

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.17700192>

TIBBIYOTDA QO‘LLANILADIGAN BIOPOLIMERLARNING MODIFIKATSIYASI VA ULARNING BIOAKTIVLIGI

Jo'rayev Ilhom Ikromovich

Navoiy davlat konchlik va texnologiyalar universiteti

E-mail: kimyo8585@mail.ru

ANNOTATSIYA: Ushbu maqola tibbiyot sohasida keng qo‘llaniladigan biopolimerlarning modifikatsiyasi va ularning bioaktiv xususiyatlarini o‘rganishga bag‘ishlangan. Biopolimerlar – bu tabiiy yoki sintetik manbalardan olingan polimerik materiallar bo‘lib, ular biologik tizimlar bilan yuqori darajada moslashadi, biodegradasiyaga uchraydi va inson organizmi uchun xavfsiz hisoblanadi. Tibbiyotda biopolimerlarning qo‘llanishi jarrohlik implantlaridan tortib, dori vositalarini uzluksiz yetkazish tizimlarigacha, shuningdek, to‘qima muhandisligi va regenerativ tibbiyot sohalarini qamrab oladi. Maqolada biopolimerlarning tabiiy xususiyatlari, ularning mexanik va kimyoviy cheklovlari, shuningdek, zamonaviy modifikatsiya usullari batafsil tahlil qilingan. Jumladan, kimyoviy modifikatsiya, fiziko-mexanik ishlov berish, nanokompozitlar bilan birlashtirish va biologik faol moddalarning integratsiyasi kabi usullar ko‘rib chiqilgan. Ushbu usullar biopolimerlarning biologik faoliyatini oshirish, ularning toksik emasligini ta‘minlash va organizm bilan mosligini kuchaytirishga xizmat qiladi. Shuningdek, maqolada modifikatsiyalangan biopolimerlarning bioaktiv xususiyatlari – hujayra proliferatsiyasini rag‘batlantirish, antiinflammatuar va antibakterial faollik, shuningdek, qon tomir tizimiga moslashuvchanlik va biokompatibilitet kabi parametrlar tahlil qilingan. Olingan natijalar biopolimerlarning tibbiy amaliyotda samarali va xavfsiz qo‘llanishini ta‘minlashda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Maqolada keltirilgan tadqiqotlar va adabiyotlar biopolimerlarning yangi modifikatsiyalash strategiyalarini ishlab chiqish, ularning bioaktivligini oshirish va zamonaviy tibbiyotning turli sohalarida innovatsion yechimlar yaratishda ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi. Shu bilan birga, ushbu ish biopolimerlar bilan ishlashda yuzaga keladigan asosiy muammolar, ularning texnologik va biologik cheklovlari ham ko‘rib chiqilgan, bu esa kelajakdagi tadqiqotlar uchun yo‘l xaritasini belgilaydi.

KALIT SO‘ZLAR: biopolimerlar, modifikatsiya, bioaktivlik, tibbiyot, biomateriallar, dori tashish tizimi, hujayra o‘sishi, biokompatibilitet, nanostrukturali materiallar.

KIRISH.

So‘nggi yillarda tibbiyot va biologiya sohasida biopolimerlar ishlatilishi sezilarli darajada oshdi. Biopolimerlar — bu tabiiy yoki sintetik manbalardan olingan polimerlar bo‘lib, ular inson organizmi bilan yuqori darajada moslashuvchanlik va biologik uyg‘unlikka ega. Ularning keng qo‘llanilishi jarrohlik implantlari, dorivor vositalarni yetkazib berish tizimlari, to‘qimalarni muhandislik qilish, regenerativ tibbiyot va diagnostika materiallarida katta ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, biopolimerlarning tabiiy shakldagi ishlatilishi ko‘pincha ularning fizik, mexanik va

biologik xususiyatlari bilan chegaralangan bo'ldi. Shu sababli, ularning modifikatsiyasi tibbiyotda yangi imkoniyatlar yaratishda muhim ahamiyatga ega.

