi. Nazorat (blank) namunasi sifatida 2% li HNO_3 eritmasi qo‘llanildi. Jami 69 ta kimyoviy element uchun qurilgan kalibrlash grafiklarining approksimatsiya koeffitsiyenti (R^2) 0,995 dan yuqori bo‘lishi ta’minlangach, spektrometrik tahlillar amalga oshirildi.

Analizni bajarish. Elementar tarkibni aniqlash ishlari Thermo Fisher Scientific (AQSh) korporatsiyasi tomonidan taqdim etilgan iCAP PRO X Duo ICP-OES rusumli induksion bog‘langan plazmali optik-emission spektrometr yordamida amalga oshirildi. Tadqiqot metodikasini shakllantirish hamda olingan tahliliy ma’lumotlarni qayta ishlash jarayonlari maxsus QTegra ISDS dasturiy ta’minoti muhitida bajarildi.

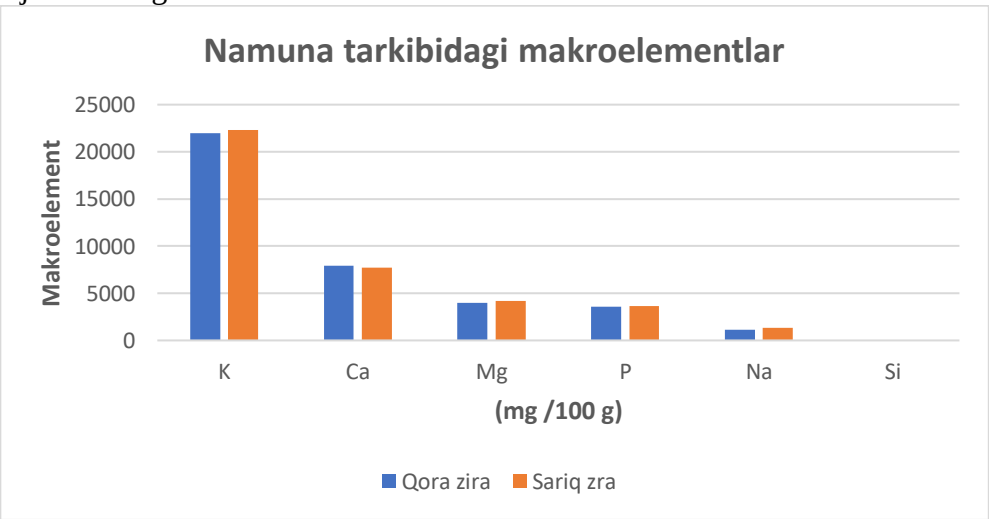
Analiz metodi parametrlari. Quyidagi parametrlar asosida tajriba induktiv bog‘langan plazma (IBP) spektrometriyasi sharoitida olib borildi va barcha sozlamalar o‘lchovlarning aniqligi hamda takrorlanuvchanligini ta’minlashga qaratildi. Namuna kiritish tizimida nasos trubkasi sifatida namunani uzatish uchun Tygon® sariq/oq, drenaj qismi uchun esa Tygon® oq/oq turdagi trubkalar qo‘llanildi. Nasosning ishlash tezligi 45 aylanish/daqiqani tashkil etdi, bu esa eritmaning barqaror oqimini ta’minladi. Aerozol hosil qilish jarayonida shisha siklonik spray kamera ishlatildi, u zarrachalarni samarali ajratib, barqaror tuman hosil bo‘lishiga yordam berdi. Nebulayzer sifatida shisha konsentrik tur tanlandi, bu esa namunani mayda va bir xil o‘lchamdagi tomchilarga parchalanishini ta’minladi.

Gaz oqimlari quyidagicha sozlandi: nebulayzer gazining oqimi 0,6 L/min, sovutish (plazma) gazining oqimi 12,5 L/min hamda yordamchi gaz oqimi 0,5 L/min qilib belgilandi. Ushbu parametrlar plazmaning barqaror yonishini va analiz jarayonining optimal sharoitda kechishini ta’minladi. Markaziy trubka diametri 2 mm bo‘lib, bu plazma ichiga namunani samarali kiritishga xizmat qildi.

Radiochastota (RF) quvvati 1150 Vt qilib o‘rnatildi, bu esa plazmaning yetarli darajada energiya bilan ta’minlanishini va elementlarning to‘liq ionlanishini kafolatladi. Har bir o‘lchov uch marta takrorlanib, natijalarning ishonchliligi oshirildi. Analiz vaqti aksial va radial rejimlar uchun alohida belgilandi va har ikkisida ham 15 soniyani tashkil etdi. Bu vaqt oralig‘i signalni yetarli darajada yig‘ish va aniqlikni ta’minlash uchun optimal deb hisoblandi.

Natijada, yuqoridagi sozlamalar majmuasi tajribaning barqaror, aniq va qayta tiklanuvchi natijalar bilan o‘tkazilishini ta’minladi.

Olingan natijalar 1-diagrammada keltirildi.



1-rasm. Namuna tarkibidagi makroelementlar (mkg/100 g)

Induksion spektrometriya natijalari asosida tuzilgan gistogrammalardan ko‘rinadiki, qora zira (*Bunium persicum*) va sariq zira (*Carum carvi*) namunalarida makroelementlarning to‘planish darajasi K > Ca > Mg > P > Na>Si iyerarxik ketma-ketligiga yaqqol namoyon bo‘ladi.

Zira tarkibida makroelementlar orasida kaliy (K) eng yuqori miqdorda aniqlandi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, Sariq zirada kaliy miqdori qora ziraga nisbatan 378.4 mg/100 g ga ko‘proq. Kaliy va natriy hujayra membranasi potensialini saqlash, nerv impulslarini uzatish hamda suv-elektrolit muvozanatini tartibga solishda muhim rol o‘ynaydi.

Kalsiy (Ca) miqdori qora zirada 192.43 mg/100 g ga ko‘proq ekani aniqlandi. Kalsiy suyak va tishlarning asosiy tarkibiy qismi bo‘lib, mushak qisqarishi, nerv impulslarini uzatish va qon ivish jarayonlarida muhim ahamiyatga ega.

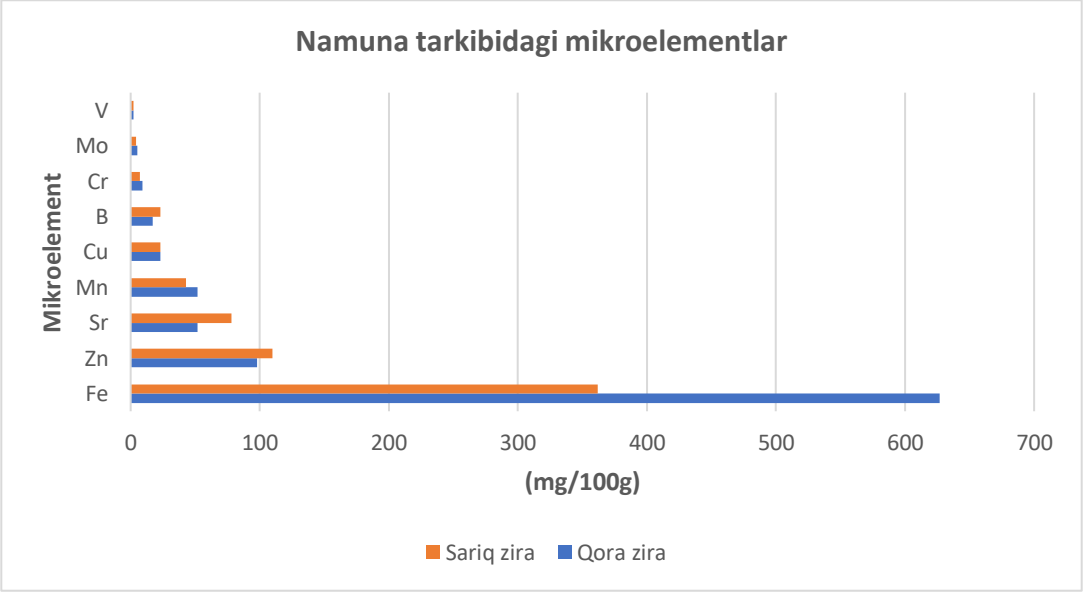
Magniy (Mg) miqdori sariq zirada 214.8 mg/100 g ga ko‘proq. Magniy organizmda ko‘plab fermentativ reaksiyalar, energiya almashinuvi va nerv-mushak tizimi faoliyatida muhim rol o‘ynaydi.

