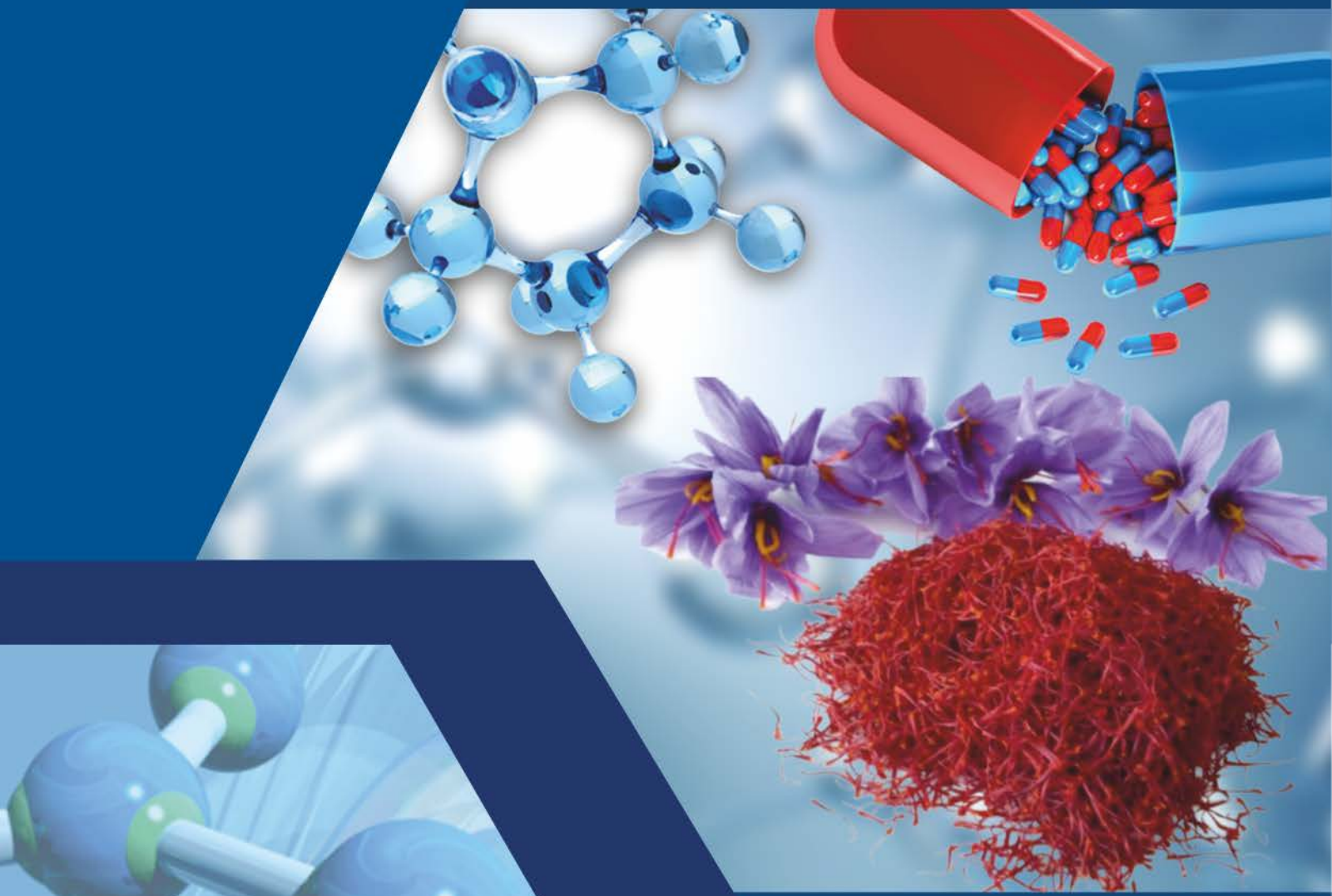
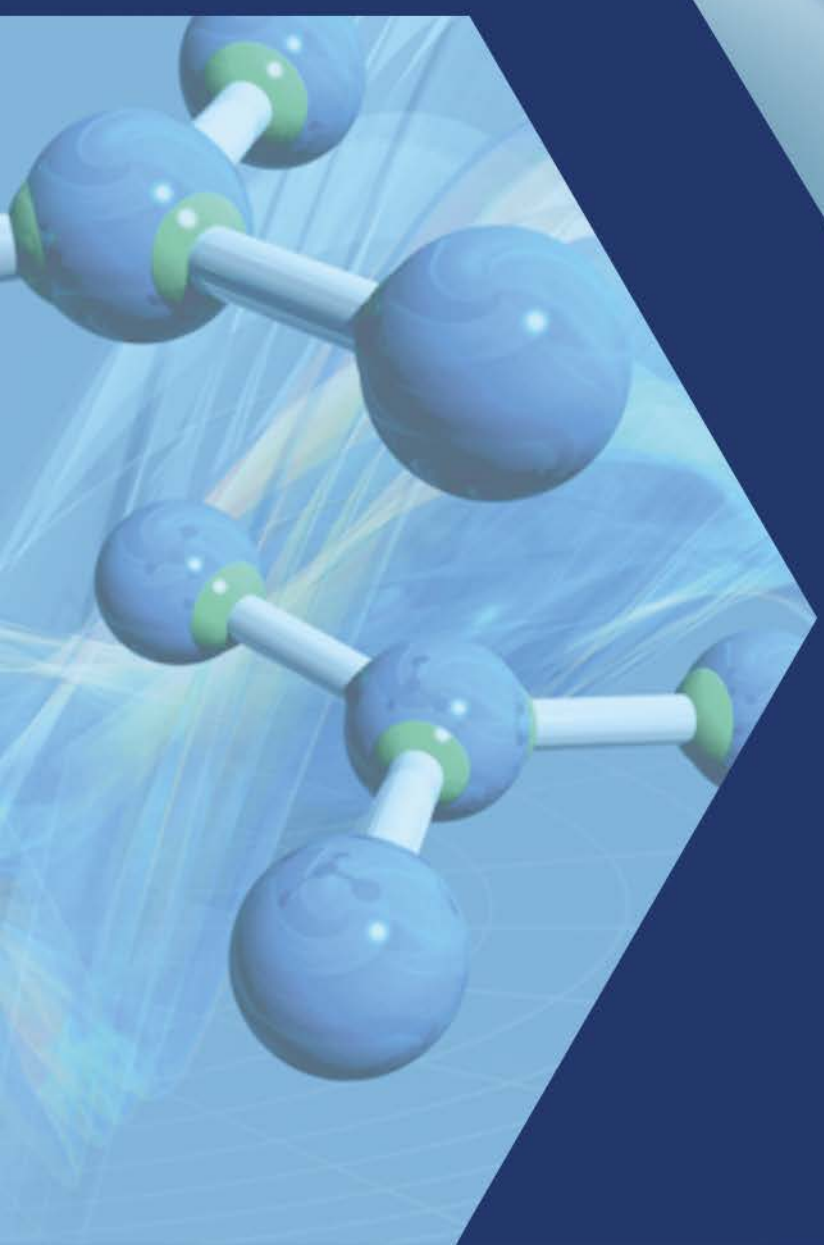
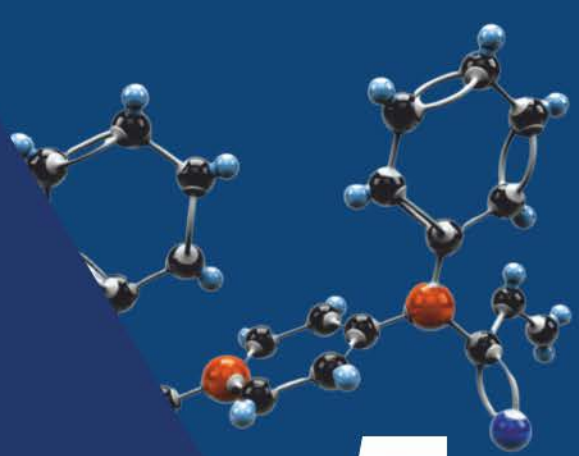
Farmatsiya







