KUMUSH NANOZARRACHALARI SINTEZ QILISHDA TURLI QAYTARUVCHILAR ROLI

Lutpillayeva Ma'suda
Namangan davlat pedagogika instituti PhD, Tabiiy fanlar kafedrasi,
Hoshimov Farhod
Namangan muhandislik-texnologiya instituti professor, Kimyo kafedrasi,
E-mail: lutpillayeva@mail.ru.

Annotatsiya. Mazkur maqolada turli xil qaytaruvchilar ishtirokida kumush nanozarrachalar (AgNZ) sintezi va ularning hosil bo'lishiga ta'sir etuvchi omillar tahlil qilingan. Kumush nanozarrachalar antibakterial, optik va biomoslashuvchan xususiyatlarga ega bo‘lib, ularni sintez qilishda qaytaruvchining tabiati, konsentratsiyasi va barqarorlashtiruvchi moddalarning roli muhim ahamiyatga ega. Tadqiqotda $AgNO_3$ asosida natriy sitrat, gidrazin va glyukoza yordamida kumush nanozarrachalar sintez qilindi. Jelatin esa barqarorlashtiruvchi sifatida qo‘llanildi. Nanozarrachalarning hosil bo‘lganligi eritma rangining o‘zgarishi, UV–Ko‘rinadigan spektr (421 nm cho‘qqi) va XRD tahlillari bilan tasdiqlandi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, natriy sitrat eng samarali qaytaruvchi sifatida tan olindi. Ushbu yondashuv ekologik xavfsiz, samarali va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq yechim sifatida taklif etiladi.

Kalit so’zlar. Kumush nanozarrachalar, $AgNO_3$, qaytaruvchi moddalar, natriy sitrat, glukoza, gidrazin, jelatin, UV–Ko‘rinadigan spektr, XRD tahlili, antibakterial xossalar, nanozarracha sintezi.

Аннотация. В данной статье рассмотрен синтез серебряных наночастиц (AgNPs) с использованием различных восстановителей и проанализировано влияние этих веществ на процесс образования наночастиц. Серебряные наночастицы обладают антибактериальными, оптическими и биосовместимыми свойствами, при этом важную роль в их синтезе играют природа восстановителя, его концентрация и тип стабилизатора. В ходе исследования на основе $AgNO_3$ были синтезированы наночастицы с применением натрия цитрата, гидразина и глюкозы. В качестве стабилизатора использовался желатин. Формирование наночастиц подтверждено изменением цвета раствора, спектром поглощения в УФ–видимой области (пик при 421 нм) и рентгенофазовым анализом (XRD). По результатам эксперимента установлено, что наиболее эффективным восстановителем является натрий цитрат. Предлагаемый метод отличается экологической безопасностью, эффективностью и экономической целесообразностью.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова. Серебряные наночастицы, $AgNO_3$, восстановители, натрий цитрат, глюкоза, гидразин, желатин, УФ–видимый спектр, рентгенофазовый анализ (XRD), антибактериальные свойства, синтез наночастиц.

Annotation. This article presents the synthesis of silver nanoparticles (AgNPs) using various reducing agents and analyzes the factors influencing their formation. Silver nanoparticles possess antibacterial, optical, and biocompatible properties, and the nature and concentration of reducing agents, as well as the stabilizers used, play a crucial role in their synthesis. In this study, silver nanoparticles were synthesized from $AgNO_3$ using sodium citrate, hydrazine, and glucose as reducing agents. Gelatin was used as a stabilizer. The formation of nanoparticles was confirmed by a color change in the solution, UV–Visible spectrophotometry (peak at 421 nm), and X-ray diffraction (XRD) analysis. According to the experimental results, sodium citrate was found to be the most effective reducing agent. This approach offers an environmentally safe, efficient, and economically viable solution for silver nanoparticle synthesis.

Keywords. Silver nanoparticles, $AgNO_3$, reducing agents, sodium citrate, glucose, hydrazine, gelatin, UV–Visible spectrum, XRD analysis, antibacterial properties, nanoparticle synthesis.