Fosfor (P) miqdori sariq zirada 76.84 mg/100 g ga yuqori. Fosfor kalsiy bilan birgalikda suyak to‘qimalarining shakllanishida va energiya almashinuvida (ATP tarkibida) ishtirok etadi [3].

Natriy (Na) miqdori sariq zirada 232.59 mg/100 g ga ko‘proq ekanligi aniqlandi. Natriy organizmda suv-tuz muvozanatini saqlash va nerv impulslarini uzatishda muhim hisoblanadi.

Kremniy (Si) miqdori esa qora zirada 70.88 mg/100 g, sariq zirada 70.90 mg/100 g bo‘lib, farq juda kichik — 0.02 mg/100 g ni tashkil etdi. Kremniy biriktiruvchi to‘qimalar, teri va kollagen sintezi jarayonlarida muhim rol o‘ynaydi [4]

Umuman olganda, olingan natijalar qora va sariq zira urug‘lari makroelementlarga boy ekanligini ko‘rsatdi. Ayrim elementlar (Ca) qora zirada yuqori miqdorda uchrasa, boshqalari (K, Mg, P va Na) sariq zirada nisbatan ko‘proq ekani aniqlandi. Bu esa har ikkala zira turi oziqaviy va farmakologik jihatdan muhim mineral manbai bo‘lib xizmat qilishini ko‘rsatadi.



2-rasm. Namuna tarkibidagi mikroelementlar (mkg/100 g)

Mikroelementlar tahlilida Temir (Fe) miqdori qora zirada (627.4 mkg/100 g) o'ta yuqoriligi aniqlandi. Temir qon hosil bo'lishi va kislorod tashilishida muhim rol o'ynaydi. Rux (110.3 mkg/100 g) esa sariq zirada ko'proq bo'lib, teri regeneratsiyasi va immun tizimi faolligi uchun xizmat qiladi [5].

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, qora zira (*Bunium persicum*) va sariq zira (*Carum carvi*) urug‘lari tarkibida bir qator biologik jihatdan muhim mikroelementlar aniqlangan. Mikroelementlar orasida temir, rux, marganes va mis elementlari nisbatan yuqori miqdorda qayd etilib, ularning o‘simlikning biologik va oziqaviy qiymatini belgilashda muhim ahamiyatga ega ekanligi kuzatildi.

Mikroelementlar ichida eng katta miqdoriy farq temir (Fe) elementida kuzatildi. Qora zira urug‘ida temir miqdori 627.42 mg/100 g ni tashkil etib, sariq zira urug‘iga (361.655 mg/100 g) nisbatan 265.77 mg/100 g ga yuqori ekanligi aniqlandi. Temir organizmda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etuvchi ko‘plab fermentlarning tarkibiy qismi bo‘lib, hujayra nafas olishi va modda almashinuvi jarayonlarida muhim rol o‘ynaydi [6]. Shu jihatdan qora zira urug‘ida temir miqdorining yuqoriligi uning biologik faol xomashyo sifatidagi ahamiyatini oshiradi.

Rux (Zn) elementi esa aksincha sariq zira urug‘ida ko‘proq aniqlangan bo‘lib, uning miqdori qora ziraga nisbatan 11.99 mg/100 g ga yuqori ekanligi kuzatildi. Rux ko‘plab ferment tizimlarining faol markazida ishtirok etib, oqsil sintezi, immun jarayonlar hamda antioksidant himoya mexanizmlarida muhim rol o‘ynaydi [7]. Shu sababli sariq zira tarkibida rux miqdorining nisbatan yuqori bo‘lishi uning biologik faol komponentlarga boyligini ko‘rsatadi.

Marganes (Mn) elementi ham qora zira urug‘ida ustunlik ko‘rsatib, sariq ziraga nisbatan 8.93 mg/100 g ga ko‘proq ekanligi aniqlandi. Marganes ko‘plab fermentlarning kofaktori bo‘lib, uglevod va lipid almashinuvi jarayonlarida ishtirok etadi [8]. Shuningdek, u antioksidant ferment tizimlari faoliyatida ham muhim rol o‘ynaydi.

Mis (Cu) elementining miqdori har ikki o‘simlik urug‘ida deyarli bir xil bo‘lib, ular orasidagi farq atigi 0.6 mg/100 g ni tashkil etdi. Mis organizmda oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarini boshqaruvchi fermentlar tarkibiga kirib, energiya almashinuvi hamda gemopoez jarayonlarida muhim rol o‘ynaydi [9].

Bundan tashqari, bor (B) va stronsiy (Sr) elementlari sariq zira urug‘ida qora ziraga nisbatan mos ravishda 6.02 mg/100 g va 25.44 mg/100 g ga yuqori miqdorda aniqlangan. Bor o‘simliklarning o‘sishi va rivojlanishida muhim rol o‘ynaydigan elementlardan biri bo‘lsa, stronsiy mineral almashinuv jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lgan element sifatida tavsiflanadi [10].

Mikroelementlar tarkibi bo‘yicha o‘tkazilgan qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatdiki, qora va sariq zira urug‘larining mineral tarkibi o‘xshash bo‘lsa-da, ayrim elementlar miqdorida sezilarli farqlar mavjud. Ayniqsa, temir va stronsiy elementlari miqdoridagi katta tafovutlar ushbu o‘simliklarning biologik hamda oziqaviy qiymatini baholashda muhim ko‘rsatkich hisoblanadi. Olingan natijalar qora va sariq zira urug‘larining oziq-ovqat, farmatsevtika hamda an’anaviy tabobatda biologik faol xomashyo sifatida qo‘llanish imkoniyatlarini ilmiy jihatdan asoslaydi.



3-rasm. iCAP Pro X Duo (ThermoScientific, AQSh) induksion bog‘langanplazmali optik emission spektrometri

Ultramikroelementlar — organizmda juda kam miqdorda uchraydigan, ammo fermentativ, antioksidant va immun jarayonlarda muhim rol o‘ynaydigan elementlardir. IBP-OES tahlili natijalariga ko‘ra, zira urug‘lari tarkibida bir qator biologik faol ultramikroelementlar aniqlangan

1-jadval. Namuna tarkibidagi ultramikroelementlar (mkg/100 g)

№	Element	Qora zira	Sariq zira	Biologik roli
1	Li	16.72	12.191	Nerv–immun tizimi faoliyatini qo‘llab-quvvatlaydi
2	Rb	9.949	14.767	Hujayra signal uzatish va metabolik jarayonlar

3	Ti	6.114	3.258	Oksidaza fermentlari kofaktori, energiya almashinuvi
4	Te	4.866	5.429	Antioksidant fermentlar faoliyati
5	Pt	3.811	2.244	Metabolik jarayonlar va energiya almashinuvi

Qora va sariq zira urug‘laridagi ultramikroelementlar hujayra metabolizmi, fermentativ faollik va antioksidant tizimlarni qo‘llab-quvvatlashda muhim ahamiyatga ega.

Litiy (Li) qora zirada sariq ziraga nisbatan yuqoriroq (farq 4.529 mkg/100 g) bo‘lib, nerv va immun tizimi faoliyatini qo‘llab-quvvatlaydi.

Rubidiy (Rb) sariq zirada ustun bo‘lib, hujayra signal uzatish va metabolik jarayonlarni rag‘batlantiradi.

Nd, Ir, Sm, Os, Sc, La, Zr, Tb, Tm, Be, Au, Ga, Rh kabi ultramikroelementlar qora va sariq zira urug‘larida oz miqdorlarda (<1 mkg/100 g) mavjud bo‘lib, ular ham metabolik jarayonlar, fermentativ faollik va hujayra signal uzatish jarayonlariga yordam beradi [11], lekin miqdori pastligi sababli asosiy tahlilda jadvalga kiritilmadi.