5

2026

FARMATSIYA

ISSN-C-31796

№ 5 / 2026

Tahrir hay'ati:

1. Tillayeva G.U. – bosh muharir, f.f.d., professor, Farmatsevtik ishlab chiqishni tashkil qilish va sifat menejmenti kefadrasi, Toshkent farmatsevtika instituti.

2. Bagdasarova I.S. – b.f.n., professor, Tibbiy-biologik fanlar kafedrasi, Farmatsevtika ta'lim va tadqiqot instituti.

3. Dusmatov A.F. – f.f.d., professor, Farmatsevtika ta'lim va tadqiqot instituti rektori.

4. Iskandarova L.M. – OOO "Navkar Group" laboratoriya mudiri, farm. fanlari nomzodi.

5. Jalilov F. S. – f.f.d., professor, Tibbiyot fakulteti, Farmatsevtik kimyo kafedrasi mudiri. Alfraganus universiteti.

6. Kariyeva Y.S. – f.f.d., professor, Dori turlari texnologiyasi kefadrasi mudiri, Toshkent farmatsevtika instituti.

7. Komilov X.M. – f.f.d., professor, Farmakognoziya kafedrasi, Toshkent farmatsevtika instituti.

8. Mavlyanova M.B. – f.f.n., dosent, Farmatsevtika ta'lim va tadqiqot institute.

9. Maksudova F.X. – (muharrir o'rinbosari) f.f.d., professor, Dori vositalarini sanoat texnologiyasi kafedrasi mudiri, Toshkent farmatsevtika instituti.

10. Mirakilova D.B. – A.Sultonov nomli O'zbekiston kimyo-farmatsevtika ilmiy-tadqiqot instituti (UzKFITI) ilmiy ishlar bo'yicha direktor o'rinbosari

11. Nazarova Z.A. – f.f.d., professor, Dori turlari texnologiyasi kefadrasi, Toshkent farmatsevtika instituti.

12. Nabiyev A.X. – t.f.n., yetakchi ilmiy xodim, Tajriba texnologiya laboratoriyasi, O'zR FA, Bioorganik kimyo instituti.

13. Xakimjanova Sh.O. (tehnik kotib) – Farmatsevtik ishlab chiqishni tashkil qilish va sifat menejmenti kefadrasi assistenti, Toshkent farmatsevtika instituti.

14. Olimov N.K. – f.f.d., professor, Farmakognoziya va dori vositalarini standartlash kafadrasi mudiri, Toshkent farmatsevtika instituti.

15. Qobilov N.S. – t.f.n., katta ilmiy xodim, "Sintetik dori vositalar kimyosi" laboratoriyasi, Milliy biofarmatsevtika ilmiy-tadqiqot instituti.

16. Sanayev Z.I. – t.f.n., katta ilmiy xodim, Farmakologiya va toksikologiya bo'limi, O'zR FA O'simlik moddalari kimyosi instituti.

17. Sidametova Z.E. (ma'sul kotib) – f.f.d., professor, Farmakognoziya va dori vositalarini standartlash kafadrasi, Toshkent farmatsevtika instituti.

18. Tillaeva U.M. – f.f.d., dotsent, Toshkent farmatsevtika instituti Xalqaro hamkorlik boyicha prorektor

19. Tulaganov A.A. – f.f.d., professor, O'zbekiston kimyo farmatsevtika ilmiy tadqiqot instituti, O'simliklar va sintetik Dori vositalarini texnologiyasi nomli laboratoria mudiri

20. Tulyaganov R.T. – b.f.d., professor, Farmakologiya va biologic fanlarkafedrasi, Toshkent farmatsevtika instituti.

21. Tagayaliyeva N.A. – b.f.n., katta ilmiy xodim, Biologik faol moddalar farmakologiya si va skrinigi laboratoriyasi mudiri, O'zR FA Bioorganik kimyo instituti.

22. Tukhtaev Kh.R. – f.f.d., professor, Noorganik, fizik va colloid kimyo kefadrasi, Toshkent farmatsevtika instituti.

23. **Tukhtaev B.E. –** b.f.d., professor, ToshDAU dorivor o'simliklar kafedrasi

24. Urmanova F.F. – f.f.d., professor, Farmakognoziya kafedrasi, Toshkent farmatsevtika instituti.

25. Usmanaliyeva Z.U. – f.f.d., professor, Farmatsevtik va toksikologik kimyo kefadrasi mudiri, Farmatsevtika va tadqiqot instituti.

26. Yunusxodjayeva N.A. – f.f.d., professor, Farmatsevtik va toksikologik kimyo kefadrasi, Farmatsevtika va tadqiqot instituti.

Tahrir kengashi:

Prof. Krasnyuk I.I. (Rossiya)
Prof. Dzhusupova Zh.D. (Rossiya)
Akad. Ramenskaya G.V. (Rossiya),
Akad. Patigorskaya N.V. (Rossiya),
Prof. Ordabaeva S.K. (Qozog'iston),
Prof. Sadchikova N.P. (Rossiya)
Prof. Bagirova V.L. (Rossiya)
Prof. Grizodub A.I. (Ukraina),
Prof. Kurmanov R. (Qirg'ziston),
Prof. Shukirbekova A.B. (Qozog'iston),
Akad. Sagdullayev Sh.Sh. (O'zbekiston),
Akad. To'rayev A.S. (O'zbekiston).