Kirish

Nanotexnologiya kundalik hayotda muhim rol o‘ynaydigan eng dolzarb sohaga aylandi. Nanozarrachalar atrof-muhit, qishloq xo’jaligi va tibbiyot sohalar bilan bog‘liq turli yo’nalishlarda muhim rol o‘ynaydi. Kumush nanozarracha sintezi ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan o’rganilgan bo‘lsa ham, kumush nanozarracha bilan bog'liq yangi xususiyatlar kundan-kunga tadqiqotchilar uchun yangi eshiklarni ochmoqda. Kumush nanozarralar (AgNZ) antibakterial, optik, elektronika va biomoslashuvchan xususiyatlari tufayli tadqiqotlar kundan kunga o’sib bormoqda , ammo antibakterial faollik mexanizmi haqida bahslar hali ham mavjud.

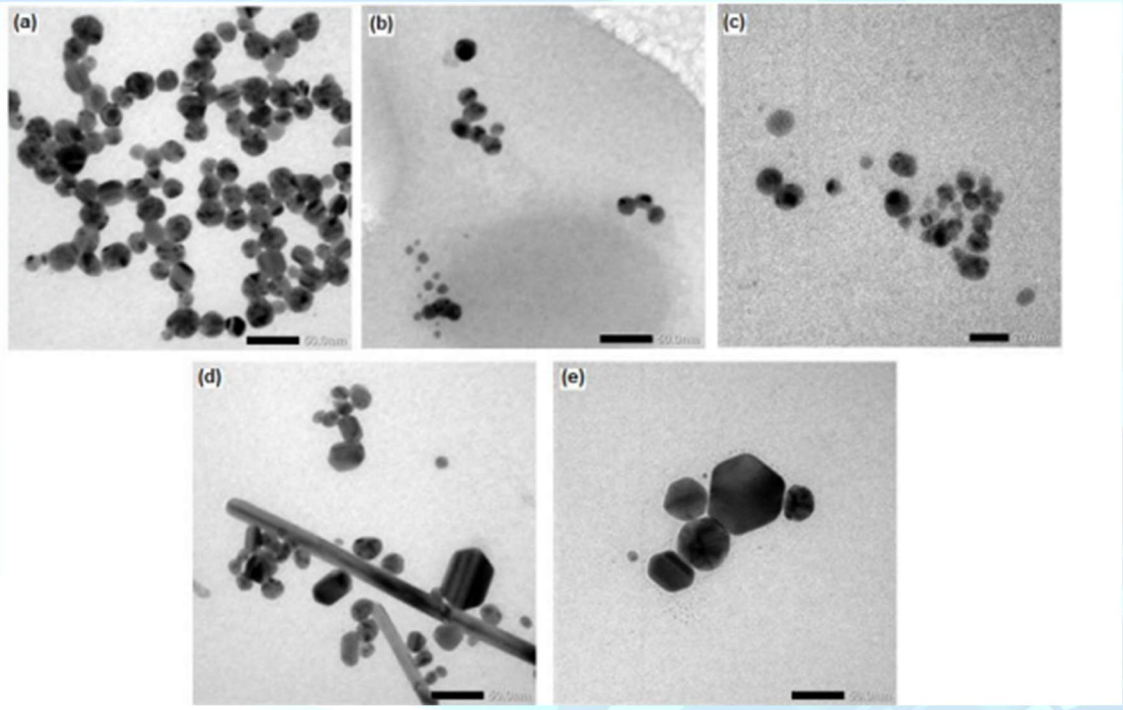
Nanozarrachalarni turli qaytaruvchi moddalar bilan sintez qilish jarayoni uning funktsiyasi va xususiyatlarini aniqlashda muhim rol o‘ynaydi. Ko‘pincha kimyoviy jihatdan sintezlangan AgNZ nanozarrachada aglomeratsiya va sirt modifikatsiyasini keltirib chiqaradi, bu esa inson hujayralari uchun toksiklikni oshiradi. Odatda kumush nanozarrachalar kumush nitratdan ($AgNO_3$) sintezlanadi. AgNZlarni ikkita asosiy tarmoq ostida sintez qilishning ko'plab usullari mavjud: fizik va kimyoviy usullar. Fizik usullar qimmat va ko'pincha nomukammaldir. Kimyoviy usullar odatda toza kimyoviy moddalar asosida sintez amalga oshiriladi, lekin kimyoviy jarayon asosida turli gazlar chiqish ehtimoli bu usulni qo’llashni

