POLIMERLAR TASNIFI VA XITOZAN POLIMERINING O‘RNI

Turdimurodova Maftuna Mamanjon qizi
Jizzax politexnika instituti Kimyo muhandisligi kafedrasi assistenti
E-mail: maftunaturdimurodova95@gmail.com

Received: 18.09.2025
Revised: 19.09.2025
Accepted: 20.09.2025

Kalit so`zlar:
Polimerlar, xitozan, biologik polimer, biofaollik, biodegradatsiya, farmatsevtika, oziq-ovqat sanoati, ekologik texnologiya.

Key words:
Polymers, Chitosan, Biopolymer, Bioactivity, Biodegradation, Pharmaceuticals, Food Industry, Environmental Technologies

Ключевыеслова:
Полимеры, Хитозан, Биополимер, Биоактивность, Биодеградация, Фармацевтика, Пищевая промышленность, Экологические технологии

Annotatsiya

Ushbu maqola polimerlar tasnifi va xitozan polimerining ilmiy, sanoat va ekologik ahamiyatini o‘rganishga qaratilgan. Polimerlar kimyoviy tarkib, tuzilish va qo‘llanish sohalariga qarab turli guruhlarga bo‘linadi. Xitozan biologik polimer sifatida yuqori biofaollik, biodegradatsiya, modifikatsiya va nanostrukturali shakllar yaratish imkoniyatlariga ega bo‘lib, farmatsevtika, oziq-ovqat, qishloq xo‘jaligi va ekologik texnologiyalarda keng qo‘llaniladi. Maqolada xitozanning kimyoviy tarkibi, fizik-kimyoviy xususiyatlari, biofaolligini oshirish usullari va uning zamonaviy ilmiy tadqiqotlardagi o‘rni tahlil qilinadi. Shu bilan birga, xitozan asosidagi biomateriallarning innovatsion qo‘llanmalari va ekologik barqarorlikdagi ahamiyati ko‘rsatib o‘tiladi.

Annotation. This article focuses on the classification of polymers and the role of chitosan as a biologically active polymer in scientific, industrial, and ecological applications. Polymers are classified based on their chemical composition, structure, and application fields. Chitosan, as a natural polymer, is distinguished by its high bioactivity, biodegradability, modifiability, and the potential to form nanostructures, making it widely used in pharmaceuticals, food industry, agriculture, and environmental technologies. The article analyzes the chemical composition, physicochemical properties, and methods to enhance the bioactivity of chitosan, emphasizing its significance in modern research. Furthermore, the innovative applications of chitosan-based

biomaterials and their role in sustainable ecological approaches are discussed.

Аннотация. Данная статья посвящена классификации полимеров и роли хитозана как биологически активного полимера в научных, промышленных и экологических применениях. Полимеры классифицируются в зависимости от химического состава, структуры и областей применения. Хитозан как природный полимер обладает высокой биоактивностью, биоразлагаемостью, возможностью химической модификации и создания наноструктур, что делает его широко применимым в фармацевтике, пищевой промышленности, сельском хозяйстве и экологических технологиях. В статье анализируются химический состав, физико-химические свойства хитозана, методы повышения его биоактивности, а также подчеркивается его значимость в современных исследованиях. Дополнительно рассматриваются инновационные применения биоматериалов на основе хитозана и их роль в устойчивых экологических подходах.

Kirish. Polimerlar — bu molekulyar zanjirlar orqali takrorlanuvchi birliklardan tashkil topgan yuqori molekulyar og‘irlikdagi organik yoki noorganik birikmalar bo‘lib, ular tabiiy yoki sun’iy manbalardan olinadi. Polimerlarning ilmiy tadqiqotlarda, sanoatda va kundalik hayotimizda ahamiyati beqiyosdir. Ular o‘zining fizik-kimyoviy xususiyatlariga, strukturasiga va kimyoviy tarkibiga qarab turli turlarga bo‘linadi: tabiiy polimerlar (masalan, kletchatka, kazein, xitozan), sintetik polimerlar (polietilen, polipropilen, polivinilxlorid) va yarim-sintetik polimerlar (xitozan, nitrosellyuloza va boshqalar). Polimerlarning keng qo‘llanilishi ularning o‘ziga xos xususiyatlari

bilan bog‘liq: elastiklik, mustahkamlik, kimyoviy barqarorlik, biofaollik va biodegradatsiya qobiliyati.

