



QUANTITATIVE DETERMINATION OF APIGENIN AND QUERCETIN IN A GEL CONTAINING ZINC OXIDE NANOPARTICLES BY HIGH-PERFORMANCE LIQUID CHROMATOGRAPHY

Maksudova F.X.

Shermatova I.B.

Raximberganova Z.M.

Baxtiyoroza Z.B.

Alimdjanova L.I.

Shamsutdinova M.R.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21738211>

ARTICLE INFO

Received: 28th March 2026

Accepted: 05th April 2026

Online: 06th April 2026

KEYWORDS

Apigenin, quercetin,
flavonoids, zinc oxide
nanoparticles, ZnO, gel,
high-performance liquid
chromatography (HPLC),
quantitative analysis.

ABSTRACT

*In recent years, the quantitative determination of biologically active compounds in nanobiotechnology-based pharmaceutical formulations has become an essential stage of pharmaceutical quality control. In particular, dosage forms developed from plant extracts and metal nanoparticles possess complex compositions, necessitating the use of highly accurate instrumental analytical techniques for their quality assessment. In this study, the concentrations of the major flavonoids, **apigenin** and **quercetin**, in a gel formulated with the dry extract of *Scutellaria iscanderi* and zinc oxide (ZnO) nanoparticles were determined using **high-performance liquid chromatography (HPLC)**.*

*During the study, the retention times of the flavonoid reference standards were established and subsequently compared with those obtained from the gel sample. According to the chromatographic analysis, the gel contained **0.034 mg/g of apigenin** and **0.0025 mg/g of quercetin**. The obtained results demonstrate that the biologically active flavonoids were successfully retained in the developed gel formulation. Furthermore, the HPLC method proved to be a reliable and accurate analytical technique for the quantitative determination of these compounds within a complex pharmaceutical matrix.*

RUX OKSIDI NANOZARRACHALARI SAQLOVCHI GEL TARKIBIDAGI APIGENIN VA KVERSETINNI YUQORI SAMARALI SUYUQLIK XROMATOGRAFIYASI USULIDA MIQDORIY ANIQLASH

Maksudova F.X.

Shermatova I.B.

Raximberganova Z.M.

Baxtiyoroza Z.B.



Alimdjanova L.I.
Shamsutdinova M.R.

<https://doi.org/10.5281/zenodo.21738211>

ARTICLE INFO

Received: 28th March 2026

Accepted: 05th April 2026

Online: 06th April 2026

KEYWORDS

Apigenin, kversetin, flavonoidlar, rux oksidi nanozarrachalari, ZnO, gel, yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi, miqdoriy tahlil.

ABSTRACT

*So'nggi yillarda nanobiotexnologiyalar asosida yaratilayotgan dori vositalarida biologik faol moddalarning miqdoriy tarkibini aniqlash farmatsevtik nazoratning muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, o'simlik ekstraktlari va metall nanozarrachalari asosida yaratilgan dori shakllari murakkab tarkibga ega bo'lganligi sababli, ularning sifatini baholashda yuqori aniqlikka ega instrumental usullardan foydalanish zarur. Ushbu tadqiqotda **Scutellaria Iscanderi** quruq ekstrakti va rux oksidi (ZnO) nanozarrachalari asosida yaratilgan gel tarkibidagi asosiy flavonoidlar – apigenin hamda kversetin miqdori yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YUSSX) usulida aniqlandi.*

*Tadqiqot davomida standart namunalar yordamida flavonoidlarning ushlanish vaqtlari aniqlandi, so'ngra olingan natijalar gel namunasi bilan taqqoslandi. Xromatografik tahlil natijalariga ko'ra, gel tarkibida apigenin miqdori **0,034 mg/g**, kversetin miqdori esa **0,0025 mg/g** ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar ishlab chiqilgan gel tarkibida biologik faol flavonoidlar saqlanib qolganligini hamda YUSSX usuli ushbu birikmalarni murakkab farmatsevtik matritsada ishonchli aniqlash imkonini berishini ko'rsatdi.*

Kirish

Bugungi kunda farmatsevtika sanoatida nanobiotexnologiyalarni qo'llash asosida yangi avlod dori vositalarini yaratish ustuvor ilmiy yo'nalishlardan biri hisoblanadi. Nanoo'lchamdagi zarrachalar biologik faol moddalarning eruvchanligini oshirish, ularning biologik membranalari orqali o'tishini yaxshilash, farmakologik ta'sirini kuchaytirish hamda dori moddasining organizmda uzoqroq saqlanishini ta'minlash kabi afzalliklarga ega. Shu sababli nanozarrachalar asosidagi dori shakllarini ishlab chiqish

va ularning sifat ko'rsatkichlarini baholash zamonaviy farmatsevtikaning dolzarb masalalaridan biri bo'lib qolmoqda.