Zira urug‘lari oziq-ovqat, farmatsevtika va an’anaviy tibbiyotda keng qo‘llaniladi, ularning kimyoviy tarkibi esa sog‘liq uchun muhim ahamiyatga ega. Zira urug‘lari tarkibida nafaqat makro va mikroelementlar, balki oz miqdordagi og‘ir va zaharli metallar ham aniqlanadi. Ushbu elementlarning tarkibi va miqdori organizmdagi toksik yuklamani baholash, shuningdek, oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash nuqtai nazaridan muhim hisoblanadi [12].

2-jadval. Namuna tarkibidagi zaharli va og‘ir elementlar (mkg/1kg)

№	Element	Qora zira	Sariq zira	Gigiyenik normativlar bo‘yicha ruxsat etilgan maksimal miqdor
1	Hg (Simob)	0.087 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0,3
2	As (Mishyak)	0.176 ± 0.28	<LOD	1,0
3	Pb (Qo‘rg‘oshin)	1.333 ± 0.08	0.653 ± 0.03	1,0
4	Cd (Kadmiy)	0.273 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0,2

Izoh: <LOD – deteksiya minimumidan past, miqdori juda kam yoki aniqlanmadi.

Jadval ma’lumotlariga ko‘ra, qora va sariq zira urug‘lari tarkibidagi zaharli elementlar miqdori gigiyenik normativlar bilan solishtirib baholandi. Natijalarga ko‘ra, simob (Hg) hamda mishyak (As) miqdorlari har ikkala namunada ham O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi tomonidan belgilangan maksimal ruxsat etilgan me’yorlardan ancha past ekanligi aniqlandi [13].

Qo‘rg‘oshin (Pb) va kadmiy (Cd) elementlari bo‘yicha esa ayrim ko‘rsatkichlar belgilangan me’yoriy qiymatlarga yaqin yoki undan yuqori darajada ekanligi kuzatildi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, qora zira (*Bunium persicum*) va sariq zira (*Carum carvi*) urug‘lari mineral elementlarga boy bo‘lib, ularning tarkibida makroelementlar ichida ayniqsa kaliy (22329.9 mkg/100 g) eng yuqori miqdorda aniqlangan. Kalsiy miqdori qora zirada ustun bo‘lib (7922.9 mkg/100 g), suyak-to‘qima tizimi uchun muhim ahamiyatga ega ekanligi tasdiqlandi. Mikroelementlar tahlili natijasida temir elementi qora zirada yuqori (627.4 mkg/100 g) bo‘lib, qon hosil bo‘lishi va kislorod tashilishida muhim rol o‘ynashi aniqlandi, rux esa sariq zirada nisbatan ko‘proq bo‘lib, immun tizimi va antioksidant himoyani qo‘llab-quvvatlaydi. Marganes ham qora zirada ustunlik ko‘rsatib, fermentativ jarayonlarda muhim ishtirok etishi qayd etildi.

Shuningdek, ultramikroelementlar (Li, Rb, Ti, Te, Pt) kam miqdorda bo‘lsa-da, organizmda metabolik va antioksidant jarayonlarni qo‘llab-quvvatlashda muhim ahamiyatga ega. Zaharli elementlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, simob va mishyak miqdori ruxsat etilgan me’yorlardan past, biroq qo‘rg‘oshin va kadmiy ayrim hollarda me’yoriy chegaralarga yaqin yoki biroz yuqori ekanligi kuzatildi.

Umuman olganda, olingan natijalar qora va sariq zira urug‘larining oziq-ovqat, farmatsevtika va an’anaviy tibbiyotda biologik faol xomashyo sifatida yuqori salohiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, ularni amaliyotda qo‘llashda xavfsizlikni ta’minlash maqsadida sanitariya-gigiyenik nazoratni kuchaytirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Adabiyotlar

[1] Gedik, O. (2023). The Effect of Different Phosphorus Doses on Fixed Oil Component and Plant Nutritional Elements of Black Cumin (Nigella sp.). International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences, 7(2), 47-51.. .

[2] Comune, n. Carvi (carum carvi l.)...

[3] Ciosek, Ż., Kot, K., Kosik-Bogacka, D., Łanocha-Arendarczyk, N., & Rotter, I. (2021). The effects of calcium, magnesium, phosphorus, fluoride, and lead on bone tissue. Biomolecules, 11(4), 506...

[4] Зеленков, В. Н., & Потапов, В. В. (2016). Биологическая активность соединений кремния. Часть 1. Природные и синтетические кремнийсодержащие соединения. Медико-биологические аспекты (обзор литературы). Вестник РАЕН, 16(2), 3.. .

[5] Канжигалина, З. К., Касенова, Р. К., & Орадова, А. Ш. (2013). Биологическая роль и значение микроэлементов в жизнедеятельности человека. Вестник Казахского национального медицинского университета, (5-2), 89-91.. .

[6] Смирнова, Л. А. (2013). Дефицит железа: биология, критерии диагноза и эффективности терапии. Медицинские новости, (5 (224)), 16-20.. .

[7] Хапалюк, А. В. (2021). Биологическое и клиническое значение цинка. Лечебное дело: научно-практический терапевтический журнал, (2), 13-21.. .

[8] Елисеева, Т. (2022). Марганец (Mn)–значение для организма и здоровья+ 25 лучших источников. Журнал здорового питания и диетологии, 1(19), 92-101.. .

[9] Скальная, М. Г., & Скальный, А. В. (2015). Микроэлементы: биологическая роль и значение для медицинской практики. Сообщение 1. Медь. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии, (1), 15-31.. .

[10] Оствальд, Г. В., & Довбыш, С. А. (2006). Экологические аспекты изучения химических элементов периодической системы ДИ Менделеева. Pedagog: nauka, tehnologia, praktika, 78.. .

[11] Газиева, м. Ш. Вестник тверского государственного университета. Серия: биология и экология. Вестник тверского государственного университета. Серия: биология и экология учредители: тверской государственный университет, (2), 150-161.. .

[12] Вишневецкий, В. Ю., & Ледяева, В. С. (2013). Выбор маркерных тяжелых металлов для оценки степени токсичности воздействия на организм человека. Известия Южного федерального университета. Технические науки, (9 (146)), 170-176.. .

[13] 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

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 2, 2026 Traditional Medicine

АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ МАКРО И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СЕМЕНАХ ЧЁРНОГО И ЖЁЛТОГО КУМИНА

Абдуллоев Обиджон Шахобидинович
Андижанский государственный университет, Head of the Department of Chemistry of Natural Compounds and Foods, Doctor of Chemistry (DSc), Professor, Member of the Academy Tabobat of Uzbekistan
https://orcid.org/0000-0003-2289-1273

Исроилова Нилуфар Миробид кизи
Андижанского государственного университета Магистрант кафедры химии
https://orcid.org/0009-0007-5746-6871
E-mail: nilufarisroilova9703@gmail.com

DOI: https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss2.2026.646

Ключевые слова: черный кумин, желтый кумин, макроэлементы, микроэлементы, минеральный состав, биологическая активность, ИСП-ОЭС.

Аннотация.
В данной статье представлены результаты определения содержания макро и микроэлементов в составе семян кумина жёлтого (Carum carvi) и чёрного (Bunium persicum) методом индуктивно связанной плазменной оптико-эмиссионной спектрометрии (ИСП-ОЭС). По результатам исследования установлено, что в образцах содержится всего 69 химических элементов. Среди макроэлементов отмечено высокое содержание калия, кальция, магния, фосфора и натрия, а среди микроэлементов — железа, алюминия, цинка, марганца и бора по сравнению с другими элементами.

Как цитировать:
Исроилова, Н. М. к. АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ МАКРО И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СЕМЕНАХ ЧЁРНОГО И ЖЁЛТОГО КУМИНА. Журнал химии товаров и народной медицины, 5(2). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss2.2026.646

Введение. Потребление лекарственных растений и пряностей в мире с каждым годом увеличивается. В частности, виды кумина выделяются своими лечебными свойствами и пищевой ценностью. В последние годы в Узбекистане и за рубежом уделяется особое внимание созданию биологически активных продуктов на основе природного сырья.