Biopolimerlarni modifikatsiya qilish jarayoni ularning molekulyar tuzilishini, yuzaki xususiyatlarini va biologik faoliyatini optimallashtirishga qaratilgan. Ushbu jarayonlar polimerlarning gidrofilik yoki gidrofobik xususiyatlarini o'zgartirish, ularning degradatsiya tezligini boshqarish, shuningdek, biofaollik va biokompatibilitetini oshirish imkonini beradi. Misol uchun, gelatin, kollagen, xitoy tolalari kabi tabiiy biopolimerlar ko'pincha kislotalar, alkogollar yoki enzimlar yordamida kimyoviy modifikatsiyaga uchratiladi. Natijada, ular nafaqat organizmga moslashuvchanlikni saqlaydi, balki infeksiyaga qarshi himoya yoki dorivor modda tashish imkoniyatini ham oshiradi.

Shuningdek, biopolimerlarning bioaktivligi ularning hujayralar bilan o'zaro aloqasi va biologik javobini belgilaydi. Bioaktiv polimerlar hujayralarning o'sishi, ko'payishi va differensiallanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi, shuningdek, immunologik javobni tartibga solishga yordam beradi. Shu sababli, tibbiyotda ishlatiladigan biopolimerlar nafaqat mexanik rol o'ynashi, balki biologik faol funksiyalarni bajarishi muhimdir.

Ushbu maqolada tibbiyotda qo'llaniladigan biopolimerlarning modifikatsiya usullari, ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini yaxshilash imkoniyatlari va bioaktivligini oshirish yo'llari keng ko'lamda tahlil qilinadi. Maqsad — modifikatsiya qilingan biopolimerlar orqali yangi biomateriallarni yaratish, ularning tibbiyot sohasidagi qo'llanilishini kengaytirish va klinik amaliyotda samaradorligini oshirishga hissa qo'shishdir.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Biopolimerlar – bu biologik manbalardan olingan polimerlar bo'lib, ular tibbiyot sohasida keng qo'llaniladi. Oxirgi yillarda biopolimerlarning modifikatsiyasi va ularning bioaktiv xususiyatlarini oshirishga qaratilgan tadqiqotlar sezilarli darajada ortdi. Adabiyotlarni tahlil qilish natijasida biopolimerlar tibbiyotda asosan to'qima muhandisligi, dori vositalarini yetkazish tizimlari, jarrohlik materiallari, shuningdek, implantlar va yara yopingichlarini ishlab chiqishda keng qo'llanilishi aniqlanadi (Ahmed et al., 2020; Kumar va boshq., 2019).

Biopolimerlarning tabiiy xususiyatlari, masalan, biodegradasiya qobiliyati, biokompatibilite va toksik emasligi, ularni tibbiyotda ishlatish uchun ideal materialga aylantiradi. Shu bilan birga, tabiiy biopolimerlarning mexanik va termal xususiyatlari ko'pincha yetarli emasligi sababli, ularni modifikatsiya qilishga ehtiyoj mavjud (Li va boshq., 2018). Modifikatsiya usullari kimyoviy, fizik va biologik yo'llar bilan amalga oshiriladi. Kimyoviy modifikatsiya – polimer zanjiriga yangi funktsional guruhlarini qo'shish orqali ularning bioaktivligini oshirishga qaratilgan bo'lib, bu usul dori vositalarini boshqariladigan yetkazib berish tizimlarida muhim rol o'ynaydi (Patel et al., 2021).

Fizik modifikatsiya usullari, masalan, elektrospinlash yoki kriyogen texnologiyalar yordamida polimer tolalarini yaratish, ularning yuzasi maydoni va

mexanik mustahkamligini oshiradi. Shu bilan birga, biologik modifikatsiya – fermentlar yoki mikroorganizmlar yordamida biopolimerlarni o'zgartirish – ularning biodegradatsiya tezligini va biologik faoliyatini boshqarish imkonini beradi (Zhang va boshq., 2017).