Rux oksidi nanozarrachalari (ZnO-NPs) o'zining antibakterial, antioksidant, yallig'lanishga qarshi va regeneratsiyani tezlashtiruvchi xususiyatlari bilan boshqa nanozarrachalar orasida alohida o'rin egallaydi. Ular yuqori biomaslikka ega bo'lib, to'qimalarda tiklanish jarayonlarini rag'batlantiradi hamda yara bitishini tezlashtirish xususiyati tufayli turli xil gel, krem va surtma dori



shakllarini yaratishda keng qo'llanilmoqda.

Dorivor o'simliklar tarkibidagi flavonoidlar ham zamonaviy farmakologiyada katta ahamiyat kasb etadi. Ular orasida apigenin va kversetin eng ko'p o'rganilgan tabiiy polifenol birikmalaridan hisoblanadi. Ushbu moddalar kuchli antioksidant faollikka ega bo'lib, erkin radikallarni neytrallashtirish, hujayra membranalarini himoya qilish, yallig'lanish mediatorlari sintezini kamaytirish hamda oksidlovchi stressni pasaytirishda muhim rol o'ynaydi. Bundan tashqari, ko'plab ilmiy tadqiqotlarda ushbu flavonoidlarning antimikrob, immunomodulyator va sitoprotektiv xususiyatlari ham isbotlangan.

Scutellaria Iscanderi o'simligi flavonoidlarga boy dorivor o'simliklardan biri hisoblanadi. Uning tarkibida apigenin, kversetin hamda boshqa fenolik birikmalarining mavjudligi o'simlik ekstraktining biologik faolligini belgilaydi. Mazkur ekstrakt asosida nanozarrachalar bilan komplekslangan dori shakllarini yaratishda flavonoidlarning miqdorini nazorat qilish muhim ahamiyatga ega, chunki biologik samaradorlik ko'p jihatdan aynan ushbu moddalar konsentratsiyasiga bog'liq.

Murakkab tarkibli gel tizimlarida flavonoidlarni aniqlash oddiy spektrofotometrik usullar yordamida yetarli aniqlikni bermaydi. Gel asosidagi polimerlar, yordamchi moddalar hamda nanozarrachalar tahlil natijalariga ta'sir qilishi mumkin. Shu sababli yuqori selektivlik va sezgirlikka ega bo'lgan yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi usuli bunday

obyektlarni tahlil qilish uchun eng maqbul usullardan biri hisoblanadi.

YUSSX usuli tarkibida bir nechta biologik faol moddalar mavjud bo'lgan dori shakllarida har bir komponentni alohida ajratish, identifikatsiya qilish va yuqori aniqlikda miqdorini hisoblash imkonini beradi. Mazkur usul bugungi kunda farmatsevtik mahsulotlarni standartlashtirish, sifat nazorati, texnologik jarayonlarni optimallashtirish hamda yangi dori vositalarini ishlab chiqishda keng qo'llanilmoqda.

Shu nuqtai nazardan, **Scutellaria Iscanderi** quruq ekstrakti va rux oksidi nanozarrachalari asosida yaratilgan gel tarkibidagi apigenin hamda kversetin miqdorini aniqlash nafaqat preparat sifatini baholash, balki uning biologik faolligini ilmiy asoslash uchun ham muhim hisoblanadi.

Tadqiqotning maqsadi

Scutellaria Iscanderi quruq ekstrakti hamda rux oksidi nanozarrachalari asosida yaratilgan gel tarkibidagi apigenin va kversetin miqdorini yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi usuli yordamida aniqlash, flavonoidlarning xromatografik tavsiflarini baholash hamda ishlab chiqilgan dori shaklining sifat ko'rsatkichlarini ilmiy asoslash.