VFM 42 UZ-5874-2025 RAQAMLI SUBSTANSIYA ASOSIDA OLINGAN GELNING TARKIBIDAGI FLAVONOIDLARNI MIQDORINI YuSSX USULIDA ANIQLASH

Raximberganova Zilola Maxsudjon qizi[1] ,
Shermatova Iroda Baxtiyor qizi[2]

[1]Toshkent davlat texnika universiteti
[2] Toshkent farmatsevtika instituti
**e-mail: iroda.shermatova.94@mail.ru*

Ushbu tadqiqotda Scutellaria Iscanderi L. o‘simligining quruq ekstrakti va rux oksidi nanozarrachalarini saqlovchi gelning kimyoviy hamda antimikrob xususiyatlari o‘rganildi. Gel tarkibidagi biologik faol flavonoid – apigeninning miqdoriy tarkibi yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi usulida aniqlandi. Apigenin standart namunasining ushlanish vaqti 6,2 minutni, tadqiqot namunasidagi tegishli pikning ushlanish vaqti 6,1 minutni tashkil etdi. Gel tarkibidagi apigenin miqdori 0,0065 mg/g darajasida aniqlandi. Gelning antimikrob faolligi diffuziya usulida Staphylococcus aureus va Escherichia coli ga nisbatan baholandi. Rux oksidining 0,1%, 0,05% va 0,025% konsentratsiyalarida mikroorganizmlar o‘sishini bostirish zonalari aniqlandi. Eng yuqori ko‘rsatkichlar 0,1% konsentratsiyada qayd etilib, S. aureus uchun 28,3 ± 0,5 mm, E. coli uchun 24,6 ± 0,5 mm ni tashkil etdi. Olingan natijalar ishlab chiqilgan gelning kimyoviy tarkibi va antimikrob xususiyatlarini kompleks baholash imkonini berdi.

Kalit so‘zlar: *Scutellaria Iscanderi L., rux oksidi nanozarrachalari, nanobiotexnologiya, apigenin, yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi, antimikrob faollik, gel, Staphylococcus aureus, Escherichia coli.*

Kirish. So‘nggi yillarda nanobiotexnologiyaning jadal rivojlanishi biologik faol tabiiy birikmalar va metall oksidlari asosida yangi farmatsevtik tizimlarni yaratish imkoniyatlarini kengaytirmoqda. Ayniqsa, o‘simlik xomashyosi tarkibidagi biologik faol moddalarni nanostrukturali materiallar bilan birlashtirish dori vositalarining funksional xususiyatlarini yaxshilash, ularning biologik faolligini oshirish hamda yangi dori shakllarini ishlab chiqishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. O‘simlik ekstraktlari asosida metall va metall oksidi nanozarrachalarini olish «yashil sintez» tamoyillariga asoslangan biotexnologik yondashuv sifatida alohida ilmiy ahamiyat kasb etmoqda.

Scutellaria turkumiga mansub o‘simliklar biologik faol flavonoidlar va boshqa fenolik birikmalarga boy tabiiy manbalardan biri sifatida qaraladi. Ushbu guruh birikmalari orasida apigenin, luteolin, rutin va kversetin kabi flavonoidlar alohida e’tiborga ega. Flavonoidlarning mavjudligi o‘simlik ekstraktlarining biologik xususiyatlarini belgilovchi muhim omillardan biri bo‘lib, ularni tayyor dori shakllarini standartlashtirishda marker birikmalar sifatida aniqlash muhimdir.

O‘simlik ekstrakti asosida olingan na-

nokompozit tizimlarning samaradorligini baholashda nafaqat biologik faollikni, balki faol komponentlarning mavjudligi va miqdorini ham nazorat qilish talab etiladi. Shu sababli yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX, HPLC) o‘simlik preparatlaridagi individual flavonoidlarni identifikatsiya qilish va miqdoriy aniqlash uchun yuqori sezgir va selektiv analitik usullardan biri hisoblanadi. Mazkur yondashuv o‘simlik asosidagi dori shakllarining kimyoviy tarkibini standartlashtirish imkonini beradi.

Rux oksidi nanozarrachalari (ZnO-NPs) esa o‘zining fizik-kimyoviy xususiyatlari, nisbatan yuqori sirt faolligi va mikroorganizmlarga qarshi ta’siri bilan nanobiotexnologiya hamda farmatsevtik texnologiyada keng o‘rganilayotgan nanomateriallardan biridir. Ularning antimikrob ta’siri nanozarrachalarning bakterial hujayra yuzasi bilan bevosita o‘zaro ta’siri, reaktiv kislorod shakllarining hosil bo‘lishi va Zn^{2+} ionlarining ajralishi kabi bir nechta mexanizmlar bilan bog‘lanadi (1, 2). ZnO nanozarrachalarining antimikrob faolligi ularning konsentratsiyasi, zarracha o‘lchami, morfologiyasi va sirt xususiyatlariga bog‘liq bo‘lishi mumkin (2, 3).

ZnO nanozarrachalarining grammusbat va grammanfiy mikroorganizmlarga nisbatan faolligi turlicha namoyon bo‘lishi mumkin. Bunda mikroorganizmlarning hujayra devori tuzilishi, membrana xususiyatlari va nanozarrachalar bilan o‘zaro ta’sir darajasi muhim ahamiyatga ega (3, 4). Tayyor gelning turli konsentratsiyalardagi antimikrob ta’sirini ikki xil biologik model – grammusbat Staphylococcus aureus va grammanfiy Escherichia coli ga nisbatan qiyosiy o‘rganish preparatning biologik xususiyatlarini tavsiflash imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotda mahalliy o‘simlik xomashyosi – Scutellaria Iscanderi L. asosidagi quruq ekstrakt va rux oksidi nanozarrachalarini saqlovchi gelning analitik hamda mikrobiologik xususiyatlariga e’tibor qaratildi. Ilgari ishlab chiqilgan gel tarkibida o‘simlik ekstrakti bilan bir qatorda rux oksidi nanozarrachalari mavjud bo‘lib, ushbu dori shaklining sifat ko‘rsatkichlarini baholash uchun fizik-kimyoviy va mikrobiologik tadqiqotlar majmuasi amalga oshirilgan. Tadqiqotning muhim jihati shundan iboratki, tayyor gelning biologik faol komponentlaridan biri sifatida apigenin miqdori yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi yordamida aniqlanadi, uning biologik yo‘nalishdagi funksional xususiyatlari esa antimikrob faollikni baholash orqali to‘ldiriladi. Bunday kompleks yondashuv dori shaklining kimyoviy tarkibi va biologik faolligini birgalikda tavsiflash imkonini beradi.

Tadqiqotning maqsadi. Scutellaria Iscanderi L. ekstrakti va rux oksidi nanozarrachalarini saqlovchi gelni nanobiotexnologik yondashuv asosida baholash, undagi apigeninning miqdoriy tarkibini yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi yordamida aniqlash hamda gelning Staphylococcus aureus va Escherichia coli ga nisbatan antimikrob faolligini qiyosiy o‘rganishdan iborat.

Tadqiqot vazifalari: Scutellaria Iscanderi L. ekstrakti va rux oksidi nanozarrachalarini saqlovchi gel namunasida apigeninni yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi yordamida identifikatsiya qilish.

Gel tarkibidagi apigeninning miqdoriy miqdorini aniqlash.

Gelning turli konsentratsiyalarida Staphylococcus aureus ga nisbatan antimikrob faolligini aniqlash.

Gelning turli konsentratsiyalarida Escherichia coli ga nisbatan antimikrob faolligini aniqlash.

Olingan natijalarni mikroorganizmlarning o‘sishini bostirish zonalari asosida qiyosiy baholash.

