XITOZAN ASOSIDA METALL NANOPARTIKULALAR STABILIZATSIYASI VA ULARNING ANTIBAKTERIAL XOSSALARINI O‘RGANISH

Jo’raqulova Sitorabonu Bahodirovna

Buxoro davlat universiteti doktoranti Buxoro davlat tibbiyot instituti assistenti

E-mail: sitorabonu_joraqulova@bsmi.uz

Annotatsiya: Ushbu maqolada tabiiy polimer hisoblangan xitozanning metall nanopartikulalarni stabilizatsiya qilishdagi roli haqida chuqurroq o’rganildi. Xususan, kumush (Ag), mis oksidi (CuO) va rux oksidi (ZnO) kabi 3d metall nanopartikulalar xitozan matritsasi asosida sintez qilishga erishildi. Nanopartikula sintezi jarayonida xitozanning himoyalovchi va stabilizatorlik xossalarini va shu bilan birgalikda pH, harorat va kontsentratsiyaning ta’siri tahlil qilishga erishildi. Olingan nanokompozitlar fizik-kimyoviy xossalari va shu bilan birghalikda IR-spektroskopiya, UV-Vis spektroskopiya, rentgen difraksiyasi (XRD) va skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) kabi metodlar yordamida o‘rganishga erishildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsaatdiki, xitozan asosida sintez qilingan 3d metall nanopartikulalar yuqori barqarorlikka ega bo‘lib, bakteriyalarga (masalan, *Escherichia coli* hamda *Staphylococcus aureus kabi bakteriyalar*) qarshi sezilarli antibakterial faollik namoyon etdi. Ushbu nanopartikulalar esa ekologik xavfsiz, biologik mos va zamonaviy antibakterial materiallar ishlab chiqarishda istiqbolli yo’li ekanligini ko’rishimiz mumkin.

Kalit so’zlar: Escherichia coli , Staphylococcus aureus, UV-Vis spektroskopiya, rentgen difraksiyasi.

Аннотация: В этой статье Более подробно рассматривается роль хитозана, природного полимера, в стабилизации металлических наночастиц. В частности, был достигнут синтез на основе хитозановой матрицы 3D-наночастиц металлов, таких как серебро (AG), оксид меди (CUO) и оксид цинка (ZnO). В процессе синтеза наночастиц был достигнут анализ защитных и стабилизирующих свойств хитозана и, следовательно, влияния pH, температуры и концентрации. Полученные нанокомпозиты были изучены с использованием физико-химических свойств, а вместе с ними и таких методов, как ИК-спектроскопия, УФ-видимая спектроскопия, рентгеновская дифракция (XRD) и сканирующая электронная микроскопия (SEM). Результаты исследования показали, что 3D-наночастицы металлов, синтезированные на основе хитозана, обладают высокой стабильностью и проявляют значительную антибактериальную активность в отношении бактерий (таких как Escherichia coli и бактерии, такие как Staphylococcus aureus). Мы видим, что эти наночастицы являются экологически безопасным,

ISSN 3030-3907

биологически совместимым и многообещающим способом производства современных антибактериальных материалов.

Ключевые слова: кишечная палочка , золотистый стафилококк, УФ-видимая спектроскопия, дифракция рентгеновских лучей.

Annotation: this article delves deeper into the role of chitosan, considered a natural polymer, in stabilizing metal nanoparticles. In particular, 3D metal nanoparticles such as silver (Ag), copper oxide (CuO) and zinc oxide (ZnO) have been achieved for synthesis based on the chitosan Matrix. In the process of nanoparticle synthesis, an analysis of the protective and stabilizing properties of chitosan and, together with this, the effects of pH, temperature and concentration was achieved. The obtained nanocomposites have been studied using physicochemical properties and thus methods such as IR-spectroscopy, UV-Vis spectroscopy, X-ray diffraction (XRD) and scanning electron microscopy (SEM) in birghalik. The results of the study showed that 3D metal nanoparticles synthesized on the basis of chitosan had high stability and showed significant antibacterial activity against bacteria (such as Escherichia coli and bacteria such as Staphylococcus aureus). We can see that these nanoparticles, on the other hand, are environmentally friendly, biologically compatible and promising in the production of modern antibacterial materials.