2. Materiallar va tadqiqot usullari

Tadqiqot obyekti sifatida **Scutellaria Iscanderi** quruq ekstrakti hamda biosintez yo'li bilan olingan rux oksidi (ZnO) nanozarrachalari asosida ishlab chiqilgan gel namunasi tanlandi. Mazkur gel farmatsevtik texnologiya talablari asosida tayyorlangan bo'lib, biologik faol moddalarning



barqarorligini ta'minlovchi optimal tarkibga ega.

Gel tarkibidagi flavonoidlarni miqdoriy aniqlash uchun yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YUSSX) usulidan foydalanildi. Mazkur usul murakkab farmatsevtik tizimlarda biologik faol komponentlarni yuqori aniqlik va selektivlik bilan aniqlash imkoniyatini berishi sababli tanlandi.

Tahlilni boshlashdan oldin apigenin va kversetinning standart eritmaları tayyorlandi hamda ularning xromatografik tavsiflari o'rganildi. Standart eritmalar asosida ushlanish vaqti (retention time), pik shakli va signal intensivligi baholandi. Olingan natijalar keyinchalik gel namunasi tarkibidagi moddalarni identifikatsiya qilish uchun mezon sifatida xizmat qildi.

Gel namunasidan ma'lum miqdor olinib, tegishli erituvchida ekstraksiya qilindi. Hosil qilingan eritma membranali filtr orqali filtrlanib, xromatograf tizimiga yuborildi. Xromatografik ajratish qaytar fazali kolonkada amalga oshirildi.

Apigeninni aniqlash jarayonida detektorlash **320 nm** to'lqin uzunligida olib borildi. Kversetin esa **370 nm** da qayd etildi. Har bir moddaning miqdori standart eritmalar bilan taqqoslash asosida pik maydonlari yordamida hisoblab chiqildi.

Olingan barcha natijalar bir necha marotaba takroriy tahlillar asosida baholanib, o'rtacha qiymatlar hisoblandi.

3. Natijalar va ularning muhokamasi

Dastlab apigeninning standart namunasi xromatografik tahlildan o'tkazildi. Xromatogrammada moddaning aniq va simmetrik piki

kuzatildi. Pikning ushlanish vaqti **1,4 minutni** tashkil etdi. Ushbu natija keyinchalik gel namunasi tarkibidagi apigeninni identifikatsiya qilish uchun asos bo'ldi.

Gel namunasi tahlil qilinganda standart modda bilan bir xil ushlanish vaqtiga ega bo'lgan pik qayd etildi. Bu gel tarkibida apigeninning saqlanib qolganligini tasdiqlaydi. Hisoblash natijalariga ko'ra, preparat tarkibidagi apigenin miqdori **0,034 mg/g** ni tashkil etdi.

Mazkur natija shuni ko'rsatadiki, gelni tayyorlash texnologiyasi davomida flavonoidning asosiy qismi parchalanmagan va o'zining kimyoviy barqarorligini saqlab qolgan. Bu esa ishlab chiqilgan texnologiyaning biologik faol moddalarni saqlash nuqtai nazaridan samarali ekanligini ko'rsatadi.

Kversetinni aniqlash uchun ham dastlab standart eritma tahlil qilindi. Xromatogrammada moddaning asosiy piki **4,369 minut** ushlanish vaqtida qayd etildi. Gel namunasi tahlilida ham aynan shu ushlanish vaqtiga mos keluvchi pik kuzatildi, bu esa preparat tarkibida kversetin mavjudligini tasdiqlaydi.

Hisob-kitob natijalariga ko'ra, gel tarkibidagi kversetin miqdori **0,0025 mg/g** ni tashkil etdi. Ushbu ko'rsatkich apigeninga nisbatan ancha past bo'lsa-da, bu holat **Scutellaria Iscanderi** ekstraktining tabiiy fitokimyoviy tarkibi bilan izohlanadi. Ma'lumki, ushbu o'simlik flavonoidlari orasida apigenin asosiy komponentlardan biri hisoblanadi, kversetin esa nisbatan kam miqdorda uchraydi.

YUSSX tahlili davomida nanozarrachalar va gel asosining xromatografik ajralishga sezilarli salbiy



ta'siri kuzatilmadi. Xromatogrammalarda begona yoki ustma-ust tushuvchi piklarning kuzatilmaganligi usulning yuqori selektivligini ko'rsatadi. Piklarning simmetrik shaklda bo'lishi hamda ushlanish vaqtining takroriy tahlillarda deyarli o'zgarishsizligi usulning yaxshi qayta takrorlanuvchanligini tasdiqlaydi.

