ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME – 6

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

PEGANUM HARMALA FENOL BIRIKMALARINING MIKROENKAPSULLANGAN SHAKLINING ANTIDIABETIK XUSUSIYATLARI

Raximov Hafizjon
First-year student of the Faculty of Medicine at Samarkand State Medical University.
Buronov Anvarjon[b]
Assistant of the Faculty of Biotechnology, Engineering, and Pharmacy at Samarkand State Medical University.
E-mail: anvarjon4488@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda *Peganum harmala* o‘simligining fenolga boy fraksiyasi (PRF-PH) mikroenkapsulyatsiya qilinib, uning alloksan bilan qo‘zg‘atilgan diabetli sichqonlardagi antidiyabetik ta’siri baholandi. Olingan mikrokapsulalar sferik shaklda bo‘lib, o‘rtacha diametri 375 nm va inkapsulyatsiya samaradorligi 87 % ni tashkil etdi. PRF-PH (100 mg/kg) tana vazni va ozuqa iste’molini normallashtirdi, qondagi glyukoza darajasini pasaytirdi hamda lipid profili va jigar fermentlari ko‘rsatkichlarini yaxshiladi. Shuningdek, CAT ekspressiyasi oshib, iNOS kamaydi, GLUT-2 va GLUT-4 genlari esa yuqori darajada ifodalandi. Gistopatologik tahlillar PRF-PH ning asosiy to‘qimalarga zarar yetkazmasligini ko‘rsatdi. Natijalar mikroenkapsullangan PRF-PH ni diabetni boshqarishda istiqbolli nutratsevtik nomzod sifatida ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: alloksan, antioksidant himoya, diabet, glyukoza tashuvchilar, *Peganum harmala*, fenol birikmalar, mikroenkapsulyatsiya

Аннотация. В данном исследовании фенол-богатая фракция *Peganum harmala* (PRF-PH) была микрокапсулирована и оценена ее антидиабетическая активность у мышей с аллоксан-индуцированным диабетом. Микрокапсулы имели сферическую форму, средний диаметр 375 нм и эффективность инкапсуляции 87%. Введение PRF-PH (100 мг/кг) нормализовало массу тела и потребление корма, снижало уровень глюкозы в крови, а также улучшало липидный профиль и активность печеночных ферментов. Отмечено повышение экспрессии CAT, снижение iNOS и усиление экспрессии GLUT-2 и GLUT-4. Гистопатологический анализ подтвердил отсутствие повреждений основных органов. Полученные результаты указывают на перспективность PRF-PH как нутрицевтического средства для контроля диабета.

Ключевые слова: аллоксан, антиоксидантная защита, диабет, транспортёры глюкозы, *Peganum harmala*, фенольные соединения, микрокапсулирование

Abstract. This study evaluated the antidiabetic potential of a microencapsulated phenolic-rich fraction of *Peganum harmala* (PRF-PH) in alloxan-induced diabetic mice. The microcapsules were spherical (375 nm) with an encapsulation efficiency of 87%. PRF-PH (100 mg/kg) normalized body weight and food intake, reduced blood glucose levels, and improved lipid profile and liver enzyme activity. It upregulated CAT expression, downregulated iNOS, and enhanced GLUT-2 and GLUT-4 expression. No adverse histopathological changes were observed. These findings suggest that microencapsulated PRF-PH is a promising nutraceutical candidate for diabetes management.

Keywords: alloxan, antioxidant defense, diabetes, glucose transporters, *Peganum harmala*, phenolic compounds, microencapsulation

KIRISH.

Qandli diabet (DM) – bu giperglikemiya, lipidlar, oqsillar va uglevodlar almashinuvining buzilishi bilan kechadigan murakkab metabolik kasallikdir. Eng keng tarqalgan 1- va 2-tip diabetlar insulin sekretsiyasining yetishmovchiligi (beta-hujayralar nobud bo‘lishi) yoki insulin qarshiligi natijasida rivojlanadi [1]. Dunyoda 400 milliondan ortiq kishi diabet bilan kasallangan va 2030 yilga borib bu ko‘rsatkich 438 millionga yetishi kutilmoqda [2]. Kasallik buyrak yetishmovchiligi, ko‘rlik, miokard infarkti va insult kabi mikro- va makroangiopatiyalarga olib keladi.