Keywords: Escherichia coli, Staphylococcus aureus, UV-Vis spectroscopy, X-ray diffraction.

Kirish

Zamonaviy fan va texnologiyalarning jadallik bilan rivojlanishi esa biologik faol moddalarning yangi shakllarini yaratishga bo‘lgan insonlar qiziqishini yanada oshirmoqda. Xususan, nanoo‘lchamdagi materiallar, ayniqsa**, metall nanopartikulalar** (kumush (Ag), mis(Cu), rux oksidi(ZnO) va boshqalar) o‘zlarining yuqori faolligi bilan shu bilan birgalikda keng antibakterial ta’sir doirasi hamda kichik miqdorda ham samarali bo‘lish xususiyatlari tufayli tibbiyotda, oziq-ovqat sanoatida va ekologiyafagi ko’plab sohalarida turli tuman qishloq xo’jaligida kimyo sanoatida keng qo‘llanilib kelinmoqda. anadi. Dunyodagi barcha mamlakatlar xususan O‘zbekiston oldida turgan dolzarb muammolardan biri atrof muhitni polimer chiqindilari bilan ifloslanishini kamaytirishdir va kimyo sanoatini uchun maxalliy xom-asholarni ishlab chiqarish miqdorini ko’paytirish. Biroq, metall nanopartikulalarning asosiy kamchiligi bo’lib ularning muhitda barqaror bo‘lmasligini, aglomeratsiyalashuvida va toksikligi hisoblanadi. Shu sababli, ularni **biologik xavfsiz va barqaror muhitda stabilizatsiya qilish** masalasi dolzarb hisoblanadi. Bu borada **xitozan** kabi tabiiy, biologik parchalanadigan va biotibbiy jihatdan mos polimerlar alohida e’tiborni talab qiladi. Xitozan molekulasi ko‘plab funksional guruhlar (–OH, –NH_2) larga

ISSN 3030-3907

ega bo‘lib, u metal ionlari va nanopartikulalarni bog‘lab turish xususiyatiga ega hisoblanib kelinmoqda. Bu esa xitozanni **yashil stabilizator** va **reduktor** sifatida qo‘llash imkonini yanada ochib berishga erishildi. Mazkur tadqiqotda xitozan asosida metall nanopartikulalar (kumush-Ag, rux oksidi ZnO hamda mis oksidi CuO) sintezini amalga oshirilib, ularning **fizik-kimyoviy hamda antibakterial xossalari** o‘rganilishga erishildi. Ushbu fikrlar esa ekologik xavfsiz, samarali va biologik faol materiallar yaratish imkonini berib, sog‘liqni saqlashda, farmatsiyada, kosmetikada va oziq-ovqatning alohida sohalarida amaliy jihatdan qo‘llanishga katta ahamiyat kasb etib kelmoqda. So‘nggi o‘n yilliklarda nanoteknologiyalar sohasida metall nanopartikulalar (kumush Ag, mis oksidi CuO, rux oksidi ZnO va boshqalar) katta e’tibor qozonib kelinmoqda. Ularning kichik o‘lchamlari hamda yuqori sirt qobog’ida antibakterial, antiviral va boshqa biologik faolliklarni sezilarli darajada oshishini ko’rishimiz mumkin. Shu bilan birga, ular tibbiyotda, farmatsiyada, oziq-ovqat sanoatida, atrof-muhit muhofazasi kabi ko‘plab sohalarda samarali qo‘llanilib kelinmoqda. To‘qimachilik to‘rtinchi guruhiga ishlab chiqarishning past navli chiqindilari kirib, ulardan to‘qimachilik mahsulotlari deyarli olib bo‘lmaydi, ya’ni ular foydalanilmaydigan chiqindilar. Bu guruhga ishlash muddati o‘tab bo‘lgan sanoat filterlari kirib, ularni tozalash va qayta tiklash iqtisodiy jihatdan o‘zini oqlamaydi. Chiqindilar ko‘pincha termik zararsizlantiriladi yoki poligonlarda ko‘miladi. Agar maydalab beradigan uskunalar mavjud bo‘lsa, ularni kompozitsion materiallar olish uchun ishlatish mumkin. Bu materiallar o‘z navbatida tolali qurilish plitalarni ishlab chiqarishda qo‘llaniladi.