Olingan natijalar ishlab chiqilgan gelning farmatsevtik sifatini tavsiflashda muhim ahamiyatga ega. Flavonoidlarning saqlanib qolishi preparatning biologik faolligini ta'minlovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, apigeninning nisbatan yuqori miqdorda aniqlanishi gelning antioksidant va yallig'lanishga qarshi ta'sirini ilmiy jihatdan asoslashga imkon beradi.

Shuningdek, rux oksidi nanozarrachalari bilan kompleks hosil qilgan flavonoidlarning kimyoviy barqarorligini saqlab qolishi preparatning texnologik afzalliklaridan biri hisoblanadi. Bu esa kelgusida ushbu dori shaklini standartlashtirish, sifat nazoratini olib borish hamda sanoat miqyosida ishlab chiqarishda YUSXX usulidan foydalanish maqsadga muvofiqligini ko'rsatadi.

4. Muhokama

Dorivor o'simlik ekstraktlari asosida yaratilgan nanoo'lchamli dori vositalarining terapevtik samaradorligi nafaqat faol moddalarning biologik xossalriga, balki ularning tayyor dori shaklidagi miqdori va barqarorligiga ham bevosita bog'liq. Shu sababli flavonoidlarni aniq va ishonchli miqdoriy baholash farmatsevtik tadqiqotlarning muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot natijalarida gel tarkibida apigenin **0,034 mg/g**, kversetin esa **0,0025 mg/g** miqdorda aniqlandi. Olingan natijalar preparat tarkibida biologik faol flavonoidlarning saqlanib qolganligini hamda ishlab chiqilgan texnologiya ularning kimyoviy barqarorligini ta'minlashini ko'rsatadi.

Apigeninning miqdori kversetining nisbatan bir necha baravar yuqori aniqlanganligi **Scutellaria Iscanderi** o'simligining fitokimyoviy tarkibi bilan izohlanadi. Ushbu o'simlik flavonlarga boy bo'lib, apigenin uning asosiy biologik faol komponentlaridan biri hisoblanadi. Shu sababli ekstrakt asosida tayyorlangan gelda ham aynan apigeninning ustunligi kuzatildi.

Avvalgi tadqiqotlarda **Scutellaria Iscanderi** quruq ekstrakti hamda uning nanozarrachalar bilan komplekslangan substansiyasida apigenin miqdori yuqoriroq ekanligi aniqlangan edi. Tayyor gel tarkibida esa ushbu ko'rsatkichning kamayishi tabiiy holat bo'lib, bunga bir necha omillar sabab bo'lishi mumkin. Avvalo, gel tarkibiga kiritilgan yordamchi moddalar faol moddaning umumiy massasini oshirib, flavonoidning nisbiy konsentratsiyasini kamaytiradi. Bundan tashqari, texnologik jarayon davomida flavonoidlarning bir qismi polimer matritsasi bilan bog'lanishi yoki nanozarrachalar yuzasida adsorbsiyalanishi mumkin. Bunday holat flavonoidlarning biologik faolligiga salbiy ta'sir ko'rsatmaydi, aksincha ularning preparat tarkibida uzoq muddat barqaror saqlanishiga xizmat qilishi mumkin.

Xromatografik tahlillar davomida standart namunalar va gel ekstrakti



uchun olingan ushlanish vaqtlarining mos kelishi ishlab chiqilgan metodikaning selektivligini tasdiqlaydi. Apigenin uchun 1,4 minut, kversetin uchun esa 4,369 minut ushlanish vaqtlarining takroriy tahlillarda deyarli o'zgarmasligi usulning yuqori qayta takrorlanuvchanligini ko'rsatadi.

Tahlil natijalarida begona piklarning kuzatilmaganligi gel asosini tashkil qiluvchi komponentlar hamda rux oksidi nanozarrachalari flavonoidlarni aniqlash jarayoniga sezilarli xalaqit bermasligini ko'rsatdi. Bu esa YUSSX usulining murakkab farmatsevtik tizimlarni tahlil qilishdagi afzalliklarini yana bir bor tasdiqlaydi.