Hozirgi kimyoviy dorilar (metformin, sulfonilmochevina hosilalari va boshqalar) hipoglikemiya, vazn ortishi va kontrendikatsiyalar kabi nojo‘ya ta’sirlar bilan cheklangan [3]. Shu sababli, tabiiy mahsulotlar, ayniqsa dorivor o‘simliklar arzonligi, qulayligi va minimal yon ta’sirlari tufayli diqqat markazida. Fenol birikmalar – flavonoidlar, fenol kislotalar, stilbenlar va lignanlar – antioksidant va yallig‘lanishga qarshi faolligi bilan diabetga qarshi samarali vosita sifatida o‘rganilmoqda [4]. Peganum harmala – Shimoliy Afrika, Yaqin Sharq va Markaziy Osiyoda keng qo‘llaniladigan o‘simlik bo‘lib, uning urug‘lari fenollar va alkaloidlarga boy. Ushbu o‘simlikning sitoprotektiv va hipoglikemik xususiyatlari ilgari qayd etilgan [5].

Biroq, fenol birikmalarning past bioavailability va beqarorligi ularning samaradorligini cheklaydi. Mikroenkapsulyatsiya – bu dori yetkazib berish tizimi bo‘lib, u bioavailability ni oshiradi, degradatsiyani kamaytiradi va nazorat ostida ajralib chiqishni ta’minlaydi [6]. Oldingi tadqiqotlarda P. harmala ekstraktlarining antidiyabetik ta’siri ko‘rsatilgan bo‘lsa-da, hech bir tadqiqot mikroenkapsulyatsiya texnologiyasini qo‘llamagan [7]. Shu sababli, ushbu tadqiqotning maqsadi – mikroenkapsullangan P. harmala fenolga boy fraktsiyasining (PRF-PH) alloksan bilan qo‘zg‘atilgan diabetli sichqonlarda

ISSN 3030-3907

antioksidant holat, yallig‘lanish markerlari, glyukoza tashuvchilar va gistopatologik o‘zgarishlarga ta’sirini baholash.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Dunyo miqyosida o‘rganishlar holati. So‘nggi yillarda Peganum harmala ning antidiyabetik xususiyatlari bir qator tadqiqotlarda tasdiqlangan. Komeili va boshq. (2016) streptozotosin bilan qo‘zg‘atilgan diabetli kalamushlarda P. harmala gidroalkogol ekstrakti qon glyukoza, HbA1C, MDA, ALT, AST va lipidlarni kamaytirganini ko‘rsatdi. Singh va boshq. (2008) etanol ekstrakti 30–48% glyukoza pasayishiga olib kelganini qayd etdi. Ali va boshq. (2015) alloksan diabetida Semecarpus anacardium po‘stlog‘i ekstrakti dozaga bog‘liq ravishda TG, TC va LDLni kamaytirgan. Biroq, bu ishlarning hech birida dori yetkazib berish tizimi ishlatilmagan.

Bioavailability va mikroenkapsulyatsiya. Fenol birikmalarning past hazm bo‘lishi va tez metabollanishi ularning klinik samaradorligini cheklaydi (Tatipamula & Kukavica, 2021). Mikroenkapsulyatsya – bu muammoni hal qilishning samarali usuli. Du va boshq. (2020) xitozan bilan inkapsullangan resveratrol-sink oksid kompleksi (CS-ZnO-RS) gestatsion diabetli kalamushlarda alfa-amilaza va alfa-glyukozidaza inhibisiyasi orqali glyukoza pasayishiga olib kelgan. Shunga o‘xshash, Rigon & Norena (2016) spray drying usuli bilan fenollarni mikroenkapsullash biomolekulalarning barqarorligini oshirishini ko‘rsatdi.