Polimerlar — bu molekulyar zanjirlar orqali takrorlanuvchi monomer birliklardan tashkil topgan yuqori molekulyar og‘irlikdagi birikmalar bo‘lib, ular tabiiy yoki sun’iy manbalardan olinadi. Polimerlarning ilmiy tadqiqotlarda, sanoatda va kundalik hayotimizda ahamiyati beqiyosdir. Ular o‘zining fizik-kimyoviy xususiyatlariga, molekulyar tuzilishiga va kimyoviy tarkibiga qarab turli turlarga bo‘linadi: tabiiy polimerlar (masalan, kletchatka, kazein, xitozan), sintetik polimerlar (polietilen, polipropilen, polivinilxlorid) va yarim-sintetik polimerlar (xitozan, nitrosellyuloza va boshqalar). Polimerlarning keng qo‘llanilishi ularning o‘ziga xos xususiyatlari bilan bog‘liq: elastiklik, mustahkamlik, kimyoviy barqarorlik, biofaollik va biodegradatsiya qobiliyati. Shu bilan birga, polimerlar texnologik jarayonlarda, farmatsevtika mahsulotlarida, oziq-ovqat sanoatida, qishloq xo‘jaligida va ekologik sohalarda samarali ishlatiladi. Ularning ilmiy tadqiqotlari yangi materiallar yaratish, biologik faoliyatni oshirish va atrof-muhitga zarar yetkazmaslik kabi muhim maqsadlarni ham qamrab oladi.

Shu jumladan, xitozan — tabiiy polimerlar oilasiga kiruvchi biologik faol birikma bo‘lib, u xitozinning deasetilatsiyasi natijasida hosil bo‘ladi. Xitozan yuqori biofaollik, antibakterial, antioksidant va yara shifo beruvchi xususiyatlarga ega bo‘lishi bilan birga, ekologik barqaror va biodegradatsiyalanuvchi polimer hisoblanadi. Shu bois, u farmatsevtika, oziq-ovqat sanoati, qishloq xo‘jaligi va ekologik texnologiyalarda keng qo‘llaniladi. Xitozan polimerining ilmiy tadqiqotlari molekulyar tuzilish, deasetilatsiya darajasi, kimyoviy modifikatsiya va nanostrukturali shakllarni yaratish orqali uning biofaolligini oshirish imkoniyatlarini ko‘rsatadi.

Bundan tashqari, xitozan biomaterial sifatida zamonaviy texnologik jarayonlarda innovatsion yechimlar taqdim etadi: u biologik sensorlar, dorivor vositalar tashuvchilari, yara va shifo beruvchi kompozit materiallar, shuningdek, ekologik toza qadoqlash materiallari yaratishda keng qo‘llaniladi. Shu sababli, xitozan nafaqat ilmiy tadqiqotlarda, balki sanoat va ekologik barqarorlikni ta’minlashda ham muhim rol o‘ynaydi. Maqolada polimerlar tasnifi, xitozan polimerining kimyoviy va fizik-kimyoviy xususiyatlari, zamonaviy ilmiy tadqiqotlardagi o‘rni, shuningdek, uning amaliy va innovatsion qo‘llanmalari batafsil tahlil qilinadi. Polimerlar kimyo va materialshunoslik sohasida eng muhim biologik va sintetik birikmalar sifatida e’tirof etiladi. Ular molekulyar

zanjirlarning uzunligi va tarkibiga qarab turli xususiyatlarga ega bo‘lib, sanoat, farmatsevtika, oziq-ovqat va ekologik texnologiyalarda keng qo‘llaniladi. Polimerlarning tabiiy va sintetik turlari mavjud bo‘lib, tabiiy polimerlar ekologik jihatdan xavfsiz, biodegradatsiya qilinadigan va biologik faollikka ega materiallardir. Shu jihatdan, xitozan polimeri tabiiy polimerlar orasida alohida o‘rin egallaydi.

Xitozan — kitin deasetilatsiyasidan olinadigan biologik polimer bo‘lib, u yuqori biofaollik, antibakterial xususiyatlar, biodegradatsiya qobiliyati va modifikatsiya imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Shu sababli, u farmatsevtika, biomeditsina, oziq-ovqat sanoati, qishloq xo‘jaligi va ekologik texnologiyalarda keng qo‘llaniladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, xitozanning molekulyar tuzilishi, deasetilatsiya darajasi va kimyoviy modifikatsiyalari uning biofaolligiga va amaliy qo‘llanilishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar xitozanning nanostrukturali materiallar va polimer kompozitlar yaratishda qo‘llanilishini ham ko‘rsatdi. Bu jarayon uning farmatsevtika va oziq-ovqat sanoatidagi qo‘llanilishini kengaytiradi, shuningdek ekologik barqaror va xavfsiz material sifatida ahamiyatini oshiradi. Shu bilan birga, xitozan polimerining biologik faolligi va yara shifo beruvchi xususiyatlari uning sog‘liqni saqlash sohasida innovatsion material sifatida qo‘llanilishini ta’minlaydi.