Olingan analitik va mikrobiologik natijalarning ishlab chiqilgan nanobiotexnologik gelning sifat ko‘rsatkichlarini tavsiflashdagi ahamiyatini baholash.

Tadqiqot obyekti sifatida Scutellaria Iscanderi L. o‘simligining quruq ekstrakti va rux oksidi nanozarrachalarini saqlovchi gel dori shakli olindi. Ilgari o‘tkazilgan texnologik tadqiqotlar natijasida gel uchun karbomer asosidagi tarkib tanlangan bo‘lib, tayyor gel tarkibida o‘simlik ekstrakti va rux oksidi nanozarrachalari mavjudligi ko‘rsatilgan.

Nanostrukturali ZnO materiallarining mikroorganizmlarga ta’siri bir nechta o‘zaro bog‘liq mexanizmlar bilan izohlanadi. Ilmiy adabiyotlarda reaktiv kislorod shakllarining hosil bo‘lishi, Zn^{2+} ionlarining ajralishi, bakterial hujayra devori va membranasi bilan bevosita o‘zaro ta’sir hamda hujayra ichiga kirib borish kabi mexanizmlar asosiy omillar sifatida ko‘rsatilgan (1–4). Biroq ZnO nanozarrachalarining aniq antimikrob mexanizmi ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari va tadqiqot sharoitlariga qarab farqlanishi mumkin.

ZnO nanozarrachalarining antimikrob samaradorligiga konsentratsiyaning ta’siri ham alohida ahamiyatga ega. Nanozarrachalar konsentratsiyasining ortishi bilan mikroorganizmlar bilan o‘zaro ta’sir qiluvchi faol sirt maydoni va biologik tizimga ta’sir qiluvchi komponentlar miqdori o‘zgarishi mumkin. Shu sababli turli konsentratsiyalardagi gel namunalarini qiyoslash uning antimikrob faolligi uchun optimal konsentratsiya oralig‘ini baholashga xizmat qiladi (2, 5).

O‘simlik ekstrakti tarkibidagi flavonoidlarning mavjudligini nazorat qilish esa gelning kimyoviy standartlashtirilishi uchun muhimdir. Apigenin flavonoidlar guruhiga mansub bo‘lib, uning xromatografik aniqlanishi o‘simlik asosidagi dori shaklining kimyoviy tarkibini tavsiflash uchun analitik mezon sifatida qo‘llanishi mumkin.

Material va usullar. Tadqiqot obyekti sifatida Scutellaria Iscanderi L. o‘simligining quruq ekstrakti va rux oksidi nanozarrachalarini saqlovchi gel dori shakli olindi. Gelning texnologik tarkibi oldingi tadqiqotlar asosida tanlangan bo‘lib, 100 g tayyor mahsulot tarkibiga 0,5 g nanostrukturali rux oksidi saqlovchi quruq ekstrakt, 1,5 g karbomer 934/974, 10% li natriy gidroksid eritmasi va tozalangan suv kiritilgan. Tayyor gel tarkibidagi rux miqdori 0,1% ni tashkil etgan. Gelni tayyorlash jarayonida karbomer tozalangan suvda dispergirlanib, shishishi uchun ma’lum vaqt davomida qoldirilgan. Nanozarrachalarni saqlovchi quruq ekstrakt alohida tayyorlanib, keyinchalik karbomer asosiga qo‘shilgan. Natriy gidroksid eritmasi yordamida gelning bir xil konsistensiyasi va talab etilgan pH ko‘rsatkichi shakllantirilgan. Tayyor mahsulotning pH qiymati 5,5–6,0 oralig‘ida bo‘lgan.

Tadqiqotda gelning kimyoviy tarkibini baholash uchun apigenin marker birikma sifatida tanlandi. Scutellaria turkumidagi o‘simliklarning flavonoid tarkibini yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi yordamida aniqlash ilmiy adabiyotlarda keng qo‘llanadi. Apigenin ushbu turkum o‘sim-

liklarining xromatografik jihatdan aniqlanadigan flavonoidlaridan biri sifatida tavsiflangan (6).

Gel tarkibidagi apigeninni aniqlash uchun yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) usulidan foydalanildi. Ushbu usul o‘simlik xomashyosi va o‘simlik asosidagi dori shakllarida flavonoidlarni identifikatsiya qilish hamda ularning miqdorini aniqlash uchun selektiv analitik usul hisoblanadi (6, 7).

Tahlilning birinchi bosqichida apigeninning standart namunasi xromatografik tekshiruvdan o‘tkazildi. Standart moddaning xromatogrammasida asosiy signalning ushlanish vaqti 6,2 minutni tashkil etdi. Keyingi bosqichda ishlab chiqilgan gel namunasining xromatogrammasi olindi.

Gel namunasining xromatogrammasida 320 nm sohada kuzatilgan asosiy piklardan biri 6,1 minut atrofida qayd etildi. Standart apigenin uchun olingan ushlanish vaqti bilan tadqiqot namunasidagi pikning ushlanish vaqtining yaqinligi gel tarkibida apigenin mavjudligini identifikatsiya qilish uchun asos bo‘ldi.

Xromatografik natijalarni baholashda tadqiqot namunasi va standart moddaning ushlanish vaqtlariga e’tibor qaratildi. Apigeninning miqdoriy tarkibi xromatografik tahlil natijalari asosida hisoblandi.

Apigeninning miqdoriy miqdorini aniqlashda tadqiqot namunasi xromatogrammasidagi tegishli pikning analitik ko‘rsatkichi standart apigenin namunasi bilan taqqoslandi.

O‘tkazilgan tahlil natijasida gel tarkibidagi apigeninning miqdori 0,0065 mg/g ekanligi aniqlandi. Ushbu ko‘rsatkich ishlab chiqilgan gelning o‘simlik komponentiga xos biologik faol flavonoid mavjudligini miqdoriy jihatdan tavsiflaydi.

Gelning antimikrob faolligi standart namuna va tekshirilayotgan preparatning mikroorganizmlar o‘sishiga ta’sirini baholashga asoslangan diffuziya usuli yordamida o‘rganildi.

Tadqiqotda grammusbat Staphylococcus aureus hamda grammanfiy Escherichia coli mikroorganizmlaridan foydalanildi. Ushbu ikki mikroorganizm ZnO nanozarrachalarining antibakterial xususiyatlarini baholashda ko‘p qo‘llanadigan model mikroorganizmlar qatoriga kiradi.

Tekshirilayotgan gelning rux bo‘yicha uchta konsentratsiyasi o‘rganildi:

- 0,1%;
- 0,05%;
- 0,025%.

Namunalarning mikroorganizmlar o‘sishini bostirish darajasi hosil bo‘lgan ingibitsiya zonalarining diametri bo‘yicha baholandi. Inkubatsiyadan so‘ng mikroorganizmlar o‘sishining bostirilish zonalari mikrobiologik o‘lchov vositasi – HiAntibiotic Zone Scale CPW 297 yordamida 1 mm aniqlikda o‘lchandi.