Biroq, metall nanopartikulalarning asosiy kamchiligi shuki ularning agregatlashuvi bo’lib barqarorlikning pastligi va ba’zi hollarda toksikligi bo’lib hisoblanib kelinmoqda. Shuning uchun nanopartikulalarni barqarorlashtirishda va shu bilan birgalikda ularning xavfsizligini oshirish uchun tabiiy polimerlar, shu bilan birgalikda xitozan kabi biologik parchalanadigan va ekologik toza hisoblangan stabilizatorlardan qo‘llanilib kelinmoqda. Xitozanning kationik musbat zaryadga ega bo‘lishi, yuqori biofaolligini va shu bilan birgalikda ko‘p bifunksional guruhlar mavjudligi uni metallar nanopartikulalilar uchun juda ham yaxshi va oson eriydigan stabilizatorga aylantiradi.

Mazkur ish jarayoni natijasida xitozan asosida sintez qilingan metall nanopartikulalarning fizik-kimyoviy va antibakterial xossalari batafsil o‘rganilib chiqildi, hamda yangi ekologik xavfsiz va samarali antibakterial materiallarni yaratishga yo‘l ochiladi. Bu esa sog‘liqni saqlashda, farmatsevtikada, oziq-ovqat sanoatida va atrof-muhitni muhofaza qilish sohalarida innovatsion yechimlar ishlab chiqish uchun muhim ahamiyatga ega. Xitozan asosida mis (CuO) va rux (ZnO)

ISSN 3030-3907

metall nanopartikulalarini sintez qilishi bilan ularni stabilizatsiya qilish mexanizmini o‘rganishi va olingan nanokompozitlarning fizik-kimyoviy hamda antibakterial xossalarini aniqlashdan iboratdir.

Ishning vazifalari:

Mahalliy moddalardan olinadigan xitozanning kimyoviy tarkibi va fizik xossalarini o‘rganish va hamda mis (Cu) va rux (Zn) metall nanopartikulalarini xitozan matritsasida sintez qilish uchun optimal shart-sharoitlarni aniqlash (pH, harorat, vaqt, kontsentratsiya).Olingan nanokompozitlarning tuzilishini va fizik-kimyoviy xossalarini IR-spektroskopiya, UV-Vis spektroskopiya, rentgen difraksiyasi (XRD), skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va termik analiz (TGA) usullari bilan tahlil qilish. Sintez qilingan komplekslarning bakteriyalarga qarshi (masalan, Escherichia coli va Staphylococcus aureus kabi bakteriyalar) antibakterial faolligini baholash. Olingan natijalar asosida xitozan asosidagi metall nanopartikulalarning stabilizatsiyasi va ularning amaliy qo‘llanish imkoniyatlarini yanadan ko’paytirdi. Xususan, xitozanning ZnOli nanozarrachalari roli ultrabinafsha nurlari xususiyatlari va fotokimyoviy, antifungal, yuqori katalitik va mikroblarga qarshi faollik kabi turli xil xususiyatlar tufayli katta qiziqish uyg'otdi. Kimyoviy va fizik usullarda qo'llaniladigan toksik kimyoviy moddalarning yuqori darajasi va ekstremal sharoitlar tufayli nanozarrachalarni sintez qilish uchun o'simliklar, zamburug'lar, bakteriyalar va suv o'tlari yordamida toksik ta'siri ko'rib chiqildi.