Виды кумина относятся к семействам зонтичных и лютиковых и содержат примерно 15–20% белка и до 30–40% жирных кислот [1, 2]. Семена кумина богаты такими минералами, как калий, кальций, магний и железо. Минеральные вещества играют важную роль в регулировании концентрации плазмы в организме человека и активации ферментативных процессов. В настоящее время в фармацевтической промышленности богатство минеральными элементами видов кумина занимает важное место при создании лечебных продуктов на основе природного сырья.

Применённые методы и материалы. Содержание химических элементов в семенах чёрного кумина (*Bunium persicum*) и кумина жёлтого (*Carum carvi*) определяли методом индуктивно связанной плазменной оптико-эмиссионной спектрометрии.

Приготовление рабочего раствора образца. Предварительно высушенный и измельчённый образец массой 1 г взвешивали на аналитических весах с точностью 0,001 г (Navigator™, OHAUS®). Образец озоляли методом сухого озоления в муфельной печи (Nabertherm, Германия) путём поэтапного нагревания. Температуру повышали от 95 °C до 550 °C и выдерживали в течение 5 часов. К полученной золе добавляли 6 мл 70% кислоты и 2 мл 60% кислоты чистоты ICP-MS, после чего

смесь нагревали. Объём раствора доводили до 100 мл ультрачистой водой и фильтровали через фильтр с размером пор 0,45 мкм.

Приготовление стандартных растворов. В исследовании использовались стандартные образцы компании High Purity Standards (США), содержащие 68 элементов в 2% растворе азотной кислоты (10 мг/л), а также стандарт ртути (1000 мг/л) компании Sigma-Aldrich (Германия) в среде 2 моль/л HNO_3. Кроме того, на основе стандартного раствора Aristar (США), содержащего 25 элементов (10 мг/л), были приготовлены основные рабочие растворы в среде 2% HNO_3. Методом последовательного разбавления были получены дополнительные градуированные растворы трёх различных концентраций. В качестве контрольного (blank) образца использовался 2% раствор HNO_3. После обеспечения коэффициента аппроксимации (R^2) калибровочных графиков для всех 69 химических элементов выше 0,995 были проведены спектрометрические анализы.

Проведение анализа. Определение элементного состава проводилось с использованием индуктивно связанного плазменного оптико-эмиссионного спектрометра модели iCAP PRO X Duo ICP-OES, предоставленного корпорацией Thermo Fisher Scientific (США). Формирование методики исследования и обработка полученных аналитических данных выполнялись с использованием специализированного программного обеспечения Qtegra ISDS.

Параметры метода анализа. Эксперимент проводился в условиях индуктивно связанной плазменной (ИСП) спектрометрии с использованием следующих параметров, обеспечивающих высокую точность и воспроизводимость измерений. В системе ввода образца применялись трубки Tygon®: жёлто-белые — для подачи образца и бело-белые — для дренажной линии. Скорость работы насоса составляла 45 об/мин, что обеспечивало стабильный поток раствора. Для формирования аэрозоля использовалась стеклянная циклонная распылительная камера, способствующая эффективному отделению частиц и образованию стабильного аэрозоля. В качестве небулайзера применялся стеклянный концентрический тип, обеспечивающий образование мелких и однородных капель.

Потоки газов были настроены следующим образом: расход газа небулайзера — 0,6 л/мин, охлаждающего (плазменного) газа — 12,5 л/мин и вспомогательного газа — 0,5 л/мин. Эти параметры обеспечивали стабильное горение плазмы и оптимальные условия проведения анализа. Диаметр центральной трубки составлял 2 мм, что способствовало эффективному введению образца в плазму.

Мощность радиочастоты (RF) была установлена на уровне 1150 Вт, что обеспечивало достаточную энергию плазмы и полную ионизацию элементов. Каждое измерение проводилось в трёх повторностях для повышения достоверности результатов. Время анализа для аксиального и радиального режимов составляло по 15 секунд, что считалось оптимальным для накопления сигнала и обеспечения точности.

В результате указанный набор параметров обеспечил стабильность, точность и воспроизводимость экспериментальных данных. Полученные результаты представлены на рисунке 1.

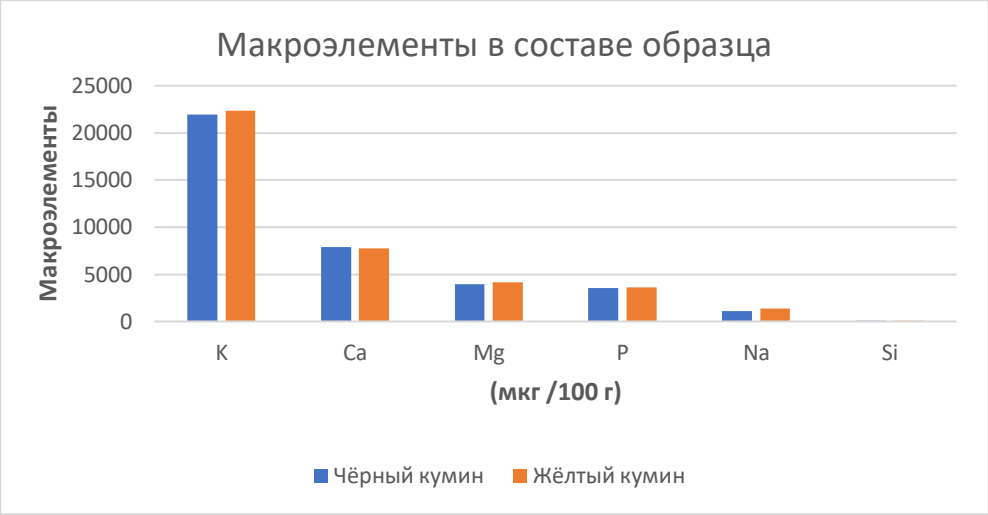


Рис. 1. Макроэлементы в составе образца (мкг/100 г)

Гистограмма, построенные на основе результатов индукционной спектрометрии, показывают, что в образцах чёрного кумина (*Bunium persicum*) и кумина жёлтого (*Carum carvi*) наблюдается чёткая иерархия накопления макроэлементов в следующем порядке: K > Ca > Mg > P > Na > Si.

Среди макроэлементов в составе кумина наибольшее содержание было выявлено у калия (K). Согласно результатам исследования, в жёлтом кумине содержание калия на 378,4 мг/100 г выше, чем в чёрном кумине. Калий и натрий играют важную роль в поддержании мембранного потенциала клеток, передаче нервных импульсов и регуляции водно-электролитного баланса.

Содержание кальция (Ca) оказалось на 192,43 мг/100 г выше в чёрном кумине. Кальций является основным компонентом костей и зубов, а также играет важную роль в мышечном сокращении, передаче нервных импульсов и процессах свёртывания крови.

Содержание магния (Mg) в жёлтом кумине было на 214,8 мг/100 г выше. Магний играет важную роль во множестве ферментативных реакций, энергетическом обмене и функционировании нервно-мышечной системы.

Содержание фосфора (P) было выше в жёлтом кумине на 76,84 мг/100 г. Фосфор совместно с кальцием участвует в формировании костной ткани и энергетическом обмене (в составе АТФ) [3].

Содержание натрия (Na) в жёлтом кумине оказалось выше на 232,59 мг/100 г. Натрий важен для поддержания водно-солевого баланса и передачи нервных импульсов.

Содержание кремния (Si) составило 70,88 мг/100 г в чёрном кумине и 70,90 мг/100 г в жёлтом кумине, при этом разница была минимальной — 0,02 мг/100 г. Кремний играет важную роль в формировании соединительной ткани, кожи и синтезе коллагена [4].

В целом полученные результаты показали, что семена чёрного и жёлтого кумина богаты макроэлементами. Некоторые элементы (Ca) преобладают в чёрном кумине, тогда как другие (K, Mg, P и Na) содержатся в большем количестве в жёлтом кумине. Это свидетельствует о том, что оба вида кумина являются важным источником минеральных веществ с точки зрения питания и фармакологии.