ISSN 3030-3907

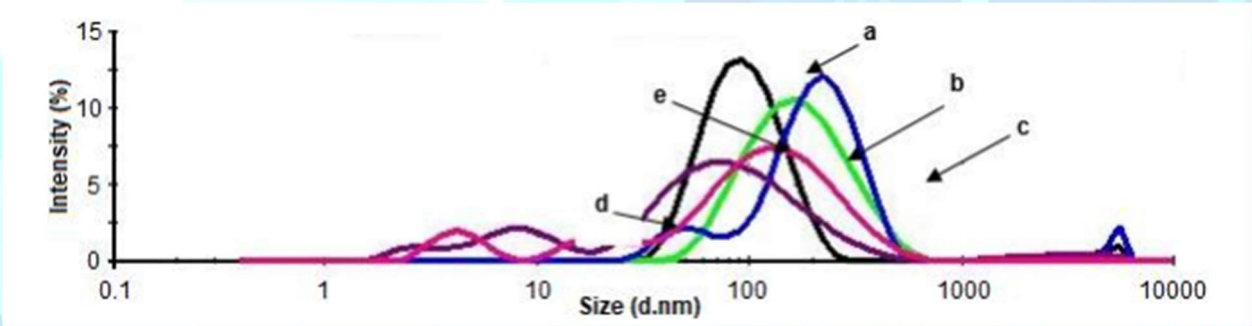
cheklaydi. Ammo kimyoviy moddalar o'rniga o'simlik ekstrakti kabi organik ekstraktlardan foydalanish yashil sintez deb ataladi va muammoni hal qilishi mumkin.

AgNZ ning antibakterial xossalari AgNZ hajmi, $AgNO_3$ molyarligi va hajmi kabi turli omillarga bog'liq. 10 nm dan kam bo'lgan kichikroq nanozarrachalar to'g'ridan-to'g'ri bakteriya hujayrasiga kirib, ular bilan o'zaro ta'sir qilishi mumkin. Sferik bo'lmagan nanozarralar ham yaxshi antibakterial xususiyatlarga ega. AgNZlar hajmi asosan qaytaruvchi va barqarorlashtiruvchi tabiatiga, kumush nitrat konsentratsiyasiga bog'liq. Ba'zi tadqiqotlarda kumush nanozarrachalarning kimyoviy va fizik xususiyatlariga qaytaruvchi moddalarning ta'sirini atroflicha o'rganilgan. Qaytaruvchi moddalar sifatida askorbin kislotasi, natriy borgidrid, gidrazin, natriy sitrat va glyukoza ishlatilgan. Yuzaki plazmon rezonansi (SPR) yutish qobiliyati, morfologiyasi, zeta potentsiali, kristall tizimi va mahsulotlarning barqarorligi o'rgangan. Natijalar kolloid Ag nanozarralarining kimyoviy va fizik xossalari qaytaruvchi moddalarga bog'liqligini ko'rsatadi. Sintezlangan kumush nanozarrachalar tizimlarining SPR (*Surface plazmon rezonans*) absorbsiyasi 401-433 nm oralig'ida cho'qqisiga egaligi ko'rsatilgan. Qaytaruvchi vosita sifatida askorbin kislotasi yordamida sintezlangan AgNZlar bir xil hajmni bergan, o'rtacha zarracha diametri taxminan 30 nm va sharsimon shaklda bo'lgan (1(a)-rasm). Glyukoza qaytaruvchi sifatida ishlatilganda Ag nanozarrachalarining o'rtacha diametri 20 nm atrofida (askorbin kislotasi yordamida olingan nanozarrachalardan kichikroq) bo'lgan. Kuchli qaytaruvchi moddalar katta hajmdagi nanozarracha, kuchsiz qaytaruvchi moddalar kichik hajmdagi nanozarracha sintezlanishi sabab bo'ladi. AgNZ sintezida natriy borgidrid qaytaruvchi sifatida ishlatilganda o'rtacha hajmdagi (glyukoza qaytaruvchi sifatida foydalanilgan tizim bilan solishtrilganda) bo'ladi, lekin zarrachalarning diametri esa o'xshash. Natriy sitrat qaytaruvchi vosita sifatida ishlatilganda, shakli va hajmi sezilarli darajada o'zgargan. Kolloid tizimda ko'plab shakllar, ya'ni olti burchakli, novda va sharsimon va shu kabi nanozarralar uchragan. Ag nanozarralari gidrazin yordamida qaytarilganda katta hajmdagi nanozarracha sintez qilingan va nanozarralar shakli asosan olti burchakli va yumaloq shaklda bo'lgan (1-rasm).