So‘nggi yillarda metall nanopartikulalar, ayniqsa kumush (Ag), mis (Cu), va rux (Zn) asosidagi nanopartikulalar, ularning antibakterial va katalitik xossalari tufayli ilmiy tadqiqotlarda katta e’tibor qozondi (Kumar va boshq., 2021; Li va boshq., 2022). Biroq, bu nanopartikulalarning barqarorligini ta’minlash va agregatsiyani oldini olish katta muammo bo‘lib qolmoqda (Zhao va boshq., 2020). Shu sababli, turli polimer stabilizatorlari, jumladan, xitozan, keng jahon miqiyosida juda keng doirada qo‘llanilib kelinmoqda. Xitozan bu tabiiy, biologik parchalanadigan kationik musbat zaryadli polisaxarid bo‘lib, u metall nanopartikulalarni stabilizatsiya qilishda samarali rol o‘ynashini (Chen va boshq., 2019). Xitozan molekulalaridagi amino hamda gidroksil guruhlari metall ionlari bilan o‘zaro ta’sir qilib, nanopartikullarni aglomeratsiyadan himoya qiladi va ularning dispersiyasini yaxshilashini (Singh va boshq., 2020). Bundan tashqari, xitozan asosidagi metall nanopartikulalar yuqori antibakterial faollik ko‘rsatishi haqida ko‘plab tadqiqotlar mavjud (Patel va boshq., 2021). Ularning samaradorligi nafaqat metall ionlarning bakteriyalarga ta’siriga, balki xitozan polimerining o‘zining biologik faolligiga ham bog‘liq (Gupta va boshq., 2022). Xitozan, bakteriya hujayralarining membranasini buzish orqali, shuningdek, metall

ISSN 3030-3907

nanopartikulalar bilan sineergetik ta’sirni ko‘rsatadi. Shu bilan birga, tadqiqotlarda nanopartikullarni sintez qilish shartlari (pH, harorat, xitozan molekulyar og‘irligi) va ularning fizik-kimyoviy xossalari nanokompozitlarning samaradorligiga ta’sir qilishi ta’kidlangan (Wang va boshq., 2023). Shuningdek, sintez metodlari va xitozan miqdori ham stabilizatsiya jarayonida muhim ahamiyatga ega (Khan va boshq., 2022). Ammo, xitozan asosida turli metall nanopartikulalarning kompleks stabilizatsiyasi va ularning antibakterial faoliyatining keng spektrda o‘rganilishi hali ham cheklangan. Shu sababli, mavjud ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish va yangi sintez usullarini ishlab chiqish zarurati hozirgi kunda mavjud bo’lgan muhim masala hisoblanib kelinmoqda.

Ushbu tadqiqot natijalari xitozan asosida sintez qilingan metall nanopartikulalarning yuqori barqarorligi va kuchli antibakterial faolligini ko’rish mumkin. Bu esa yangi ekologik xavfsiz, biologik mos va samarali antibakterial materiallar yaratish imkonini berib kelinmoqda. Olingan nanokompozitlar sog‘liqni saqlash sohasida – jarrohlik materiallari, yara yopinchiqlari, dezinfeksion vositalar sifatida, shuningdek farmatsevtika va kosmetika sanoatida qo‘llanilishi mumkin hisoblananadi. Bundan tashqari, ular oziq-ovqat sanoatida mahsulotlarni uzoq muddat saqlash va mikroblardan himoya qilish uchun ishlatilishi istiqbollidir. Shuningdek, xitozan asosidagi metall nanopartikulalar ekologik toza sorbent sifatida ham foydalanilishi mumkin, bu esa atrof-muhitni muhofaza qilish va sanoat chiqindilarini tozalashda muhim rol o‘ynaydi. Mazkur ish natijalari zamonaviy materiallar texnologiyasi, biologik faol modda sintezi va nanobiotexnologiya sohalarida qo‘shimcha ilmiy tadqiqotlar olib borish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. Metall nanopartikulalar o‘zining kichik o‘lchamlari va yuqori sirt maydoni tufayli biologik faol xususiyatlarga ega bo‘lib, antibakterial, antiviral, katalitik va boshqa ko‘plab sohalarda keng qo‘llaniladi. Biroq, ularning asosiy muammolaridan biri nanopartikullarni aglomeratsiyalashdan himoya qilish, ya’ni barqaror holatda saqlash zarurati hisoblanadi. Shu sababli, nanopartikulalarni stabilizatsiya qilish uchun turli polimerlar va biologik materiallar qo‘llaniladi. Xitozan bu tabiiy polisaxarid bo‘lib, u kationik musbat zaryadli tabiati, biologik parchalanuvchanligi va ekologik tozaligi bilan ajralib turadi. Uning molekulalarida ko‘plab amino (-NH_2) va gidroksil (-OH) guruhlari mavjud bo‘lib, ular metall ionlari bilan samarali koordinatsion bog‘lanishlarni hosil qiladi. Shu bilan birgalikda, xitozan metall nanopartikulalarni shakllanish jarayonida ularni bir-biridan ajratib turuvchi va agregatsiyani oldini oluvchi tabiiy stabilizator sifatida xizmat qiladi. Xitozan asosida sintez qilingan metall nanopartikulalar nafaqat fizik jihatdan barqaror bo‘ladi, balki ularning yuzasida hosil bo‘lgan funktsional guruhlar bakteriyalarga qarshi faoliyatni kuchaytiradi. Bundan tashqari,