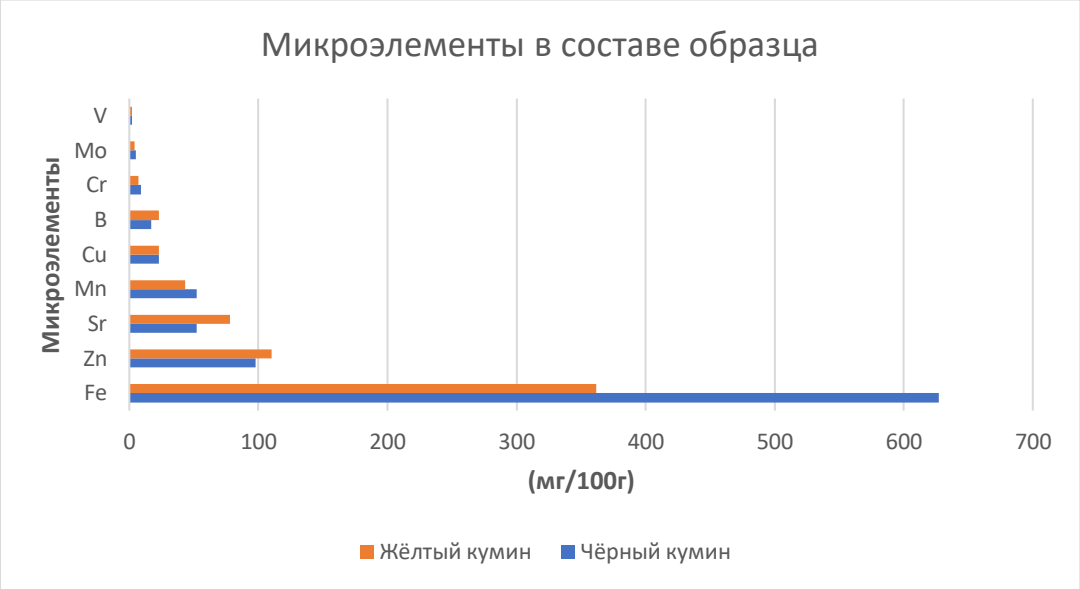


Рис. 2. Микроэлементы в составе образца (мкг/100 г)

Анализ микроэлементов показал, что содержание железа (Fe) в чёрном кумине (627,4 мкг/100 г) является значительно высоким. Железо играет важную роль в кроветворении и транспорте кислорода. В то же время цинк (110,3 мкг/100 г) в большем количестве обнаружен в жёлтом кумине и способствует регенерации кожи и активности иммунной системы [5].

Согласно результатам исследования, в семенах чёрного кумина (*Bunium persicum*) и кумина жёлтого (*Carum carvi*) выявлен ряд биологически значимых микроэлементов. Среди них железо, цинк, марганец и медь отмечены в относительно высоких концентрациях, что свидетельствует об их важной роли в формировании биологической и пищевой ценности растений.

Наибольшее количественное различие среди микроэлементов наблюдалось для железа (Fe). В семенах чёрного кумина его содержание составило 627,42 мг/100 г, что на 265,77 мг/100 г выше по сравнению с жёлтым кумином (361,655 мг/100 г). Железо входит в состав многих ферментов, участвующих в окислительно-восстановительных реакциях, и играет ключевую роль в клеточном дыхании и обмене веществ [6]. Высокое содержание железа в чёрном кумине повышает его значение как биологически активного сырья.

Цинк (Zn), напротив, в большем количестве обнаружен в жёлтом кумине — на 11,99 мг/100 г больше, чем в чёрном. Цинк является компонентом активных центров многих ферментов и участвует в синтезе белка, иммунных процессах и антиоксидантной защите [7].

Марганец (Mn) также преобладает в чёрном кумине, его содержание выше на 8,93 мг/100 г по сравнению с жёлтым. Марганец выступает кофактором многих ферментов и участвует в углеводном и липидном обмене [8], а также в функционировании антиоксидантных систем.

Содержание меди (Cu) в семенах обоих растений практически одинаково, разница составляет всего 0,6 мг/100 г. Медь участвует в окислительно-восстановительных процессах, энергетическом обмене и гемопоэзе [9].

Кроме того, бор (B) и стронций (Sr) в большем количестве обнаружены в жёлтом кумине — на 6,02 и 25,44 мг/100 г соответственно. Бор играет важную роль в росте и развитии растений, а стронций связан с процессами минерального обмена [10].

Сравнительный анализ показал, что, несмотря на сходство минерального состава семян чёрного и жёлтого кумина, наблюдаются значительные различия в содержании отдельных элементов. Особенно существенны различия по железу и стронцию, что важно при оценке их биологической и пищевой ценности. Полученные результаты научно обосновывают возможность

использования семян обоих видов кумина в пищевой, фармацевтической промышленности и традиционной медицине как биологически активного сырья.

Рис. 3. Индуктивно связанный плазменный оптико-эмиссионный спектрометр iCAP Pro X Duo (Thermo Scientific, США)



Ультрамикроэлементы — это элементы, присутствующие в организме в очень малых количествах, но играющие важную роль в ферментативных, антиоксидантных и иммунных процессах. Согласно результатам анализа ИСП-ОЭС, в составе семян кумина выявлен ряд биологически активных ультрамикроэлементов.

1-Таблица. Ультрамикроэлементы в составе образца (мкг/100 г)

№	Элемент	Чёрный кумин	Жёлтый кумин	Биологическая роль
1	Li	16.72	12.191	Поддерживает функционирование нервно-иммунной системы
2	Rb	9.949	14.767	Передача клеточных сигналов и метаболические процессы
3	Ti	6.114	3.258	Кофактор оксидазных ферментов, энергетический обмен
4	Te	4.866	5.429	Активность антиоксидантных ферментов
5	Pt	3.811	2.244	Метаболические процессы и энергетический обмен

Ультрамикроэлементы в семенах чёрного и жёлтого кумина играют важную роль в поддержании клеточного метаболизма, ферментативной активности и антиоксидантных систем.

Литий (Li) в чёрном кумине содержится в более высоком количестве по сравнению с жёлтым (разница 4,529 мкг/100 г) и способствует поддержанию функций нервной и иммунной систем.

Рубидий (Rb) преобладает в жёлтом кумине и стимулирует передачу клеточных сигналов и метаболические процессы.

Такие ультрамикроэлементы, как Nd, Ir, Sm, Os, Sc, La, Zr, Tb, Tm, Be, Au, Ga, Rh, присутствуют в семенах чёрного и жёлтого кумина в очень малых количествах (<1 мкг/100 г). Они также участвуют в метаболических процессах, ферментативной активности и клеточной сигнализации [11], однако из-за низкой концентрации не были включены в основную таблицу анализа.

Семена кумина широко используются в пищевой, фармацевтической промышленности и традиционной медицине, а их химический состав имеет важное значение для здоровья. В составе семян кумина, помимо макро- и микроэлементов, также обнаруживаются незначительные количества тяжёлых и токсичных металлов. Содержание и уровень этих элементов важны для оценки токсической нагрузки на организм и обеспечения пищевой безопасности [12].

2-Таблица. Токсичные и тяжёлые элементы в составе образца (мкг/кг)

№	Элемент	Чёрный кумин	Жёлтый кумин	Максимально допустимое количество по гигиеническим нормативам
1	Hg (Ртуть)	0.087 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0,3
2	As (Мышьяк)	0.176 ± 0.28	<LOD	1,0

3	Pb (Свинец)	1.333 ± 0.08	0.653 ± 0.03	1,0
4	Cd (Кадмий)	0.273 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0,2

Примечание: <LOD – ниже предела обнаружения, содержание очень низкое или не обнаружено.

Согласно данным таблицы, содержание токсичных элементов в семенах чёрного и жёлтого зиры было оценено путём сопоставления с гигиеническими нормативами. По результатам установлено, что содержание ртути (Hg) и мышьяка (As) в обоих образцах значительно ниже максимально допустимых норм, установленных Министерством здравоохранения Республики Узбекистан [13].

В то же время по элементам свинец (Pb) и кадмий (Cd) отмечено, что некоторые показатели находятся на уровне, близком к установленным нормативным значениям или превышают их.

Заключение. Результаты исследования показали, что семена чёрного кумина (*Bunium persicum*) и жёлтого кумина (*Carum carvi*) богаты минеральными элементами, при этом среди макроэлементов особенно высоким оказалось содержание калия (22329,9 мкг/100 г). Установлено, что содержание кальция преобладает в чёрном кумине (7922,9 мкг/100 г), что подтверждает его важное значение для костно-тканевой системы.