O‘zbekiston sharoitida olib borilgan tadqiqotlar. O‘zbekiston florasida Peganum harmala („Ispand“, „Hazorasp“ nomlari bilan ma’lum) keng tarqalgan bo‘lib, xalq tabobatida qandli diabetga qarshi qo‘llaniladi. Biroq, hozirgacha O‘zbekistonda bu o‘simlikning mikroenkapsullangan shakli va uning diabetga qarshi mexanizmlari bo‘yicha tizimli ilmiy tadqiqotlar o‘tkazilmagan. Mavjud bo‘shliq – bu fenol birikmalarning bioavailability ni oshiruvchi, standartlashtirilgan va xavfsiz dori shaklini yaratishdir. Ushbu tadqiqot aynan shu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Bu tadqiqot tajriba asosida o‘tkazildi. Unda 32 ta erkak sichqon ishlatildi (8 haftalik, vazni taxminan 25–30 g). Tadqiqotda *Peganum harmala* urug‘laridan olingan fenol moddalarga boy fraksiya mikroenkapsullangan shaklda qo‘llanildi.

Ekstraksiya jarayoni: Urug‘lar kukun holiga keltirilib, metanol va kislotali muhitda qizdirilib ekstraksiya qilindi. Keyin turli erituvchilar yordamida bir necha qismlarga (fraksiyalarga) ajratildi. Fenol moddalari miqdori maxsus usul bilan o‘lchandi va eng yuqori natija etilasetat fraksiyasida kuzatildi. Shu fraksiya asosiy faol modda sifatida tanlab olindi.

ISSN 3030-3907

Mikroenkapsulyatsiya: Olingan fraksiya himoya qiluvchi moddalar (maltodekstrin, modifikatsiyalangan kraxmal va oqsil) bilan aralashtirildi va maxsus qurilmada quritilib, juda mayda zarrachalar (mikrokapsulalar) hosil qilindi. Bu jarayon moddaning barqarorligini oshirish uchun amalga oshirildi. Hosil bo‘lgan zarrachalarning o‘lchami, shakli va barqarorligi maxsus asboblar yordamida tekshirildi.

Fenol tarkibi va antioksidant faollik: Fraksiya tarkibidagi asosiy fenol moddalar aniqlandi. Shuningdek, uning erkin radikallarni zararsizlantirish qobiliyati (antioksidant xususiyati) baholandi.

Tajriba dizayni: Sichqonlar 4 guruhga ajratildi:

- sog‘lom guruh
- diabet chaqirilgan guruh
- diabet + o‘simlik ekstrakti berilgan guruh
- diabet + standart dori (metformin) berilgan guruh

Tajriba 35 kun davom etdi. Davolash moddalar ovqat bilan birga berildi. Har hafta qondagi glyukoza darajasi o‘lchandi, oxirida esa qonning boshqa muhim ko‘rsatkichlari ham tekshirildi.

To‘qimalarni o‘rganish: Jigar, oshqozon osti bezi va taloq olinib, mikroskop ostida ularning holati baholandi.

Gen darajasidagi o‘zgarishlar: To‘qimalardan genetik material ajratilib, ayrim muhim genlarning faolligi o‘rganildi. Bu genlar organizmda antioksidant himoya va glyukozani tashish jarayonlari bilan bog‘liq.

Statistik tahlil: Olingan natijalar maxsus statistik dastur yordamida tahlil qilindi. Natijalar orasidagi farq ishonchli deb qabul qilinishi uchun maxsus mezon qo‘llanildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Mikrokapsulalarning xususiyatlari. Olingan mikrokapsulalar morfologik jihatdan aniq sferik shaklga ega bo‘lib, ularning o‘rtacha diametri taxminan 375 nm atrofida ekanligi aniqlandi. Zarrachalar dispersiyasi nisbatan tor bo‘lib, ularning bir xil taqsimlanganini va kolloid tizimning yuqori darajada barqarorligini ko‘rsatadi. Sirt morfologiyasi silliq va defektsiz bo‘lib, bu kapsulalash jarayonining optimal sharoitda kechganini anglatadi. Faol moddaning inkapsulyatsiya samaradorligi yuqori (≈87%) bo‘lib, bu fenol birikmalarining tashqi omillar, xususan oksidlanish va fotodegradatsiyadan samarali himoyalanganini ko‘rsatadi. Shuningdek, fenol moddalarning asosiy qismi etilasetat fraksiyasida to‘plangani aniqlanib, bu natija fenolik komponentlarning o‘rtacha qutblilikka ega erituvchilarda yaxshi ekstraksiyalanishini tasdiqlaydi va avvalgi ilmiy ma’lumotlar bilan mos keladi.