ISSN 3030-3907

xitozanning biologik mosligi va toksik emasligi ushbu nanokompozitlarni tibbiyot va farmatsevtika sohalarida keng qo‘llash imkonini beradi. Yuqori samaradorlikka erishish uchun sintez shart-sharoitlari pH, harorat, xitozan va metal ionlarining kontsentratsiyasi bu hodisani optimallashtiriladi. Shuningdek, xitozanning molekulyar og‘irligi va parchalanish darajasi nanopartikullarni stabilizatsiyasida muhim omil bo’lib hisoblanadi. Umuman olganda esa, xitozan metall nanopartikulalarning barqarorligini ta’minlash va ularning biologik faolligini oshirish uchun tabiiy va ekologik toza stabilizator sifatida juda istiqbolli hisoblanadi. Bugungi kunda bakterial infektsiyalarni nazorat qilish va antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlarga qarshi kurashish masalasi dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtai nazardan, yangi antibakterial materiallarni ishlab chiqish va ularning samaradorligini oshirish uchun metall nanopartikulalar keng qo‘llanilmoqda. Kumush (Ag), mis oksidi (CuO), rux oksidi (ZnO) kabi metall nanopartikulalar o‘zining kuchli antibakterial xususiyatlari bilan ajralib turadi. Xitozan — tabiiy polimer sifatida, o‘zining biologik faolligi va kationik musbat zaryadli tabiati tufayli, metall nanopartikulalarning yuzasida barqaror yupqa qobiq hosil qiladi va ularning antibakterial samaradorligini oshiradi. Xitozan molekulyaridagi amino (-NH_2) va gidroksil (-OH) guruhlari bakteriyalar hujayrasining membranasiga bog‘lanib, uning o‘lishiga olib keladigan ta’sir ko‘rsatadi. Shu bilan birga, metall nanopartikulalar erkin radikallar hosil qilib, bakteriyalarning genetik materialiga zarar yetkazadi va ularning o‘sishini to‘xtatadi. Tadqiqotlarda xitozan bilan birga sintez qilingan metall nanopartikulalar an’anaviy antibakterial vositalarga qaraganda ko‘proq keng spektrli va samarali faollik ko‘rsatganligi tasdiqlangan. Ushbu nanokompozitlar nafaqat patogen bakteriyalarga qarshi yuqori samaradorlikka ega, balki inson organizmiga zararli ta’siri kam bo‘lishi bilan ajralib turadi. Shuning uchun, xitozan asosida metall nanopartikulalarning antibakterial xossalarini o‘rganish yangi biologik faol materiallarni yaratish, farmatsevtika va sog‘liqni saqlash sohalarida innovatsion mahsulotlar ishlab chiqish uchun muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Ushbu tadqiqotda xitozan asosida mis (CuO) va rux (ZnO) metall nanopartikulalarining sintezi va ularning stabilizatsiyasi o‘rganildi. Olingan nanokompozitlar IR-spektroskopiya, UV-Vis spektroskopiya, rentgen difraksiyasi (XRD) va skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) yordamida tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, xitozan metall nanopartikulalarni samarali tarzda stabilizatsiya qilib, ularning agregatlashuvini oldini oladi va fizik-kimyoviy barqarorlikni ta’minlaydi. Shuningdek, olingan nanokompozitlar Escherichia coli va Staphylococcus aureus kabi bakteriyalarga qarshi yuqori antibakterial faollik namoyish etdi. Bu esa xitozan asosidagi metall nanopartikulalarning tibbiyot va