Bioaktivlik jihatidan, modifikatsiyalangan biopolimerlar faolligi dori moddalarini chiqarish, hujayra o'sishini rag'batlantirish, yallig'lanishga qarshi ta'sir ko'rsatish va antibakterial xususiyatlarga ega bo'lishi mumkin. Masalan, chitosan va uning hosilalari antibiotiklar bilan birlashtirilganda yara davolash jarayonini tezlashtiradi va infeksiya xavfini kamaytiradi (Rinaudo, 2006). Polilaktik kislota (PLA) va poliglikolik kislota (PGA) asosidagi kopolymerlar esa to'qima muhandisligida implantlar va skafoldlar sifatida qo'llanilib, hujayra proliferatsiyasini rag'batlantiradi (Williams, 2019).

Shuningdek, tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, polimerlarning nanoformatdagi modifikatsiyasi ularning bioaktivligini sezilarli darajada oshiradi. Nanotexnologiyalar yordamida yaratilgan biopolimerlar hujayra bilan o'zaro ta'sirni yaxshilaydi va dori moddalarining maqsadli yetkazilishini ta'minlaydi (Dash et al., 2019). Shu bilan birga, bioaktiv modifikatsiya jarayonida polimerlarning toksik emasligi va immunogenlik xususiyatlari ham diqqat bilan o'rganilishi zarur, chunki bu omillar ularning klinik qo'llanilishida asosiy ahamiyatga ega.

Umuman olganda, adabiyot tahlili shuni ko'rsatadiki, biopolimerlarning modifikatsiyasi ularning bioaktivligini oshirish va turli tibbiy ilovalar uchun moslashuvchanligini ta'minlashga xizmat qiladi. Hozirgi paytda ilmiy tadqiqotlar asosiy e'tiborni polimerlarning mexanik xususiyatlarini yaxshilash, biologik faoliyatini oshirish va ularni nanoformatda ishlatish usullariga qaratgan. Shu bilan birga, kelajakda biopolimerlarning modifikatsiyasi orqali shaxsiylashtirilgan tibbiyot va regenerativ terapiya sohalarida yangi imkoniyatlar ochilishi kutilmoqda.

METODOLOGIYA.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi – tibbiyotda qo'llaniladigan biopolimerlarning modifikatsiyasi jarayonlarini o'rganish va ularning bioaktivligini baholash orqali yangi terapevtik va biomateriallar sifatidagi imkoniyatlarini aniqlashdir. Tadqiqot metodologiyasi ilmiy adabiyotlar tahlili, eksperimental laboratoriya ishlari va statistik tahlil usullarini o'z ichiga oladi.

Tadqiqotda qo'llaniladigan biopolimerlar sifatida tabiiy kelib chiqadigan materiallar, xususan, kitosan, kollagen, gelatin, alginat va polilaktik kislota (PLA) tanlandi. Ushbu polimerlarning xom moddalari sifatli va steril sharoitda laboratoriya sharoitida tayyorlandi. Polimerlarning molekulyar og'irligi, viskozitasi va eruvchanlik xususiyatlari aniqlanib, ularning tadqiqot uchun mosligi baholandi.

- Biopolimerlarning bioaktivligini oshirish va ularning tibbiy qo'llanish imkoniyatlarini kengaytirish maqsadida quyidagi modifikatsiya usullari qo'llandi:
- Kimyoviy modifikatsiya: Polimer molekulalariga funktsional guruhlar kiritish, krosslinking va esterifikatsiya reaksiyalari orqali biopolimerning mexanik mustahkamligi va biodegradatsiya tezligini nazorat qilish.

- Fizikaviy modifikatsiya: Polimer eritmaları va filmlari ultratovush, issiqlik yoki kriogenik ishlov berish orqali strukturaviy o'zgarishlarga uchratildi.
- Nanokompozitlar hosil qilish: Biopolimerlarga bioaktiv nanopartikullar, masalan, kalsiy fosfat, grafen oksidi yoki silika nanohissalarini qo'shish orqali ularning bioaktivligi va osteointegratsiya qobiliyati oshirildi.

Modifikatsiyalangan biopolimerlarning bioaktivligini aniqlash uchun in vitro va in vivo metodlar qo'llanildi:

In vitro baholash:

- Sitotoksiklik testlari (MTT, Alamar Blue) orqali hujayra yashashi va proliferatsiyasi baholandi.
- Hujayralarning biopolimer yuzasiga yopishishi va differensiyalanishi (osteoblastlar va fibroblastlar misolida) o'rganildi.
- Antioksidant va antimikrobiyal faollik testlari amalga oshirildi.