ZnO nanozarrachalarining antibakterial ta’sirini baholashda zona diametrining kattaligi mikroorganizmlarning tekshirilayotgan namunaga sezgirligini tavsiflovchi ko‘rsatkich sifatida qabul qilindi. Adabiyotlarda ZnO nanozarrachalarining S. aureus va E. coli ga ta’siri hujayra membranasining shikastlanishi, reaktiv kislorod shakllarining hosil bo‘lishi va rux ionlarining ajralishi kabi mexanizmlar bilan bog‘langan (1, 3, 5).

Apigeninni aniqlash bo‘yicha xromatografik natijalar standart moddaning ushlanish vaqti bilan tadqiqot namunasidagi tegishli pikning ushlanish vaqtini taqqoslash asosida baholandi. Miqdoriy natija mg/g birlikda ifodalandi.

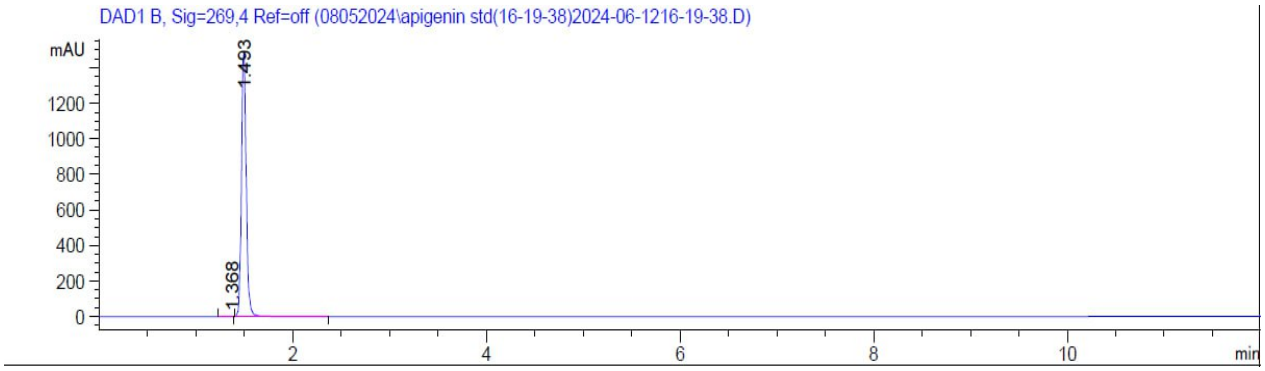
Antimikrob faollik S. aureus va E. coli uchun aniqlangan o‘sishni bostirish zonalari diametrlari orqali baholandi. Uch xil rux konsentratsiyasida olingan ko‘rsatkichlar qiyosiy tahlil qilindi.

Tadqiqotning ushbu bosqichida asosiy e’tibor ikkita ko‘rsatkichga qaratildi: gel tarkibidagi apigenin miqdori va turli konsentratsiyalardagi gelning mikroorganizmlar o‘sishini bostirish darajasi. Mazkur ko‘rsatkichlarning birgalikdagi tahlili ishlab chiqilgan nanobiotexnologik dori shaklining kimyoviy va biologik xususiyatlarini tavsiflash imkonini berdi.

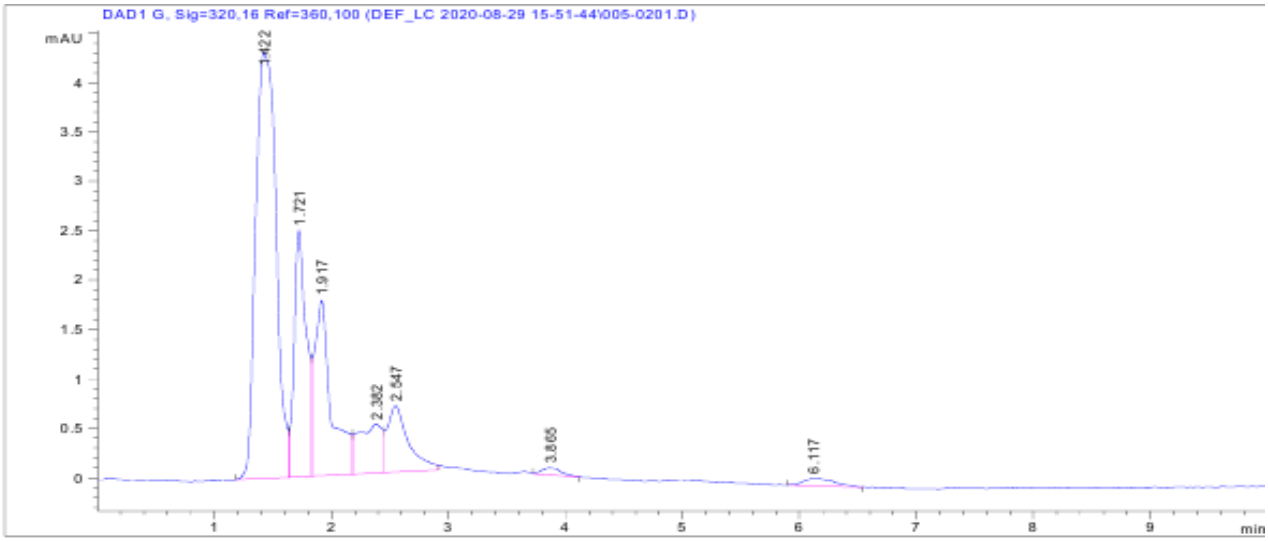
Natijalar. Gel tarkibidagi apigeninni xromatografik identifikatsiya qilish

Apigeninning mavjudligini aniqlash uchun dastlab standart moddaning xromatogrammasi olindi. Standart apigeninning xromatogrammasida asosiy pikning ushlanish vaqti 6,2 minutni tashkil etdi (1-rasm).

Keyingi tahlilda rux oksidi nanozarrachalarini saqlovchi gel namunasi tekshirildi. Tadqiqot namunasining xromatogrammasida 320 nm sohada qayd etilgan piklardan biri 6,1 minut atrofida joylashgani aniqlandi. Ushbu qiymat standart apigeninning 6,2 minutlik ushlanish vaqtiga yaqin bo‘ldi. Natija gel tarkibida apigenin mavjudligini tasdiqlovchi xromatografik belgi sifatida baholandi.



1-rasm. **Apigenin standart namunasining xromatogrammasi.**



2-rasm. **Rux oksidi nanozarrachalarini saqlovchi gel namunasining xromatogrammasi.**

Gel tarkibidagi apigeninning miqdoriy ko‘rsatkichi

YuSSX tahlili natijasida gel namunasidagi apigeninning miqdori 0,0065 mg/gni tashkil etdi. Mazkur natija ishlab chiqilgan gel tarkibida apigenin mavjudligini nafaqat sifat jihatdan, balki miqdoriy jihatdan ham tavsiflash imkonini berdi.

1-jadval.