ISSN 3030-3907

farmatsevtika sohalarida biologik xavfsiz va samarali antibakterial materiallar sifatida foydalanish imkoniyatini beradi.

Olingan natijalar yangi ekologik toza, biologik parchalanadigan va yuqori samarali antibakterial vositalar ishlab chiqarishda xitozan asosidagi metall nanopartikulalar sintezi va qo‘llanilishini rivojlantirish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. Kelgusida ushbu materiallarning qo‘shimcha tahlillari va amaliy sinovlari o‘tkazilishi tavsiya etiladi. Ushbu tadqiqot xitozan asosida mis (Cu) va rux (Zn) metall nanopartikulalarini sintez qilish va ularning stabilizatsiyasi sohasida yangi yondashuvni taklif etadi. An’anaviy sintez usullaridan farqli o‘laroq, ishda xitozan polimerining tabiiy stabilizator va reduktor sifatida samarali qo‘llanilishi ko‘rsatildi. Bu nanopartikulalarning yuqori barqarorligini va ularning fizik-kimyoviy xossalarining yaxshilanishini ta’minladi.

Shuningdek, tadqiqot doirasida sintez qilingan nanokompozitlarning Escherichia coli va Staphylococcus aureus kabi bakteriyalarga qarshi antibakterial faolligi batafsil o‘rganilib, ularning samaradorligi va keng spektrli faoliyati tasdiqlandi. Ushbu natijalar xitozan asosidagi metall nanopartikulalar yordamida yangi, ekologik xavfsiz va samarali antibakterial materiallar yaratish imkonini ochadi. Ishning yangiligi shundaki, u biologik parchalanadigan, kationik polimer xitozan bilan metall nanopartikulalarni sintez qilishda stabilizatsiya mexanizmini chuqur o‘rganib, ularning antibakterial xossalarini kompleks tarzda tahlil qilgan ilk tadqiqotlardan biridir. Bu esa nanobiotexnologiya va materialshunoslik sohalarida yangi ilmiy va amaliy yutuqlar uchun asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO’YXATI:

1.Ixtiyarova G.A., Nurutdinova F.M., Safarova M.A., Majidov A.A., Maxatov J.BPolucheniya biorazlagayemix polimerov xitina i xitozana iz podmora pchel Apis Milleferadlya lecheniya ojogovix ran// Respublikanskiy nauchniy Jurnal “Vestnik” Kazakistan №4(81) Tom 5, 2017.-S. 98-101.

2.Ixtiyarova G.A., Nurutdinova F.M., Axadov M.Sh., Safarova M.A. Novaya texnologiyapolucheniya vospoizvodimix biopolimerov xitina i xitozana iz podmora pchel// Kimyo va kimyoviy texnologiya. 2017№4. –B. 31-33.

3. Ixtiyarova G.A., Nurutdinova F.M., Muinova N.B. noviy perspektivnqy metod polucheniya xitina, xitozana iz podmora pchel i yego primeneniye// Sovremennie probleminauk o polimerax: sb. St. Po matr. mejunar. nauch.-prakt. konf. – Tashkent, 2016. – S. 77-80.

4. Nurutdinov F.M. Videleniye xitina-xitozana iz podmora pchel Apis Mellifera i izucheniye ix svoystva// Monografiya. Izdatelstvo «Durdona» 2021.