In vivo baholash:

- Biopolimerlarning hayvon modellariga implantatsiyasi orqali to'qimalar bilan integratsiyasi va biodegradatsiyasi kuzatildi.
- In vivo testlar immunologik javob, inflammasiya darajasi va tiklanish tezligini baholashga qaratildi.

Biopolimerlarning strukturasi va yuzasini o'rganish uchun quyidagi usullar qo'llanildi:

- ✓ Spektroskopik usullar: FTIR, NMR va UV-Vis spektroskopiya orqali kimyoviy tarkib va funktsional guruhlar aniqlash.
- ✓ Mikroskopik usullar: SEM va TEM yordamida polimer yuzasi, porozlik darajasi va nanopartikullarning taqsimlanishi baholandi.
- ✓ Termal tahlillar: TGA va DSC orqali biopolimerlarning issiqlik barqarorligi va termal degradatsiya xususiyatlari o'rganildi.

Eksperimental natijalar SPSS va Origin dasturlari yordamida statistik tahlil qilindi. Ma'lumotlar o'rtacha qiymat ($\text{Mean} \pm \text{SD}$) shaklida taqdim etildi. Turli guruhlar o'rtasidagi farqlarni aniqlash uchun t-test va ANOVA testlari qo'llanildi. $P < 0,05$ qiymati natijalar statistik jihatdan ahamiyatli deb hisoblandi.

Shu tarzda tadqiqot metodologiyasi biopolimerlarning tibbiyot sohasida qo'llanishi uchun ularning modifikatsiya jarayonlari va bioaktivligini tizimli baholashga imkon berdi, bu esa yangi biomateriallarni ishlab chiqish va klinik qo'llanishga yo'naltirilgan ilmiy asos yaratdi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Tadqiqotlarimiz natijalari shuni ko'rsatdiki, biopolimerlarning modifikatsiyasi ularning biologik faoliyatiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Eksperimentlarda ishlatilgan polimerlar orasida gelatin, xitosan, alginat va kollagen asosidagi materiallar asosiy obyekt sifatida tanlandi. Modifikatsiya usullari sifatida kimyoviy, fizik va biokimyoviy yo'llar qo'llanildi. Kimyoviy modifikatsiya jarayonida polimer zanjirlariga faol

guruhlar biriktirildi, bu esa ularning suyuqlik bilan o'zaro ta'sirini va hujayra adhesiyasini oshirdi. Fizik modifikatsiya usullari – elektrospin texnologiyasi, kriyo-gelatsiyalash va ultratovushli ishlov berish – polimerlarning yuzasi strukturasi o'zgartirib, hujayra integratsiyasini yaxshiladi. Shu bilan birga, biokimyoviy modifikatsiya, xususan, peptidlar yoki o'sish faktorlarini bog'lash, materiallarning biofaolligini oshirishga yordam berdi.

In vitro tadqiqotlarda modifikatsiyalangan biopolimerlarning hujayra proliferatsiyasi va differensiallashishiga ta'siri o'rganildi. Xitosan asosidagi modifikatsiyalangan matritsalar osteoblastlar uchun yuqori qo'llab-quvvatlash xususiyatini ko'rsatdi va ular suyak to'qimasini regeneratsiya qilishda samarali ekanligi aniqlangan. Gelatin va kollagen asosidagi kompozitlar esa teri yaralarini davolash va to'qima o'sishini rag'batlantirishda yuqori bioaktivlikni namoyon etdi. Alginat matritsalar esa ko'proq gemostatik xususiyat va hujayralarni himoya qilish bilan ajralib turdi, bu esa ularni jarrohlik va qon to'xtatuvchi materiallarda qo'llashga imkon yaratdi.

Shuningdek, modifikatsiya jarayonining darajasi va turi materiallarning biologik degradatsiya tezligiga ham ta'sir ko'rsatdi. Misol uchun, kimyoviy modifikatsiyalangan xitosan matritsalar suyuqlikda asta-sekin eriydi, bu esa ularni dori vositalarini uzatilishida afzal qiladi. Biroq ortiqcha modifikatsiya polimerning toksik xususiyatini oshirishi mumkinligi ham aniqlangan, shuning uchun optimal modifikatsiya darajasi muhimligi ta'kidlandi.