Gel tarkibidagi apigeninning miqdoriy ko‘rsatkichi

Ko‘rsatkich	Natija
Aniqlangan biologik faol birikma	Apigenin
Aniqlash usuli	YUSSX
Standartning ushlanish vaqti	6,2 min
Namunaning ushlanish vaqti	6,1 min
Apigenin miqdori	0,0065 mg/g

Olingan xromatografik natijalar Scutellaria Iscanderi L. asosidagi gel tarkibining kimyoviy tavsifini beruvchi muhim ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi.

Gelning Staphylococcus aureus va Escherichia coli ga qarshi antimikrob faolligi

Gelning mikrobiologik faolligini baholash natijalari uning S. aureus va E. coli o‘sishini bostirish qobiliyatiga ega ekanligini ko‘rsatdi. Antimikrob ta’sir rux oksidining uch xil konsentratsiyasida baholandi.

0,1% konsentratsiyada S. aureus uchun o‘sishni bostirish zonasi 28,3 ± 0,5 mm, E. coli uchun esa 24,6 ± 0,5 mmni tashkil etdi. Rux konsentratsiyasi 0,05% gacha kamaytirilganda mos ravishda 24,3 ± 0,5 mm va 19,3 ± 0,5 mm natijalar qayd etildi. 0,025% konsentratsiyada esa o‘sishni bostirish zonalari S. aureus uchun 19,6 ± 0,5 mm, E. coli uchun 17,6 ± 0,5 mm bo‘ldi.

2-jadval.

Rux oksidi nanozarrachalarini saqlovchi gelning mikroorganizmlar o‘sishini bostirish zonalari

Gel tarkibidagi ZnO konsentratsiyasi	S. aureus, mm	E. coli, mm
0,100%	28,3 ± 0,5	24,6 ± 0,5
0,050%	24,3 ± 0,5	19,3 ± 0,5
0,025%	19,6 ± 0,5	17,6 ± 0,5

Natijalardan ko‘rinadiki, rux oksidi konsentratsiyasining pasayishi bilan ikkala mikroorganizm uchun ham o‘sishni bostirish zonasi kamaygan. Eng yuqori ko‘rsatkich 0,1% konsentratsiyada qayd etildi. Bunda S. aureus uchun aniqlangan zona diametri E. coli ga nisbatan yuqoriroq bo‘ldi.

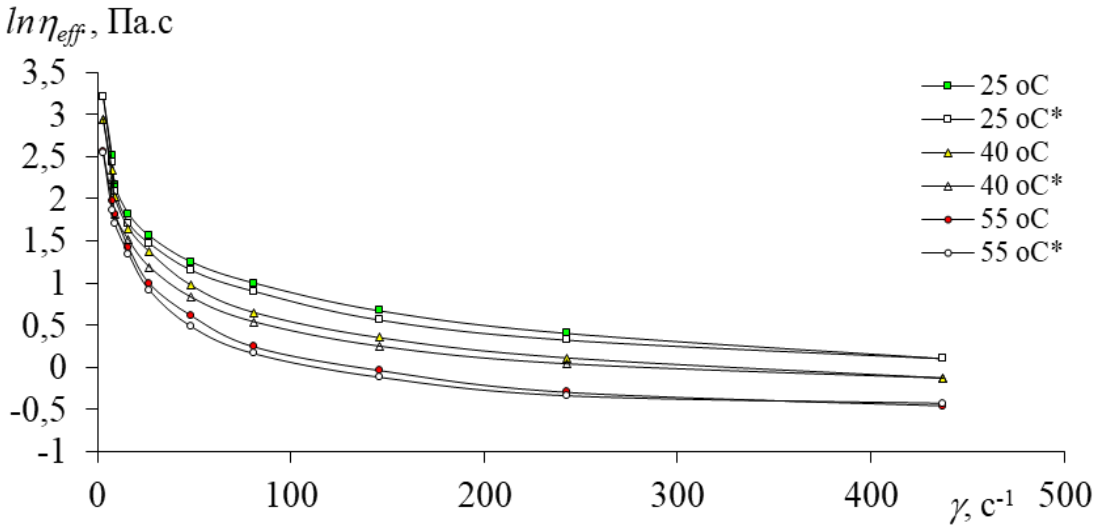
Ushbu natija ZnO nanozarrachalarining grammusbat va grammanfiy bak-

teriyalarga nisbatan ta’siri bir xil emasligi haqidagi ma’lumotlarga mos keladi. Ilmiy manbalarda S. aureus ayrim ZnO nanopartikulyar tizimlarga E. coli ga qaraganda sezgirroq bo‘lishi mumkinligi qayd etilgan.

4.4. Antimikrob faollikning konsentratsiyaga bog‘liqligi

Olingan natijalarni qiyoslash rux oksidi konsentratsiyasi va mikroorganizmlar o‘sishini bostirish zonasi o‘rtasida aniq yo‘nalish mavjudligini ko‘rsatdi. Konsentratsiya 0,1% dan 0,025% gacha pasayishi bilan S. aureus uchun zona diametri 28,3 mm dan 19,6 mm gacha, E. coli uchun esa 24,6 mm dan 17,6 mm gacha kamaydi.

Bu holat gel tarkibidagi ZnO nanozarrachalarining miqdori antimikrob faollikning muhim omillaridan biri ekanligini ko‘rsatadi. Bunday konsentratsiyaga bog‘liq ta’sir ZnO nanozarrachalarining antibakterial xususiyatlari bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlarda ham qayd etilgan.



3-rasm. **ZnO konsentratsiyasining Staphylococcus aureus va Escherichia coli o‘sishini bostirish zonasiga ta’siri.**

Olib borilgan tadqiqot natijalari *Scutellaria Iscanderi* L. quruq ekstrakti va rux oksidi nanozarrachalarini saqlovchi gelning kimyoviy hamda mikrobiologik ko‘rsatkichlarini birgalikda baholash imkonini berdi. Gel tarkibidagi apigeninning YuSSX yordamida aniqlanishi uning tarkibida o‘simlikka xos flavonoid komponent mavjudligini ko‘rsatdi. Tadqiqot namunasida apigeninning ushlanish vaqti 6,1 minut bo‘lib, standart apigenin uchun ushbu ko‘rsatkich 6,2 minutni tashkil etdi. Gel namunasida apigeninning miqdori 0,0065 mg/g darajasida aniqlandi.

Apigenin *Scutellaria* turkumidagi biologik faol flavonoidlardan biri hisoblanadi. 2025-yilda *Scutellaria iscanderi* L. ekstrakti va ZnO nanozarrachalarining biogen hosil bo‘lish jarayonini o‘rgangan tadqiqotda apigenin, kversetin, rutin va luteolin kabi flavonoidlarning xromatografik profili o‘rganilgan. Mualliflar o‘simlik ekstraktidagi flavonoidlarni ZnO nanozarrachalarining hosil bo‘lishi va barqarorlashuvida ishtirok etuvchi fitokimyoviy komponentlar sifatida ko‘rsatgan (6).