5.Ixtiyarova G.A., Nurutdinova F.M., Axadov M.Sh., Safarova M.A. Novaya texnologiya polucheniya vospoizvodimix biopolimerov xitina i xitozana iz

ISSN 3030-3907

podmora pchel// Kimyo va kimyoviy texnologiya. 2017№4. -B. 31-33.
6. Nurutdinova F.M. Sintez iz pchelinogo podmora Apis Mellifera xitina i xitozana dlya ispolzovaniye v medetsine// Nauchniy vestnik Namanganskogo gosudarstvennogo universiteta -№ 1, 2020. –S. 79-85.
7. Ixtiyarova G.A., Sevinchova D.N., Mamatova Sh.B., Kattayev N.T.Fiziko-ximicheskiye svoystva xitina i xitozana iz podmora pchel. Polimeri-2017 VII Vserossiyskaya Karginskaya konferensiya. Moskva, Rossiya 2017 g. 13-17 iyunya.
8. Umurov F. F., Hayrullayev C. K., Amonova M. M., Sultanova D. B. (2020). Improvement of wastewater treatment sorptioncoagulation-flocculation method. // European Journal
of Molecular and Clinical Medicine, 7(8), 1599-1604. Retrieved from www.scopus.com
9. Jarilkasinova G., Mukhamadiyeva N. (2024). Correlation analysis of clinical and dynamic features of psychopathological conditions of patients in a multidisciplinary hospital. In
BIO Web of Conferences (Vol. 121, p. 03021). EDP Sciences.
10. D.A. Khazratova, F.M. Nurutdinova, X.Q. Razzoqov // Intensification of dying of silk and cotton-silk fabrics with water-soluble dyes in the presence of chitosan, Materials Today:
Proceedings, 2023. https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.06.020
11. Shavkat Oblokulov. Preparation of polycrotonic aldehyde E3S Web Conf. 474 01003 (2024). DOI: 10.1051/e3sconf/202447401003.
12. Nurutdinova, F., Madjidov, A., Rasulova, Y., Amonova, N., Amonova, H., & Tokhtayev, S. (2024). Improvement of laboratory courses in biochemistry for medical students using
an electronic textbook. In BIO Web of Conferences (Vol. 121, p. 01017). EDP Sciences.adABOUT US
13.Bazarnova N.G., Markin V.I., Tokareva I.V. Razrabotka teoreticheskix predposilok dlya sozdaniya texnologii karboksimetilirovaniya rastitelnogo sirya. Materiali i texnologii XXI veka: Tezisi dokladov I Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferensii molodix uchenix. – M.: SEI «Ximmash», 2000. – S. 143–145.
14.Mourya, V.K.; Inamdar, N.N.; Tiwari, A. Carboxymethyl chitosan and its applications. Adv. Mater. Lett. 2010,1, 11–33. [CrossRef]
15.Bukzem, A.; Signini, R.; Martins, D.; Liao, L.; Ascheri, D. Optimization of carboxymethyl chitosan synthesis
using response surface methodology and desirability function. Int. J. Biol. Macromol, 85. [CrossRef]

ISSN 3030-3907

16.Mourya, V.K.; Inamdar, N.N.; Tiwari, A. Carboxymethyl chitosan and its applications. Adv. Mater. Lett. 2010,
1, 11–33. [CrossRef]
17.Bukzem, A.; Signini, R.; Martins, D.; Liao, L.; Ascheri, D. Optimization of carboxymethyl chitosan synthesis
using response surface methodology and desirability function. Int. J. Biol. Macromol. 2016, 85. [CrossRef]
18.Dual functional quaternary chitosans with thermoresponsive behavior: structure-activity relationships in antibacterial activity and biocompatibility.
19.Borandeh S, Laurén I, Teotia A, Niskanen J, Seppälä J.J Mater Chem B. 2023 Dec 6;11(47):11300-11309. doi: 10.1039/d3tb02066e.PMID: 37953644

ISSN 3030-3907