Анализ микроэлементов показал, что железо содержится в большем количестве в чёрном кумине (627,4 мкг/100 г) и играет важную роль в кроветворении и транспорте кислорода, тогда как цинк относительно больше содержится в жёлтом кумине, поддерживая иммунную систему и антиоксидантную защиту. Марганец также преобладает в чёрном кумине и участвует в ферментативных процессах.

Кроме того, ультрамикроэлементы (Li, Rb, Ti, Te, Pt), несмотря на их низкое содержание, играют важную роль в поддержании метаболических и антиоксидантных процессов в организме. Анализ токсичных элементов показал, что содержание ртути и мышьяка ниже допустимых норм, однако в некоторых случаях содержание свинца и кадмия оказалось близким к нормативным пределам или несколько превышало их.

В целом полученные результаты свидетельствуют о высоком потенциале семян чёрного и жёлтого кумина как биологически активного сырья для использования в пищевой промышленности, фармацевтике и традиционной медицине. Вместе с тем, для обеспечения безопасности их применения целесообразно усилить санитарно-гигиенический контроль.

Потребление лекарственных растений и пряностей в мире с каждым годом увеличивается. В частности, виды кумина выделяются своими лечебными свойствами и пищевой ценностью. В последние годы в Узбекистане и за рубежом уделяется особое внимание созданию биологически активных продуктов на основе природного сырья.

Виды кумина относятся к семействам зонтичных и лютиковых и содержат примерно 15–20% белка и до 30–40% жирных кислот [1, 2]. Семена кумина богаты такими минералами, как калий, кальций, магний и железо. Минеральные вещества играют важную роль в регулировании концентрации плазмы в организме человека и активации ферментативных процессов. В настоящее время в фармацевтической промышленности богатство минеральными элементами видов кумина занимает важное место при создании лечебных продуктов на основе природного сырья.

Литературы

[1] Gedik, O. (2023). The Effect of Different Phosphorus Doses on Fixed Oil Component and Plant Nutritional Elements of Black Cumin (Nigella sp.). International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences, 7(2), 47-51.. .

[2] Comune, n. Carvi (carum carvi l.)...

[3] Ciosek, Ż., Kot, K., Kosik-Bogacka, D., Łanocha-Arendarczyk, N., & Rotter, I. (2021). The effects of calcium, magnesium, phosphorus, fluoride, and lead on bone tissue. Biomolecules, 11(4), 506...

[4] Зеленков, В. Н., & Потапов, В. В. (2016). Биологическая активность соединений кремния. Часть 1. Природные и синтетические кремнийсодержащие соединения. Медико-биологические аспекты (обзор литературы). Вестник РАЕН, 16(2), 3.. .
[5] Канжигалина, З. К., Касенова, Р. К., & Орадова, А. Ш. (2013). Биологическая роль и значение микроэлементов в жизнедеятельности человека. Вестник Казахского национального медицинского университета, (5-2), 89-91.. .
[6] Смирнова, Л. А. (2013). Дефицит железа: биология, критерии диагноза и эффективности терапии. Медицинские новости, (5 (224)), 16-20.. .
[7] Хапалюк, А. В. (2021). Биологическое и клиническое значение цинка. Лечебное дело: научно-практический терапевтический журнал, (2), 13-21.. .
[8] Елисеева, Т. (2022). Марганец (Mn)–значение для организма и здоровья+ 25 лучших источников. Журнал здорового питания и диетологии, 1(19), 92-101.. .
[9] Скальная, М. Г., & Скальный, А. В. (2015). Микроэлементы: биологическая роль и значение для медицинской практики. Сообщение 1. Медь. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии, (1), 15-31.. .
[10] Оствальд, Г. В., & Довбыш, С. А. (2006). Экологические аспекты изучения химических элементов периодической системы ДИ Менделеева. Pedagog: nauka, tehnologia, praktika, 78.. .
[11] Газиева, м. Ш. Вестник тверского государственного университета. Серия: биология и экология. Вестник тверского государственного университета. Серия: биология и экология учредители: тверской государственный университет, (2), 150-161.. .
[12] Вишневецкий, В. Ю., & Ледяева, В. С. (2013). Выбор маркерных тяжелых металлов для оценки степени токсичности воздействия на организм человека. Известия Южного федерального университета. Технические науки, (9 (146)), 170-176.. .
[13] 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.

Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine

J Chem Good Trad Med, Volume 5, Issue 2, 2026 Traditional Medicine

QUANTITATIVE ANALYSIS OF MACRO AND MICROELEMENT CONTENT IN BLACK AND YELLOW CUMIN SEEDS

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

Nilufar M. Isroilova
Andijan State University 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.iss2.2026.646

Keywords: black cumin, yellow cumin, macroelements, microelements, mineral composition, biological activity, ICP-OES.

Annotation.
This article presents the results of determining the content of macro and microelements in seeds of yellow cumin (Carum carvi) and black cumin (Bunium persicum) using the inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES) method. The results showed that a total of 69 chemical elements were identified in the samples. Among the macroelements, potassium, calcium, magnesium, phosphorus, and sodium were found in higher amounts, while among the microelements, iron, aluminum, zinc, manganese, and boron were observed to be present in relatively higher concentrations compared to other elements.

How to Cite:
Isroilova, N. M. . QUANTITATIVE ANALYSIS OF MACRO AND MICROELEMENT CONTENT IN BLACK AND YELLOW CUMIN SEEDS. Journal of Chemistry of Goods and Traditional Medicine, 5(2). https://doi.org/10.55475/jcgtm/vol5.iss2.2026.646

Introduction. The consumption of medicinal plants and spices is increasing worldwide year by year. In particular, cumin varieties stand out for their medicinal properties and nutritional value. In recent years, special attention has been paid in Uzbekistan and abroad to the development of biologically active products based on natural raw materials.

Cumin species belong to the Apiaceae and Ranunculaceae families and contain approximately 15–20% protein and up to 30–40% fatty acids [1, 2]. Cumin seeds are rich in minerals such as potassium, calcium, magnesium, and iron. Mineral substances play an important role in regulating plasma concentration in the human body and activating enzymatic processes. Currently, the richness of mineral elements in cumin species plays a significant role in the development of medicinal products based on natural raw materials in the pharmaceutical industry.

Materials and Methods. The content of chemical elements in black cumin (*Bunium persicum*) and yellow cumin (*Carum carvi*) seeds was determined using inductively coupled plasma optical emission spectrometry (ICP-OES).

Preparation of the working sample solution. A 1 g portion of a pre-dried and ground sample was weighed using an analytical balance with an accuracy of 0.001 g (Navigator™, OHAUS®). The sample was ashed by the dry ashing method in a muffle furnace (Nabertherm, Germany) through stepwise heating. The temperature was increased from 95 °C to 550 °C and maintained for 5 hours. To the obtained ash, 6 ml of

70% acid and 2 ml of 60% acid of ICP-MS grade were added, followed by heating. The solution volume was adjusted to 100 ml with ultrapure water and filtered through a 0.45 μm filter.

Preparation of standard solutions. In this study, standard solutions from High Purity Standards (USA) containing 68 elements in 2% nitric acid (10 mg/L), as well as a mercury standard (1000 mg/L) from Sigma-Aldrich (Germany) in a 2 mol/L HNO_3 medium, were used. In addition, primary working solutions were prepared in a 2% HNO_3 medium based on an Aristar (USA) standard solution containing 25 elements (10 mg/L). Additional calibration solutions with three different concentrations were obtained by serial dilution. A 2% HNO_3 solution was used as a blank sample. After ensuring that the coefficient of determination (R^2) of the calibration curves for all 69 chemical elements exceeded 0.995, spectrometric analyses were carried out.

Analysis procedure. The determination of elemental composition was carried out using an iCAP PRO X Duo ICP-OES inductively coupled plasma optical emission spectrometer provided by Thermo Fisher Scientific (USA). The development of the research methodology and processing of the obtained analytical data were performed using the specialized Qtegra ISDS software environment.