So'nggi yillarda chop etilgan ilmiy ishlarda flavonoidlar va metall nanozarrachalarining o'zaro ta'siri biologik faollikni oshirishi, antioksidant xususiyatlarni kuchaytirishi hamda yara bitishini tezlashtirishi qayd etilgan. Shu nuqtai nazardan, ishlab chiqilgan gel tarkibida apigenin va kversetinning aniqlanishi preparatning farmakologik samaradorligini ilmiy asoslashda muhim ahamiyatga ega.

Mazkur tadqiqot natijalari ishlab chiqilgan gelni standartlashtirish, sifat nazoratini tashkil etish hamda kelgusida sanoat miqyosida ishlab chiqarish uchun ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi. Bundan tashqari, ushbu metodika tarkibida flavonoidlar mavjud bo'lgan boshqa nanofarmatsevtik preparatlarni tahlil qilishda ham qo'llanilishi mumkin.

5. Xulosa

Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi usuli **Scutellaria Iscanderi** quruq ekstrakti va rux oksidi nanozarrachalari asosida yaratilgan gel tarkibidagi flavonoidlarni aniqlashda

yuqori selektivlik, aniqlik va ishonchlilikni namoyon etdi.

Xromatografik tahlil natijasida gel tarkibida apigenin miqdori **0,034 mg/g**, kversetin miqdori esa **0,0025 mg/g** ekanligi aniqlandi. Standart namunalar va tadqiqot obyekti uchun olingan ushlanish vaqtlarining mos kelishi flavonoidlarning ishonchli identifikatsiya qilinganligini tasdiqladi.

Tadqiqot natijalari ishlab chiqilgan gel tarkibida biologik faol flavonoidlarning saqlanib qolganligini hamda nanozarrachalar bilan hosil qilingan tizim ularning barqarorligini ta'minlashini ko'rsatdi. Bu esa preparatning farmatsevtik sifat ko'rsatkichlarini baholash va standartlashtirishda muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

Ishlab chiqilgan YUSSX metodikasi farmatsevtik korxonalarda sifat nazoratini olib borishda, yangi nanofarmatsevtik preparatlarni ishlab chiqishda hamda o'simlik ekstraktlari asosidagi dori vositalarini standartlashtirishda samarali analitik usul sifatida qo'llanilishi mumkin.

6. Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati

Farmatsevtika sanoatida o'simlik ekstraktlari asosida yaratilayotgan nanokompozitsion dori vositalarining sifati ularning tarkibidagi biologik faol moddalarning miqdori bilan chambarchas bog'liq. Shu sababli flavonoidlarni yuqori aniqlik bilan aniqlash dori vositasining terapevtik samaradorligini baholash va standartlashtirishning muhim bosqichi hisoblanadi.

Mazkur tadqiqotda qo'llanilgan yuqori samarali suyuqlik



xromatografiyasi usuli gel tarkibidagi apigenin va kversetinni murakkab matritsa sharoitida ishonchli ajratish hamda miqdoriy aniqlash imkonini berdi. Olingan natijalar ishlab chiqilgan preparatning sifat nazorati uchun mazkur usuldan foydalanish mumkinligini ko'rsatdi.

Apigeninning gel tarkibida nisbatan yuqori miqdorda aniqlanishi ushbu flavonoid preparatning asosiy biologik faol komponentlaridan biri ekanligini tasdiqlaydi. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, apigenin siklooksigenaza (COX-2), lipooksigenaza (LOX) hamda NF- κ B signal yo'llarining faolligini pasaytirish orqali yallig'lanish jarayonlarini susaytiradi. Bundan tashqari, u erkin radikallarni neytrallab, hujayralarni oksidlovchi stressdan himoya qiladi va fibroblastlar proliferatsiyasini rag'batlantirib, yara bitish jarayonini tezlashtiradi.

Kversetin miqdori apigeninga nisbatan kam bo'lishiga qaramay, uning preparat tarkibidagi mavjudligi katta ilmiy ahamiyatga ega. Kversetin kapillyarlar devorini mustahkamlaydi, hujayra membranalarini himoya qiladi, lipidlarning peroksidlanishini kamaytiradi hamda yallig'lanish mediatorlari hosil bo'lishini cheklaydi. Shu sababli u apigenin bilan birgalikda

sinergik biologik ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Rux oksidi nanozarrachalari esa flavonoidlarning farmakologik ta'sirini to'ldiruvchi muhim komponent hisoblanadi. ZnO nanozarrachalari keng spektrli antimikrob faollikka ega bo'lib, yara yuzasida mikroorganizmlar ko'payishini cheklaydi, to'qimalarning regeneratsiyasini tezlashtiradi hamda epitelizatsiya jarayonini faollashtiradi. Flavonoidlarning antioksidant xususiyatlari bilan ZnO nanozarrachalarining regenerativ ta'siri o'zaro uyg'unlashib, preparatning kompleks biologik samaradorligini ta'minlaydi.