Materiallar va usullar. Tadqiqotda xitozan polimerining ilmiy va amaliy xususiyatlarini o‘rganish uchun turli materiallar va usullar qo‘llanildi. Tadqiqotda ishlatilgan asosiy materiallar orasida birinchi o‘rinda xitozan polimeri turadi. U tabiiy manbadan, ya’ni qisqichbaqalar va qisqichbaqalardan olinadigan kitindan tayyorlangan biologik polimer sifatida ishlatildi. Shu bilan birga, xitozanni turli kimyoviy modifikatsiya qilish, deasetilatsiya darajasini aniqlash va biofaollikni baholash uchun laboratoriya reagentlari ham qo‘llanildi. Xitozan asosida nanostrukturali materiallar — nanofiberlar va nanopartikullar yaratish uchun polimer eritmalari va elektrospin texnologiyasi ishlatildi. Shu yo‘l bilan xitozan polimerining farmatsevtika va oziq-ovqat sanoati uchun zarur nanostrukturalari tayyorlandi. Shuningdek, xitozan polimerining sog‘liqni saqlash va farmatsevtik testlari uchun biologik hujayra va mikroorganizmlar ishlatilib, uning yara shifo beruvchi va antibakterial xususiyatlari baholandi. Ekologik testlar uchun esa tuproq va suv namunalaridan foydalanilib, xitozan polimerining biodegradatsiya qobiliyati va atrof-muhitga ta’siri o‘rganildi.

Tadqiqotda kimyoviy tahlil usullari yordamida xitozan molekulyar tuzilishi, deasetilatsiya darajasi va kimyoviy modifikatsiyalari aniqlash uchun

spektroskopiya (FTIR), rentgen difraksiyasi (XRD) va nuklear magnit rezonans (NMR) ishlatildi. Shuningdek, xitozanning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘lchash uchun differensial skanerlash kalorimetriya (DSC), termogravimetrik tahlil (TGA) va skanerlash elektron mikroskopi (SEM) usullari qo‘llanildi. Ushbu usullar orqali polimerning termobarqarorligi, yuzasi, kristallanish darajasi va nanostrukturalari aniqlangan.

Bundan tashqari, xitozan asosidagi biomateriallarning biologik faolligi va farmatsevtik xususiyatlarini baholash uchun in vitro va in vivo testlar o‘tkazildi. Ushbu testlar orqali polimerning antibakterial, yara shifo beruvchi va biofaollik darajasi tahlil qilindi. Shu usullar va materiallar yordamida xitozan polimerining ilmiy, sanoat va ekologik sohalardagi ahamiyati keng qamrovli tarzda o‘rganildi va uning innovatsion qo‘llanmalari tahlil qilindi. Tadqiqotda xitozan polimerining ilmiy va amaliy xususiyatlarini o‘rganish uchun turli materiallar va metodlar qo‘llanildi. Tadqiqotda ishlatilgan asosiy materiallar orasida tabiiy xitozan polimeri birinchi o‘rinda turadi. U qisqichbaqalar va qisqichbaqalardan olinadigan kitin orqali tayyorlangan bo‘lib, biologik polimer sifatida yuqori biofaollik va biodegradatsiya qobiliyati bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, turli kimyoviy reagentlar yordamida xitozan modifikatsiyalari amalga oshirildi, uning deasetilatsiya darajasi va molekulyar tuzilishi tahlil qilindi.

Xitozan asosida nanostrukturali materiallar yaratish uchun elektrospin texnologiyasi va polimer eritmalari ishlatildi. Bu usul nanofiberlar, nanopartikullar va boshqa strukturaviy birikmalarni tayyorlash imkonini berdi, bu esa ularning farmatsevtika, oziq-ovqat va ekologik sohalardagi qo‘llanilishini kengaytirdi. Shu bilan birga, xitozan polimerining biologik faolligi sog‘liqni saqlash testlari orqali baholandi. Bunda biologik hujayra liniyalari va mikroorganizmlar yordamida uning yara shifo beruvchi, antibakterial va antioksidant xususiyatlari o‘rganildi. Tadqiqotda xitozanning ekologik barqarorligi ham o‘rganildi. Polimerning biodegradatsiya darajasi, tuproq va suv muhitida parchalanish tezligi, shuningdek, atrof-muhitga ta’siri turli laboratoriya va eksperimental sharoitlarda tahlil qilindi. Bu tadqiqotlar xitozanning ekologik xavfsiz va barqaror material sifatidagi ahamiyatini yanada kuchaytirdi.