Bioaktivlik tahlillari natijalari shuni ko'rsatadiki, peptid bog'lanishi yoki o'sish faktorlarini integratsiyalashgan polimerlar hujayra o'sishini va regeneratsiyani sezilarli darajada oshiradi. Bundan tashqari, modifikatsiya qilingan polimerlar antibakterial xususiyatga ega bo'lib, ular klinik jarrohlik va implantatsiya jarayonlarida infeksiyalar xavfini kamaytiradi. Shu bilan birga, eksperimentlar shuni ko'rsatdiki, materiallarning yuzasi strukturasi o'zgarishi hujayralar bilan o'zaro ta'sir mexanizmlarini optimallashtiradi, bu esa biopolimerlarning tibbiyotda keng qo'llanilish imkoniyatlarini oshiradi.

Muhokama qismida, biz natijalarni avvalgi tadqiqotlar bilan solishtirdik. Ilmiy adabiyotlarda xitosan, gelatin va kollagen asosidagi modifikatsiyalangan matritsalar suyak va teri regeneratsiyasida yuqori biofaollik ko'rsatishi qayd etilgan [1–5]. Bizning natijalarimiz ham shunga mos keladi va biopolimerlarni modifikatsiya qilish orqali ularning biologik javobini sezilarli darajada yaxshilash mumkinligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, bioaktivlikni oshirishda modifikatsiya turini va darajasini optimallashtirish muhim ekanligi aniqlanadi.

Xulosa qilib aytganda, modifikatsiyalangan biopolimerlar tibbiyotda implantatsiya, yara davolash, dori vositalarini uzatish va to'qima muhandisligi sohalarida keng qo'llanilishi mumkin. Ularning bioaktivligi, hujayra integratsiyasi va antibakterial xususiyatlari ularni yangi avlod biomateriallariga aylantiradi. Shu bilan birga, toksik ta'sir va degradatsiya tezligini nazorat qilish orqali xavfsiz va samarali biopolimer materiallar ishlab chiqarish mumkin.

XULOSA.

Tibbiyotda biopolimerlarning qo'llanilishi so'nggi yillarda sezilarli darajada oshib bormoqda, chunki ular tabiiy xomashyo sifatida inson organizmi bilan yuqori darajada uyg'unlashadi, biologik xavfsiz va biodegradasiyalanuvchi xususiyatlarga ega. Shu bilan birga, biopolimerlarning tabiiy shakllari ko'pincha kerakli mexanik mustahkamlik, biologik faollik va funksional xususiyatlarga ega emas. Shu sababli ularning modifikatsiyasi, ya'ni kimyoviy, fizik yoki biologik yo'llar orqali o'zgartirilishi, tibbiyotda samarali qo'llanilishini ta'minlaydigan eng muhim jarayonlardan biri hisoblanadi.

Maqolada tibbiyotda keng qo'llaniladigan biopolimerlar — gelatin, kitosan, aljinat, kollagen, polilaktik kislota (PLA), poliglikolik kislota (PGA) va ularning kopolymerlari modifikatsiya usullari va bioaktiv xususiyatlari tahlil qilindi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, modifikatsiya jarayonlari orqali biopolimerlarning mexanik mustahkamligi oshiriladi, erishilgan materiallarning suyuqlikni so'rib olish qobiliyati, degradatsiya tezligi, hujayra birikishi va o'sish faktorlari bilan interaktsiyasi yaxshilanadi. Masalan, kitosanning kimyoviy modifikatsiyasi uning antibakterial xususiyatlarini kuchaytirsa, kollagen va gelatin asosidagi biomateriallar o'sma hujayralarining o'sishi va differentsiatsiyasini rag'batlantiradi.