Analysis method parameters. The experiment was carried out under inductively coupled plasma (ICP) spectrometry conditions using the following parameters to ensure high accuracy and reproducibility of measurements. In the sample introduction system, Tygon® tubing was used: yellow/white for sample delivery and white/white for drainage. The pump speed was set at 45 rpm, ensuring a stable solution flow. A glass cyclonic spray chamber was used for aerosol generation, enabling efficient particle separation and formation of a stable aerosol. A glass concentric nebulizer was selected to produce fine and uniform droplets.

Gas flows were set as follows: nebulizer gas flow — 0.6 L/min, cooling (plasma) gas flow — 12.5 L/min, and auxiliary gas flow — 0.5 L/min. These parameters ensured stable plasma operation and optimal analytical conditions. The central tube diameter was 2 mm, allowing efficient sample introduction into the plasma.

The radio frequency (RF) power was set to 1150 W, ensuring sufficient plasma energy and complete ionization of elements. Each measurement was performed in triplicate to improve result reliability. The analysis time for both axial and radial modes was set to 15 seconds, considered optimal for sufficient signal acquisition and accuracy.

As a result, this set of parameters ensured stable, accurate, and reproducible experimental results. The obtained results are presented in Figure 1.

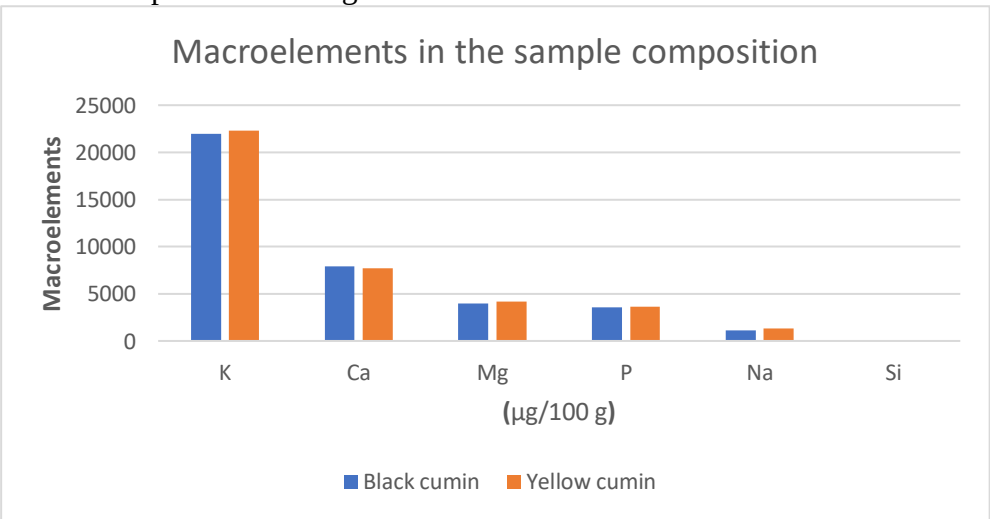


Fig. 1. Macroelements in the sample composition (μg/100 g)

Histogram based on inductively coupled spectrometry results show a clear hierarchy of macroelement accumulation in black cumin (*Bunium persicum*) and yellow cumin (*Carum carvi*) samples in the following order: K > Ca > Mg > P > Na > Si.

Among macroelements, potassium (K) was found in the highest concentration. According to the results, potassium content in yellow cumin was 378.4 mg/100 g higher than in black cumin. Potassium and sodium play an important role in maintaining cell membrane potential, transmitting nerve impulses, and regulating water–electrolyte balance.

Calcium (Ca) content was 192.43 mg/100 g higher in black cumin. Calcium is the main component of bones and teeth and plays a crucial role in muscle contraction, nerve impulse transmission, and blood coagulation processes.

Magnesium (Mg) content was 214.8 mg/100 g higher in yellow cumin. Magnesium plays an important role in numerous enzymatic reactions, energy metabolism, and the functioning of the neuromuscular system.

Phosphorus (P) content was higher in yellow cumin by 76.84 mg/100 g. Phosphorus, together with calcium, is involved in bone formation and energy metabolism (as part of ATP) [3].

Sodium (Na) content was 232.59 mg/100 g higher in yellow cumin. Sodium is important for maintaining water–salt balance and transmitting nerve impulses.

Silicon (Si) content was 70.88 mg/100 g in black cumin and 70.90 mg/100 g in yellow cumin, with a very small difference of 0.02 mg/100 g. Silicon plays an important role in connective tissue formation, skin health, and collagen synthesis [4].

Overall, the results show that both black and yellow cumin seeds are rich in macroelements. Some elements (Ca) are higher in black cumin, while others (K, Mg, P and Na) are more abundant in yellow cumin. This indicates that both species represent important sources of minerals from both nutritional and pharmacological perspectives.

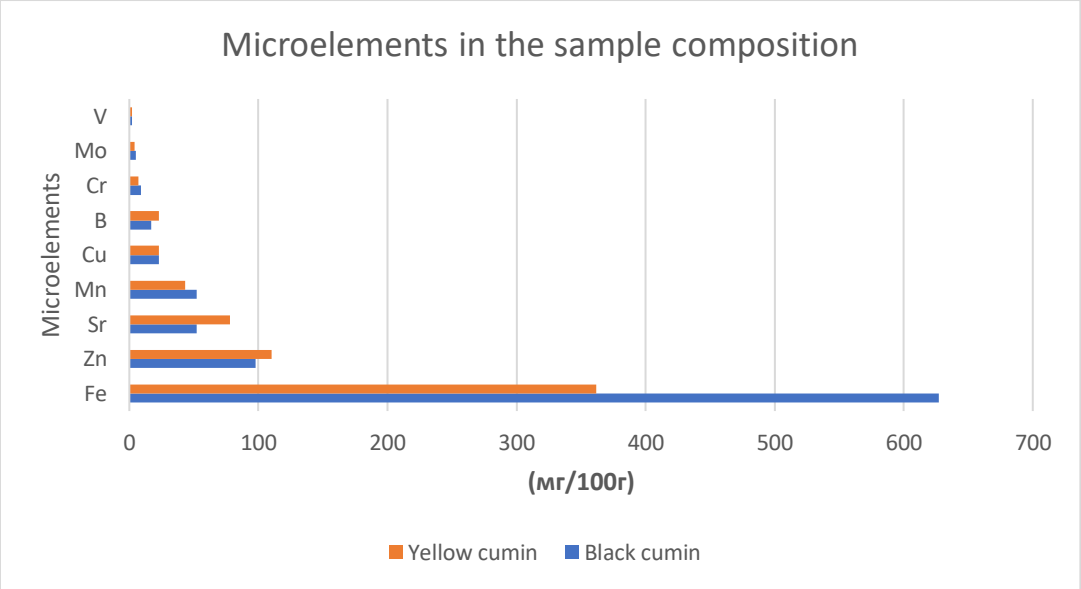


Fig. 2. Microelements in the sample composition (mg/100 g)

The analysis of microelements showed that iron (Fe) content in black cumin (627.4 µg/100 g) is significantly high. Iron plays an important role in blood formation and oxygen transport. In contrast, zinc (110.3 µg/100 g) was found in higher amounts in yellow cumin and contributes to skin regeneration and immune system activity [5].

According to the study results, a number of biologically important microelements were identified in the seeds of black cumin (Bunium persicum) and yellow cumin (Carum carvi). Among them, iron, zinc,

manganese, and copper were found in relatively high concentrations, indicating their important role in determining the biological and nutritional value of these plants.

The largest quantitative difference among microelements was observed for iron (Fe). In black cumin seeds, its content reached 627.42 mg/100 g, which is 265.77 mg/100 g higher than in yellow cumin seeds (361.655 mg/100 g). Iron is a component of many enzymes involved in redox reactions and plays a key role in cellular respiration and metabolism [6]. Therefore, the high iron content in black cumin enhances its importance as a biologically active raw material.

Zinc (Zn), on the contrary, was found in higher amounts in yellow cumin, exceeding black cumin by 11.99 mg/100 g. Zinc is involved in the active centers of many enzyme systems and plays a crucial role in protein synthesis, immune processes, and antioxidant defense mechanisms [7].

Manganese (Mn) was also higher in black cumin, exceeding yellow cumin by 8.93 mg/100 g. Manganese acts as a cofactor for many enzymes and participates in carbohydrate and lipid metabolism [8], as well as in antioxidant enzyme systems.