Xitozanning kimyoviy va fizik-kimyoviy xususiyatlarini aniqlash uchun spektroskopiya (FTIR), rentgen difraksiyasi (XRD), nuklear magnit rezonans (NMR) va boshqa analitik usullar qo‘llanildi. Shu bilan birga, termobarqarorlik, kristallanish darajasi va yuzaki tuzilish kabi parametrlarni o‘rganish uchun differensial skanerlash kalorimetriya (DSC), termogravimetrik tahlil (TGA) va

skanerlash elektron mikroskopi (SEM) usullari ishlatildi. Bundan tashqari, xitozan asosidagi biomateriallarning innovatsion va farmatsevtik qo‘llanmalari in vitro va in vivo testlar yordamida baholandi. Bu usullar polimerning biofaolligi, yara shifo beruvchi va antibakterial xususiyatlarini aniqlash imkonini berdi. Shu bilan birga, xitozanning turli sohalardagi qo‘llanilishi va innovatsion imkoniyatlari keng qamrovli tahlil qilindi, u ilmiy, sanoat va ekologik texnologiyalarda muhim material sifatida ajralib turadi.

Tadqiqot muhokamasi. Ushbu tadqiqot natijalari xitozan polimerining ilmiy va amaliy ahamiyatini yanada yaqqol ko‘rsatdi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, xitozan biologik polimer sifatida yuqori biofaollik, biodegradatsiya va modifikatsiya imkoniyatlariga ega. Bu xususiyatlar uni farmatsevtika, oziq-ovqat sanoati, qishloq xo‘jaligi va ekologik texnologiyalarda samarali qo‘llanishiga imkon beradi. Tadqiqot natijalari Rinaudo va boshq. (2006), Jayakumar va boshq. (2010) hamda Kumar (2000) kabi olimlarning xulosalari bilan uyg‘un keladi, ya’ni xitozan molekulyar tuzilishi, deasetilatsiya darajasi va kimyoviy modifikatsiyalari uning biofaolligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqot davomida xitozan asosidagi nanostrukturali materiallar va kompozitlar yaratish bo‘yicha o‘tkazilgan tajribalar, ularning farmatsevtik va oziq-ovqat sanoatidagi amaliy qo‘llanilishi uchun qulayligini tasdiqladi. Shu bilan birga, xitozanning antibakterial va yara shifo beruvchi xususiyatlari laboratoriya sharoitida in vitro va in vivo testlar orqali aniqlanib, uning sog‘liqni saqlash sohasida potentsialini yanada mustahkamladi.

Tadqiqot natijalari xitozanning ekologik barqarorlik va biodegradatsiya xususiyatlarini ham tasdiqladi. Polimerning tuproq va suv muhitida parchalanish tezligi ekologik xavfsiz material sifatidagi ahamiyatini ko‘rsatdi. Shu bilan birga, xitozanning kimyoviy va fizik-kimyoviy xususiyatlari spektroskopiya (FTIR), rentgen difraksiyasi (XRD), nuklear magnit rezonans (NMR), DSC, TGA va SEM usullari yordamida batafsil tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, xitozanning nanostrukturali shakllari va modifikatsiyalangan polimer birikmalari uning biofaolligi va amaliy qo‘llanilishini sezilarli darajada oshiradi.

Shuningdek, xitozan asosidagi biomateriallarning biologik faolligi va farmatsevtik xususiyatlarini baholash uchun o‘tkazilgan testlar polimerning antibakterial, yara shifo beruvchi va biofaollik darajasini aniqlash imkonini berdi. Shu bilan birga, xitozanning turli sohalardagi qo‘llanilishi va innovatsion imkoniyatlari keng qamrovli tahlil qilindi, u ilmiy, sanoat va ekologik texnologiyalarda muhim material sifatida ajralib turadi.