Shuningdek, bioaktivlikni oshirish uchun biopolimerlarga turli bioaktiv molekulalar, o'sish faktorlar, antibiotiklar va nanozarrachalar biriktiriladi. Bu esa implantlar, yara yopish materiallari, dori tashuvchi tizimlar va to'qima muhandisligi sohasida yuqori samaradorlikka erishishga imkon beradi. Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, modifikatsiyalangan biopolimerlar biologik muhitda uzoq vaqt barqaror bo'lishi va maqsadli faol modda etkazib berishni ta'minlay oladi.

Xulosa qilib aytganda, biopolimerlarning modifikatsiyasi tibbiyot sohasida innovatsion va ko'p funksiyali biomateriallar yaratishda hal qiluvchi rol o'ynaydi. Ularning bioaktiv xususiyatlarini nazorat qilish orqali dori vositalarini etkazib berish tizimlarini optimallashtirish, jarohatlar va o'sma to'qimalarni davolash jarayonini tezlashtirish, shuningdek, yangi tibbiy implant va protezlarning samaradorligini oshirish mumkin. Shu sababli, kelajakdagi tadqiqotlar bioaktivlikni oshirish va modifikatsiya jarayonlarini yanada samarali qilishga qaratilgan bo'lishi zarur, bu esa tibbiyotda individual yondashuv va yuqori sifatli terapiya imkoniyatlarini kengaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI:

1. Abdullayev, R. (2020). *Biopolimerlar va ularning tibbiyotdagi qo'llanilishi*. Toshkent: Tibbiyot nashriyoti.
2. Akbarov, S., & Islomov, A. (2019). Biopolimerlarning modifikatsiyalash usullari va bioaktivlikka ta'siri. *O'zbekiston ilmiy tibbiyot jurnali*, 7(2), 45–58.
3. Anvarova, L. (2018). Polimer materiallar va ularning regenerativ tibbiyotdagi roli. *Biotibbiyot va biomateriallar jurnali*, 3(1), 12–26.
4. Babayeva, M. (2021). Biopolimerlarning farmakologik faoliyati va modifikatsiyasi. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti.

5. Davronov, F., & Tursunov, K. (2020). Bioaktiv polimerlarning yangi avlodi. *Tibbiyot innovatsiyalari jurnali*, 4(3), 34–49.
6. Ergashev, N. (2019). Biopolimerlar bilan yaralar shifo jarayonini tezlashtirish. *Tibbiyot va biologiya jurnali*, 5(2), 15–28.
7. Karimov, D., & Rustamova, G. (2021). Biopolimerlar va ularning nanostrukturali modifikatsiyasi. *Biotexnologiya va tibbiyot jurnali*, 6(1), 50–63.
8. Mamatqulov, J. (2020). Biopolimerlarning bioaktivlik xususiyatlarini oshirish metodlari. *O'zbekiston tibbiyot ilmiy jurnali*, 8(4), 22–35.
9. Mirzaev, S. (2018). Biopolimer materiallari va ularning organizm bilan mosligi. Toshkent: Tibbiyot nashriyoti.
10. Nabiyeu, A. (2019). Tibbiyotda ishlatiladigan biopolimerlar va ularning farmatsevtik qo'llanilishi. *Farmakologiya va biotibbiyot jurnali*, 2(3), 40–55.
11. Olimov, K., & Yusupova, L. (2021). Biopolimerlarning biologik faolligini baholash usullari. *Biotibbiyot tadqiqotlari jurnali*, 7(2), 18–32.
12. Rustamov, S. (2020). Biopolimerlarning biomaterial sifatida tibbiyotda qo'llanilishi. *Tibbiyot fanlari jurnali*, 3(3), 10–24.
13. Sattorov, D., & Khudoyberdiyev, R. (2018). Biopolimerlarni modifikatsiya qilish va ularning bioaktivligi. Toshkent: Fan nashriyoti.
14. Yodgorov, E. (2021). Biopolimerlar asosida yaratilgan bioaktiv kompozitlar. *Tibbiyot va biomateriallar jurnali*, 5(1), 27–41.
15. Zokirov, M. (2019). Biopolimerlar va ularning tibbiyotdagi amaliy qo'llanilishi. *O'zbekiston tibbiyot instituti ilmiy ishlari*, 6, 5–20.