Copper (Cu) content was nearly identical in both plant seeds, with only a 0.6 mg/100 g difference. Copper is involved in redox processes, energy metabolism, and hematopoiesis [9].

In addition, boron (B) and strontium (Sr) were found in higher amounts in yellow cumin, exceeding black cumin by 6.02 mg/100 g and 25.44 mg/100 g, respectively. Boron plays an important role in plant growth and development, while strontium is associated with mineral metabolism processes [10].

Overall, comparative analysis showed that although the mineral composition of black cumin and yellow cumin seeds is generally similar, there are significant differences in the levels of certain elements. In particular, the large variations in iron and strontium content are important indicators in evaluating their biological and nutritional value. These findings scientifically support the use of both types of cumin seeds as biologically active raw materials in food, pharmaceutical, and traditional medicine applications.



Fig. 3. iCAP Pro X Duo inductively coupled plasma optical emission spectrometer (Thermo Scientific, USA)

Ultramicroelements are elements present in very small amounts in the body, but they play an important role in enzymatic, antioxidant, and immune processes. According to ICP-OES analysis results, a number of biologically active ultramicroelements were identified in cumin seeds.

Table 1. Ultramicroelements in the sample composition (µg/100 g)

№	Element	Black cumin	Yellow cumin	Biological role
1	Li	16.72	12.191	Supports the functioning of the neuro-immune system
2	Rb	9.949	14.767	Cell signaling and metabolic processes
3	Ti	6.114	3.258	Cofactor of oxidase enzymes, energy metabolism
4	Te	4.866	5.429	Activity of antioxidant enzymes
5	Pt	3.811	2.244	Metabolic processes and energy metabolism

Ultramicroelements in black and yellow cumin seeds play an important role in supporting cellular metabolism, enzymatic activity, and antioxidant systems.

Lithium (Li) is present in higher amounts in black cumin compared to yellow cumin (difference of 4.529 µg/100 g) and supports the functioning of the nervous and immune systems.

Rubidium (Rb) is more abundant in yellow cumin and contributes to cell signaling and metabolic processes.

Ultramicroelements such as Nd, Ir, Sm, Os, Sc, La, Zr, Tb, Tm, Be, Au, Ga, and Rh are present in both black cumin and yellow cumin seeds in very small amounts (<1 µg/100 g). They also contribute to metabolic processes, enzymatic activity, and cell signaling [11], but were not included in the main analysis table due to their low concentrations.

Cumin seeds are widely used in the food, pharmaceutical, and traditional medicine industries, and their chemical composition is important for human health. In addition to macro- and microelements, small amounts of heavy and toxic metals are also detected in cumin seeds. The presence and concentration of these elements are important for assessing toxic load in the body and ensuring food safety [12].

Table 2. Content of toxic and heavy elements in the sample (µg/kg)

№	Elements	Black cumin	Yellow cumin	Maximum permissible level according to hygienic standards
1	Hg (Mercury)	0.087 ± 0.01	0.07 ± 0.01	0,3
2	As (Arsenic)	0.176 ± 0.28	<LOD	1,0
3	Pb (Lead)	1.333 ± 0.08	0.653 ± 0.03	1,0
4	Cd (Cadmium)	0.273 ± 0.01	0.24 ± 0.01	0,2

Note: <LOD – below the limit of detection, the amount is very low or not detected.

According to the table data, the content of toxic elements in black and yellow cumin seeds was evaluated by comparison with hygienic standards. The results showed that the levels of mercury (Hg) and arsenic (As) in both samples are significantly lower than the maximum permissible limits established by the Ministry of Health of the Republic of Uzbekistan [13].

However, for lead (Pb) and cadmium (Cd), some values were observed to be close to or exceeding the established regulatory limits.

Conclusion. The results of the study showed that black cumin (*Bunium persicum*) and yellow cumin (*Carum carvi*) seeds are rich in mineral elements, with potassium (22329.9 µg/100 g) being the most abundant among the macroelements. Calcium content was found to be higher in black cumin (7922.9 µg/100 g), confirming its importance for the bone and tissue system.

Microelement analysis revealed that iron is present in higher amounts in black cumin (627.4 µg/100 g), playing a key role in hematopoiesis and oxygen transport, while zinc is relatively higher in yellow cumin, supporting the immune system and antioxidant defense. Manganese also predominates in black cumin and is involved in enzymatic processes.

Additionally, ultra-trace elements (Li, Rb, Ti, Te, Pt), although present in small quantities, play an important role in supporting metabolic and antioxidant processes in the body. Analysis of toxic elements showed that mercury and arsenic levels are below permissible limits; however, in some cases, lead and cadmium levels were observed to be close to or slightly exceeding regulatory thresholds.

Overall, the obtained results indicate that black and yellow cumin seeds have high potential as biologically active raw materials for use in the food industry, pharmaceuticals, and traditional medicine. At the same time, strengthening sanitary and hygienic control is advisable to ensure their safe application.

The consumption of medicinal plants and spices is increasing worldwide each year. In particular, cumin species stand out due to their medicinal properties and nutritional value. In recent years, special

attention has been paid in Uzbekistan and abroad to the development of biologically active products based on natural raw materials.

Cumin species belong to the Apiaceae and Ranunculaceae families and contain approximately 15–20% protein and up to 30–40% fatty acids [1, 2]. Cumin seeds are rich in minerals such as potassium, calcium, magnesium, and iron. Mineral substances play an important role in regulating plasma concentration in the human body and activating enzymatic processes. Currently, the richness of cumin species in mineral elements holds an important place in the pharmaceutical industry for the development of therapeutic products based on natural raw materials.

References

[1] Gedik, O. (2023). The Effect of Different Phosphorus Doses on Fixed Oil Component and Plant Nutritional Elements of Black Cumin (Nigella sp.). International Journal of Agriculture Forestry and Life Sciences, 7(2), 47-51.. .

[2] Comune, n. Carvi (carum carvi l.)...

[3] Ciosek, Ż., Kot, K., Kosik-Bogacka, D., Łanocha-Arendarczyk, N., & Rotter, I. (2021). The effects of calcium, magnesium, phosphorus, fluoride, and lead on bone tissue. Biomolecules, 11(4), 506...

[4] Зеленков, В. Н., & Потапов, В. В. (2016). Биологическая активность соединений кремния. Часть 1. Природные и синтетические кремнийсодержащие соединения. Медико-биологические аспекты (обзор литературы). Вестник РАЕН, 16(2), 3.. .

[5] Канжигалина, З. К., Касенова, Р. К., & Орадова, А. Ш. (2013). Биологическая роль и значение микроэлементов в жизнедеятельности человека. Вестник Казахского национального медицинского университета, (5-2), 89-91.. .

[6] Смирнова, Л. А. (2013). Дефицит железа: биология, критерии диагноза и эффективности терапии. Медицинские новости, (5 (224)), 16-20.. .

[7] Хапалюк, А. В. (2021). Биологическое и клиническое значение цинка. Лечебное дело: научно-практический терапевтический журнал, (2), 13-21.. .

[8] Елисеева, Т. (2022). Марганец (Mn)–значение для организма и здоровья+ 25 лучших источников. Журнал здорового питания и диетологии, 1(19), 92-101.. .

[9] Скальная, М. Г., & Скальный, А. В. (2015). Микроэлементы: биологическая роль и значение для медицинской практики. Сообщение 1. Медь. Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии, (1), 15-31.. .

[10] Оствальд, Г. В., & Довбыш, С. А. (2006). Экологические аспекты изучения химических элементов периодической системы ДИ Менделеева. Pedagog: nauka, tehnologia, praktika, 78.. .

[11] Газиева, м. Ш. Вестник тверского государственного университета. Серия: биология и экология. Вестник тверского государственного университета. Серия: биология и экология учредители: тверской государственный университет, (2), 150-161.. .

[12] Вишневецкий, В. Ю., & Ледяева, В. С. (2013). Выбор маркерных тяжелых металлов для оценки степени токсичности воздействия на организм человека. Известия Южного федерального университета. Технические науки, (9 (146)), 170-176.. .

[13] 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