Bizning tadqiqotimizda esa e’tibor tayyor gel dori shaklidagi apigeninning mavjudligi va miqdorini aniqlashga qaratildi. Bu natija o‘simlik komponenti-

ning kimyoviy tavsifini beruvchi analitik ko‘rsatkich sifatida qaralishi mumkin. Shu bilan birga, faqat apigenin miqdorining aniqlanishi gelning umumiy biologik faolligini aynan ushbu birikma bilan bog‘lash uchun yetarli asos bermaydi. Gelning biologik xususiyatlari tarkibidagi boshqa flavonoidlar, ekstraktiv moddalar va ZnO nanozarrachalarining birgalikdagi ta’siri bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Antimikrob tadqiqot natijalari gel tarkibidagi ZnO konsentratsiyasi o‘zgarishi bilan mikroorganizmlarning o‘sishini bostirish zonalari ham o‘zgarganini ko‘rsatdi. 0,1% konsentratsiyada *S. aureus* uchun zona 28,3 ± 0,5 mm, *E. coli* uchun 24,6 ± 0,5 mm bo‘ldi. Konsentratsiya 0,05% gacha kamaytirilganda ushbu ko‘rsatkichlar mos ravishda 24,3 ± 0,5 va 19,3 ± 0,5 mm ni tashkil etdi. 0,025% konsentratsiyada esa *S. aureus* uchun 19,6 ± 0,5 mm, *E. coli* uchun 17,6 ± 0,5 mm natijalar olindi.

Tekshirilgan konsentratsiyalar oralig‘ida ZnO miqdorining kamayishi ikkala mikroorganizm uchun ham o‘sishni bostirish zonasining qisqarishi bilan kechgan. 0,1% konsentratsiya tadqiqot qilingan variantlar orasida eng katta ingibitsiya zonasini ta’minlagan.

S. aureus uchun barcha uchta konsentratsiyada olingan ko‘rsatkichlar *E. coli* ga nisbatan yuqori bo‘ldi. 0,1% konsentratsiyada farq 3,7 mm, 0,05% konsentratsiyada 5,0 mm, 0,025% konsentratsiyada esa 2,0 mm ni tashkil etdi. Bunday farq grammusbat va grammanfiy bakteriyalarning hujayra qobig‘i tuzilishidagi biologik farqlar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. ZnO nanozarrachalarining antibakterial ta’sirida zarracha sirtining hujayra bilan o‘zaro ta’siri, reaktiv kislorod shakllari hosil bo‘lishi va Zn^{2+} ionlarining ajralishi kabi mexanizmlar muhim o‘rin tutishi qayd etilgan.

Mazkur tadqiqotda antimikrob faollik **in vitro** sharoitda ikkita bakterial turga nisbatan baholangan. Shuning uchun olingan natijalarni bevosita klinik samaradorlik ko‘rsatkichi sifatida talqin qilish mumkin emas. Ular gelning laboratoriya sharoitidagi antimikrob xususiyatini tavsiflaydi.

Tadqiqotning yana bir muhim jihati – kimyoviy va biologik ko‘rsatkichlarning birgalikda baholanganidir. Apigeninning miqdoriy aniqlanishi gelning o‘simlik komponentini analitik jihatdan tavsiflaydi, mikrobiologik test esa uning mikroorganizmlarga qarshi faolligini ko‘rsatadi. Bunday kompleks yondashuv o‘simlik ekstrakti va nanomaterial asosidagi dori shakllarini standartlashtirishda muhim ahamiyatga ega.

2025-yilda e’lon qilingan tadqiqotlarda *S. iscanderi* ekstraktidan ZnO nanozarrachalarini «yashil sintez» usulida olishda flavonoidlar, aminokislotalar va uglevodlarning ishtiroki ko‘rsatilgan. Flavonoidlar nanozarrachalarning barqarorlashuvida tabiiy stabilizator sifatida qaralgan (6). Bu ma’lumotlar o‘simlik ekstrakti va ZnO nanozarrachalarining yagona nanobiotexnologik tizim sifatida o‘rganilishining ilmiy asosini kuchaytiradi.

Shu sababli antimikrob ta’sirni faqat apigenin bilan izohlash ilmiy jihatdan to‘g‘ri bo‘lmaydi. Olingan biologik natijalarni ZnO nanozarrachalari, o‘simlik ekstrakti tarkibidagi biologik faol moddalar va gel matritsasining umumiy ta’siri bilan bog‘liq kompleks natija sifatida baholash maqsadga muvofiq.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati

O‘tkazilgan tadqiqotlar ishlab chiqilgan gel dori shaklining kimyoviy va mikro-

biologik sifat ko‘rsatkichlarini baholash uchun bir nechta nazorat parametrlarini qo‘llash mumkinligini ko‘rsatdi.

YuSSX usulida apigeninni aniqlash gel tarkibidagi biologik faol flavonoidni identifikatsiya qilish va uning miqdorini nazorat qilish imkonini beradi. Tadqiqotda ushbu ko‘rsatkich **0,0065 mg/g** darajasida qayd etildi.

Antimikrob faollikni diffuziya usulida aniqlash esa tayyor gelning mikroorganizmlar o‘sishini bostirish xususiyatini baholash imkonini beradi. Tadqiqotda eng yuqori ingibitsiya zonalari 0,1% ZnO konsentratsiyasida qayd etilgan: *S. aureus* uchun 28,3 ± 0,5 mm va *E. coli* uchun 24,6 ± 0,5 mm.

Mazkur natijalar o‘simlik ekstrakti va ZnO nanozarrachalarini saqlovchi gelni keyingi farmatsevtik-biologik tadqiqotlar uchun istiqbolli obyekt sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi. Biroq uning terapevtik samaradorligi va xavfsizligini to‘liq baholash uchun qo‘shimcha preklinik va klinik tadqiqotlar talab etiladi.

Mazkur tadqiqotning asosiy cheklovi antimikrob faollikning laboratoriya sharoitida ikki turdagi mikroorganizmga nisbatan baholanganligi bilan bog‘liq. Olingan natijalar preparatning **in vitro** antimikrob xususiyatini ko‘rsatadi, ammo klinik samaradorlikni tasdiqlamaydi.

Bundan tashqari, tadqiqotda apigenin miqdori va antimikrob faollik o‘rtasidagi to‘g‘ridan-to‘g‘ri korrelyatsiya aniqlanmagan. Shu sababli apigenin miqdorini gelning antimikrob ta’sirining yagona determinanti sifatida talqin qilish mumkin emas.

Kelgusidagi tadqiqotlarda gelning boshqa biologik faol komponentlarini miqdoriy aniqlash, ZnO nanozarrachalarining fizik-kimyoviy xususiyatlarini antimikrob faollik bilan bog‘lash, mikroorganizmlar spektrini kengaytirish hamda xavfsizlik va samaradorlikni **in vivo** modellarida baholash maqsadga muvofiq.

Xulosa. *Scutellaria Iscanderi* L. quruq ekstrakti va rux oksidi nanozarrachalarini saqlovchi gelning kimyoviy va mikrobiologik xususiyatlari kompleks ravishda baholandi.

Yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi yordamida gel tarkibida apigenin identifikatsiya qilindi. Standart apigeninning ushlanish vaqti 6,2 minut, tadqiqot namunasidagi tegishli pikning ushlanish vaqti 6,1 minutni tashkil etdi. Apigeninning miqdoriy tarkibi **0,0065 mg/g** darajasida aniqlandi.

Gelning antimikrob faolligi *Staphylococcus aureus* va *Escherichia coli* ga nisbatan diffuziya usuli yordamida baholandi. Uchta tekshirilgan konsentratsiya ichida 0,1% ZnO saqlovchi gel eng katta o‘sishni bostirish zonalarini hosil qildi. *S. aureus* uchun zona **28,3 ± 0,5 mm**, *E. coli* uchun **24,6 ± 0,5 mm** bo‘ldi. ZnO konsentratsiyasining 0,05% va 0,025% gacha pasayishi bilan ikkala mikroorganizm uchun ham ingibitsiya zonalari kamaydi.

Olingan natijalar o‘simlik ekstrakti va ZnO nanozarrachalarini birlashtirgan gel dori shaklining kimyoviy hamda antimikrob xususiyatlarini baholashda YuSSX va mikrobiologik diffuziya usullarini birgalikda qo‘llash maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalari ishlab chiqilgan gelni keyingi farmatsevtik-biologik va preklinik tadqiqotlarda o‘rganish uchun asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati:

1. Sirelkhatim A., Mahmud S., Seeni A., Kaus N.H.M., Ann L.C., Bakhori S.K.M., Hasan H., Mohamad D. Review on Zinc Ox-

ide Nanoparticles: Antibacterial Activity and Toxicity Mechanism // *Nano-Micro Letters*. – 2015. – Vol. 7, No. 3. – P. 219–242. – DOI: 10.1007/s40820-015-0040-x.

2. da Silva B.L., Abuçafy M.P., Manaia E.B., Oshiro Junior J.A., Chiari-Andréo B.G., Pietro R.C.L.R., Chiavacci L.A. Relationship Between Structure and Antimicrobial Activity of Zinc Oxide Nanoparticles: An Overview // *International Journal of Nanomedicine*. – 2019. – Vol. 14. – P. 9395–9410. – DOI: 10.2147/IJN.S216204

3. Zhang L., Jiang Y., Ding Y., Povey M., York D. Investigation into the antibacterial behaviour of suspensions of ZnO nanoparticles (ZnO nanofluids) // *Journal of Nanoparticle Research*. – 2007. – Vol. 9, No. 3. – P. 479–489. – DOI: 10.1007/s11051-006-9150-1.

4. Sagdullayev S., Shermatova I., Xusniddinova A., Tayirova D., Zakirova R. Phytochemical Influence of *Scutellaria iscanderi* L. on Zinc Oxide Nanoparticle Biosynthesis // *Journal of Science and Mathematics Letters*. – 2025. – Vol. 13, No. 2. – DOI: 10.37134/jsml.vol13.2.5.2025.

5. Shermatova I.B., Sagdullayev S.Sh., Xusniddinova A.R. et al. Morphological and size characterization of zinc oxide nanoparticles and evaluation of their cytotoxicity on the MCF-7 cell line // *ScienceRise: Pharmaceutical Science*. – 2025. – DOI: 10.15587/2519-4852.2025.338297.

6. Espitia P.J.P., Soares N.F.F., Coimbra J.S.R., de Andrade N.J., Cruz R.S., Medeiros E.A.A. Zinc Oxide Nanoparticles: Synthesis, Antimicrobial Activity and Food Packaging Applications. *Food and Bioprocess Technology*. 2012. Vol. 5. P. 1447–1464.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ ФЛАВОНОИДОВ В СОСТАВЕ ГЕЛЯ, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ СУБСТАНЦИИ VFM 42 UZ-5874-2025, МЕТОДОМ ВЭЖХ

Рахимберганова Зилола Махсуджон қизи[1], Шерматова Ирода Бахтиёр қизи*[2]

[1]Ташкентский государственный технический университет
[2]Ташкентский Фармацевтический институт
e-mail: iroda.shermatova.94@mail.ru

В настоящем исследовании изучены химические и антимикробные свойства геля, содержащего сухой экстракт растения Scutellaria Iscanderi L. и наночастицы оксида цинка. Количественное содержание биологически активного флавоноида – апигенина в составе геля определяли методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Время удерживания стандартного образца апигенина составило 6,2 мин, а время удерживания соответствующего пика в исследуемом образце – 6,1 мин. Содержание апигенина в составе геля было определено на уровне 0,0065 мг/г. Антимикробную активность геля оценивали методом диффузии в отношении Staphylococcus aureus и Escherichia coli. Зоны подавления роста микроорганизмов были определены при концентрациях оксида цинка 0,1%, 0,05% и 0,025%. Наиболее высокие показатели

зарегистрированы при концентрации 0,1% и составили 28,3 ± 0,5 мм для S. aureus и 24,6 ± 0,5 мм для E. coli. Полученные результаты позволили провести комплексную оценку химического состава и антимикробных свойств разработанного геля.

Ключевые слова: *Scutellaria Iscanderi L., наночастицы оксида цинка, нанобиотехнология, апигенин, высокоэффективная жидкостная хроматография, антимикробная активность, гель, Staphylococcus aureus, Escherichia coli.*

DETERMINATION OF THE QUANTITATIVE CONTENT OF FLAVONOIDS IN A GEL OBTAINED BASED ON THE VFM 42 UZ-5874-2025 SUBSTANCE BY HPLC

Rakhimberganova Zilola Makhsudjon qizi[1], Shermatova Iroda Bakhtiyor qizi[2], Shamsutdinova Madina Rinatovna, Nurimova Lola Sherzodovna

[1]Tashkent state technical universitete
[2] Tashkent Pharmaceutical Institute
**e-mail: iroda.shermatova.94@mail.ru*

In the present study, the chemical and antimicrobial properties of a gel containing a dry extract of the plant Scutellaria Iscanderi L. and zinc oxide nanoparticles were investigated. The quantitative content of the biologically active flavonoid apigenin in the gel was determined by high-performance liquid chromatography. The retention time of the apigenin reference standard was 6.2 min, while the retention time of the corresponding peak in the test sample was 6.1 min. The apigenin content in the gel was determined to be 0.0065 mg/g. The antimicrobial activity of the gel was evaluated by the diffusion method against Staphylococcus aureus and Escherichia coli. Zones of inhibition of microbial growth were determined at zinc oxide concentrations of 0.1%, 0.05%, and 0.025%. The highest values were recorded at a concentration of 0.1%, measuring 28.3 ± 0.5 mm for S. aureus and 24.6 ± 0.5 mm for E. coli. The obtained results enabled a comprehensive assessment of the chemical composition and antimicrobial properties of the developed gel.

Keywords: *Scutellaria Iscanderi L., zinc oxide nanoparticles, nanobiotechnology, apigenin, high-performance liquid chromatography, antimicrobial activity, gel, Staphylococcus aureus, Escherichia coli.*