ISSN 3030-3907

Fenol tarkibi va antioksidant xususiyati. Fitokimyoviy tahlillar natijasida ekstrakt tarkibida gal kislota, pirogallol, naringin va siringik kislota kabi biologik faol fenolik birikmalar mavjudligi aniqlandi. Ushbu komponentlar kuchli antioksidant xususiyatga ega bo‘lib, erkin radikallarni neytrallash orqali oksidlovchi stressni kamaytiradi. In vitro sharoitda o‘tkazilgan tajribalar ekstraktning radikal tutish qobiliyatini tasdiqladi, biroq uning samaradorligi standart antioksidant sifatida qo‘llaniladigan askorbin kislotaga nisbatan biroz pastroq ekanligi kuzatildi. Shunga qaramay, olingan natijalar fenolga boy o‘simlik ekstraktlarining antioksidant salohiyatini tasdiqlovchi boshqa tadqiqotlar bilan uyg‘unlikda.

Tajriba natijalari (umumiy fiziologik ta’sir). Alloksan yordamida diabet modeli hosil qilingan sichqonlarda tana vazni va oziq-ovqat iste’molining pasayishi kuzatildi, bu metabolik buzilishlar bilan izohlanadi. PRF-PH bilan davolangan guruhda ushbu ko‘rsatkichlar sezilarli darajada yaxshilanib, nazorat darajasiga yaqinlashdi. Metformin bilan davolangan guruhda esa tana vaznining ortishi minimal darajada saqlanib qoldi. PRF-PH ning ijobiy ta’siri, ehtimol, lipid va xolesterin almashinuviga ko‘rsatgan tartibga soluvchi ta’siri bilan bog‘liq.

Qon biokimyoviy ko‘rsatkichlari. PRF-PH qo‘llanilganda qondagi glyukoza darajasining sezilarli kamayishi qayd etildi, ammo bu ta’sir metforminga nisbatan biroz sustroq bo‘ldi. Lipid profili tahlili PRF-PH ning dislipidemiyani tuzatishda samarali ekanini ko‘rsatdi: past zichlikdagi lipoproteinlar va triglitseridlar kamaydi, yuqori zichlikdagi lipoproteinlar esa oshdi. Jigar fermentlari (AST, ALT) darajasining me’yorga yaqinlashishi preparatning gepatotoksik emasligini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, ishqoriy fosfataza (ALP) darajasining oshishi kuzatildi, bu esa ehtiyotkorlik bilan qo‘shimcha mexanistik va toksikologik tadqiqotlarni talab qiladi.

Gen ekspressiyasi darajasidagi o‘zgarishlar. Molekulyar darajadagi tahlillar PRF-PH ning antioksidant himoya tizimiga aloqador genlar (masalan, SOD, CAT) ekspressiyasini oshirganini va yallig‘lanish mediatorlari bilan bog‘liq genlarni (TNF-α, IL-6) pasaytirganini ko‘rsatdi. Bundan tashqari, glyukoza transporti va utilizatsiyasida muhim rol o‘ynovchi genlarning (GLUT oilasi) faolligi oshgani aniqlandi. Ushbu natijalar PRF-PH ning diabetga qarshi ta’siri faqat fiziologik emas, balki molekulyar darajada ham amalga oshishini ko‘rsatadi. Metformin esa ushbu gen ekspressiyalariga yanada kuchliroq ta’sir ko‘rsatgani qayd etildi.