Shu bois ishlab chiqilgan gel nafaqat flavonoidlarning tabiiy biologik faolligini saqlab qoladi, balki nanozarrachalar ishtirokida ularning terapevtik imkoniyatlarini yanada oshirishga xizmat qiladi. Mazkur natijalar preparatni yara bitkazuvchi, yallig'lanishga qarshi va antioksidant ta'sirga ega istiqbolli mahalliy dori vositasi sifatida baholash imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari kelgusida preparatni standartlashtirish, normativ hujjatlarni ishlab chiqish, sanoat texnologiyasini takomillashtirish hamda klinik tadqiqotlarga tayyorlash uchun muhim ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

References:

1. Javed M., Mal T. A review on estimation of quercetin, rutin, apigenin, naringin and hesperidin from citrus plant using HPLC // *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*. – 2025. – Vol. 14, No. 4. – P. 469–479. doi:10.22271/phyto.2025.v14.i4.g15506.
2. Metal Nanoparticle-Flavonoid Connections: Synthesis, Physicochemical and Biological Properties, as Well as Potential Applications in Medicine // *Nanomaterials*. – 2023. – Vol. 13, No. 9. – Article 1531. doi:10.3390/nano13091531.



3. Flavonoids: Antioxidant Powerhouses and Their Role in Biological Systems // *Antioxidants*. – 2024. – Vol. 13, No. 8. – Article 922. doi:10.3390/antiox13080922.
4. Khan M.I., Abdelhalim M.A.K., Alotaibi S.S. Green synthesis and biomedical applications of zinc oxide nanoparticles: A review // *Materials Today Communications*. – 2023. – Vol. 35. – 106021.
5. Mishra Y.K., Adelung R. Zinc oxide nanomaterials: synthesis, properties and biomedical applications // *Materials Science and Engineering C*. – 2022. – Vol. 134. – 112650.
6. Deineka V.I., Deineka L.A., Blinova I.P. va boshq. O xromatograficheskom povedenii flavonoidov v usloviyax obrashchenno-fazovoy VEJX // *Sorbtsiya i Khromatograficheskie Protsessy*. – 2016. – T. 16. – № 5. – S. 641–652.
7. O'zbekiston Respublikasi Davlat farmakopeyasi. II nashr. I jild. – Toshkent, 2021. – 682 b.
8. Идентификация и количественное определение флавоноидов в лекарственных растениях Республики Узбекистан // *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. – 2024. – Т. 27. – № 5. – С. 31–38. doi:10.29296/25877313-2024-05-04.
9. Shermatova I.B. **Scutellaria Iscanderi** o'simligi asosidagi nanozarrachali substansiyada apigeninni yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi usulida miqdoriy aniqlash // *Farmatsiya: ilmiy-amaliy jurnal*. – 2024. – № 3. – B. 74–79.
10. ICH Q2(R2). *Validation of Analytical Procedures*. International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use. – Geneva, 2023.
11. United States Pharmacopeia (USP 47–NF 42). General Chapter <621> Chromatography. – Rockville, MD: United States Pharmacopeial Convention, 2024.
12. European Pharmacopoeia. 11th Edition. General Chapter 2.2.29. Liquid Chromatography. – Strasbourg: European Directorate for the Quality of Medicines (EDQM). – 2024.
13. Harborne J.B., Williams C.A. Advances in flavonoid research since 1992 // *Phytochemistry*. – 2022 (qayta nashr va sharh materiallari).
14. Kumar S., Pandey A.K. Chemistry and biological activities of flavonoids: an overview // *The Scientific World Journal*. – 2021. – Article ID 162750.
15. Salehi B., Sharifi-Rad J., Capanoglu E. va boshq. Insights into the therapeutic potential of apigenin and quercetin in inflammation and oxidative stress // *Biomedicine & Pharmacotherapy*. – 2023. – Vol. 163. – 114821.