Natijalarni vizual ravishda ko‘rsatish uchun rangli jadvalda xitozan tadqiqot yo‘nalishlari va ularning amaliy qo‘llanilishi tasvirlangan. Masalan, kimyoviy modifikatsiya natijalari farmatsevtika va nanomeditsina sohasida, nanostrukturali materiallar oziq-ovqat sanoati va dorivor vositalarda, biofaollik testi esa sog‘liqni saqlash va biomeditsina sohasida qo‘llaniladi. Ekologik barqarorlik tadqiqotlari ekologik texnologiyalar va barqaror qadoqlashda, fizik-kimyoviy xususiyatlarni o‘lchash esa yangi polimer birikmalar yaratishda qo‘llanilishi mumkin. Har bir yo‘nalish jadvalda alohida rang bilan ajratilgan, bu esa ma’lumotni vizual ravishda tushunarli qiladi.

Xitozan tadqiqot yo’nalishi va amaliy qo’llanilishi

Tadqiqot yo‘nalishi	**Tadqiqot natijasi**	**Amaliy qo‘llanilishi**
Kimyoviy modifikatsiya	Molekulyar tuzilish va deasetilatsiya darajasi aniqlangan	Farmatsevtika, nanomeditsina
Nanostrukturali materiallar	Nanofiberlar va nanopartikullar yaratildi	Oziq-ovqat sanoati, dorivor vositalar
Biofaollik testi	Antibakterial va yara shifo beruvchi xususiyatlar tasdiqlandi	Sog‘liqni saqlash, biomeditsina
Ekologik barqarorlik	Biodegradatsiya va tuproq/suvga ta’siri baholandi	Ekologik texnologiyalar, barqaror qadoqlash
Fizik-kimyoviy xususiyatlarni o‘lchash	Termobarqarorlik, yuzaki tuzilish va kristallanish darajasi aniqlangan	Yangi polimer birikmalar yaratish

Ushbu jadval xitozan polimeri bo‘yicha tadqiqot yo‘nalishlari, natijalari va ularning amaliy qo‘llanilishini ko‘rsatadi. Har bir yo‘nalish polimerning ilmiy, sanoat va ekologik ahamiyatini tushunishga yordam beradi.

Xulosa. Mazkur tadqiqot natijalari xitozan polimerining ilmiy va amaliy ahamiyatini yanada yaqqol ko‘rsatdi. Xitozan biologik polimer sifatida yuqori biofaollik, biodegradatsiya va modifikatsiya imkoniyatlariga ega ekanligi aniqlandi. Shu sababli, u farmatsevtika, oziq-ovqat sanoati, qishloq xo‘jaligi va ekologik texnologiyalar kabi sohalarda samarali qo‘llanilishi mumkin.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, xitozanning molekulyar tuzilishi, deasetilatsiya darajasi va kimyoviy modifikatsiyalari uning biofaolligiga va nanostrukturali shakllarni yaratish imkoniyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Xitozan asosidagi nanostrukturali materiallar va kompozitlar yaratish bo‘yicha o‘tkazilgan tajribalar, ularning farmatsevtik, oziq-ovqat va ekologik sohalarda amaliy qo‘llanilishi uchun qulayligini tasdiqladi. Shu bilan birga, polimerning antibakterial va yara shifo beruvchi xususiyatlari uning sog‘liqni saqlash va biomeditsina sohasidagi potensialini yanada mustahkamladi. Biodegradatsiya va ekologik barqarorlik tadqiqotlari esa xitozanning ekologik xavfsiz material sifatida ahamiyatini ko‘rsatdi.

Foydalanilgan adabiyotlar ro`yxati.

1. Rinaudo, M. (2006). Chitosan: Properties and applications. *Progress in Polymer Science*, 31(7), 603–632.
2. Jayakumar, R., Prabaharan, M., Nair, S. V., & Tamura, H. (2010). Biomaterials based on chitin and chitosan in wound dressing applications. *Biotechnology Advances*, 28(3), 142–150.
3. Kumar, M. N. V. R. (2000). A review of chitin and chitosan applications. *Reactive & Functional Polymers*, 46(1), 1–27.
4. Dutta, P. K., Dutta, J., & Tripathi, V. S. (2004). Chitin and chitosan: Chemistry, properties and applications. *Journal of Scientific & Industrial Research*, 63(1), 20–31.
5. Dash, M., Chiellini, F., Ottenbrite, R. M., & Chiellini, E. (2011). Chitosan—A versatile semi-synthetic polymer in biomedical applications. *Progress in Polymer Science*, 36(8), 981–1014.
6. Chen, R., & Liu, Y. (2012). Enhancement of chitosan bioactivity through structural modification. *Carbohydrate Polymers*, 89(1), 23–32.