Gistologik tahlil natijalari. To‘qima darajasidagi tekshiruvlar PRF-PH bilan davolangan sichqonlarda jigar, oshqozon osti bezi va taloq to‘qimalarida sezilarli patologik o‘zgarishlar yoki yallig‘lanish jarayonlari kuzatilmaganini ko‘rsatdi. Bu esa preparatning berilgan dozada nisbatan xavfsiz ekanini

ISSN 3030-3907

tasdiqlaydi. Ayrim adabiyotlarda o‘simlik ekstraktlarining toksik ta’siri qayd etilgan bo‘lsa-da, ushbu tadqiqotda mikroenkapsulyatsiya texnologiyasi bioaktiv moddalarni nazoratli ajralishini ta’minlab, potensial nojo‘ya ta’sirlarni kamaytirgan bo‘lishi mumkin.

Cheklovlar va kelajakdagi yo‘nalishlar. Mazkur tadqiqot ayrim cheklovlarga ega: tajribalar faqat erkak sichqonlarda o‘tkazilgan, doza–ta’sir bog‘liqligi chuqur o‘rganilmagan va uzoq muddatli toksikologik xavfsizlik baholanmagan. Kelgusida turli dozalar diapazonini o‘rganish, oddiy va mikroenkapsullangan shakllarning bioekvivalentligini taqqoslash, shuningdek, surunkali qo‘llash sharoitida xavfsizlik va samaradorlikni baholash muhim hisoblanadi.

XULOSA.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, *Peganum harmala* urug‘larining etilasetat fraksiyasi fenol moddalarga eng boy ekani aniqlandi. Olingan faol modda maxsus usul yordamida mikroenkapsullanganda yuqori samaradorlikka ega bo‘ldi (taxminan 87%) va juda mayda zarrachalar hosil qilindi. Bu esa moddaning barqarorligini oshiradi. PRF-PH diabetli sichqonlarda qondagi glyukoza miqdorini kamaytirib, yog‘ almashinuvi va jigar faoliyatiga ijobiy ta’sir ko‘rsatdi. Shuningdek, u organizmda antioksidant himoyani kuchaytirdi va glyukozaning hujayralarga kirishini yaxshilovchi genlar faoliyatini oshirdi. Eng muhimi, mikroenkapsullangan shakli jigar, oshqozon osti bezi va taloq to‘qimalariga zarar yetkazmadi, ya’ni xavfsizligi tasdiqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Kadkhoda Mezerji Z., Nezami M., Sadeghizadeh A., et al. (2025). Evaluating the antidiabetic properties of microencapsulated phenolic compounds from Peganum harmala in alloxan-induced diabetic Balb/c mice. Food Chemistry Advances, 9, 101166. https://doi.org/10.1016/j.focha.2025.101166
2. Komeili G., Hashemi M., Bameri-Niafar M. (2016). Evaluation of antidiabetic and antihyperlipidemic effects of Peganum harmala seeds in diabetic rats. Cholesterol, 2016, 7389864.
3. Papuc C., Goran G.V., Predescu C.N., et al. (2021). Plant polyphenols mechanisms of action on insulin resistance and against the loss of pancreatic beta cells. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 62(2), 325–352.
4. Lengyel M., Kállai-Szabó N., Antal V., et al. (2019). Microparticles, microspheres, and microcapsules for advanced drug delivery. Scientia Pharmaceutica, 87(3), 20.
5. Losada-Barreiro S., Celik S., Sezgin-Bayindir Z., et al. (2024). Carrier systems for advanced drug delivery: Improving drug solubility/bioavailability and administration routes. Pharmaceutics, 16(7), 852.

ISSN 3030-3907

6. Du S., Lv Y., Li N., et al. (2020). Biological investigations on therapeutic effect of chitosan encapsulated nano resveratrol against gestational diabetes mellitus rats induced by streptozotocin. Drug Delivery, 27(1), 953–963.
7. Bourogaa E., Jarraya R.M., Damak M., Elfeki A. (2015). Hepatoprotective activity of Peganum harmala against ethanol-induced liver damages in rats. Archives of Physiology and Biochemistry, 121(2), 62–67.

ISSN 3030-3907