ISSN 3030-3907



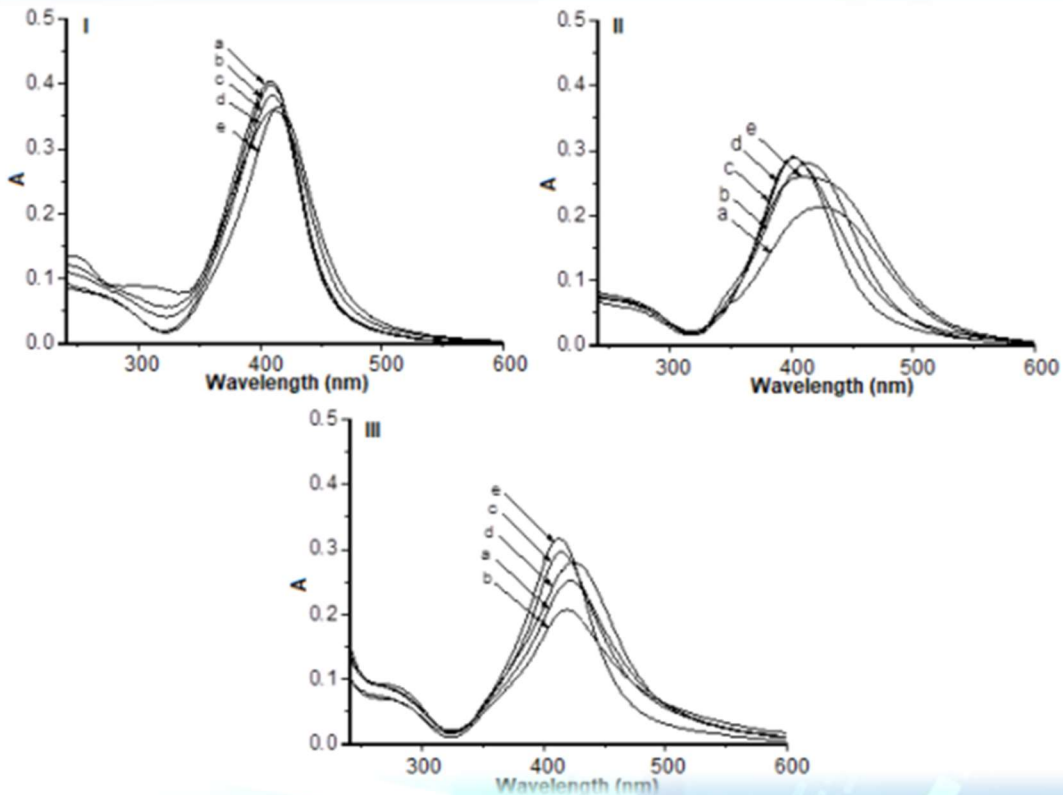
1-rasm. Turli qaytaruvchi vositalar yordamida tayyorlangan Ag nanopartikulining TEM (Transmissiya elektron mikroskopi) tasvirlari; (a) askorbin kislotasi, (b) glyukoza, (c) natriy borgidrid, (d) natriy sitrat, (e) gidrazin [1]



2-rasm. Ag nanozarrachalarining zarracha o'lchami turli qaytaruvchi moddalar ta’siridagi o’zgarishi. moddalar, (a) askorbin kislotasi, (b) glyukoza, (c) natriy borgidrid, (d) natriy sitrat va (e) gidrazin [1]

AgNZ lar shakli va hajmiga qaytaruvchi moddaning konsentratsiyasi ham ta’sir ko’rsatadi. Qaytaruvchilar askorbin kislotasi, natriy borgidrid va gidrazin turli konsentratsiyalarda kumush nanozarrachalar sinteziga qo’llanilganda o’lchami va shakli farqli tizimlar sintez qilingan. UV-Vis spektrida cho'qqilar konsentratsiya ko'tarilganda to'lqin uzunligi kattaroq tomonga siljiydi (3-rasm).

ISSN 3030-3907



3-rasm. Qaytaruvchi moddalar, (I) askorbin kislotasi, (II) yordamida ishlab chiqarilgan kolloid Ag nanozarrachalarining UV-Vis spektrlari. natriy borgidrid, (III) gidrazin. Konsentratsiyalar: $1,5\times10^{-4}$, $3,0\times10^{-4}$, $4,5\times10^{-4}$, (a) $6,0\times10^{-4}$ (a) $7,5\times10^{-4}$ M.

Ushbu tadqiqot turli xil qaytaruvchilar hamda kumush nitrat asosida AgNZlarni sintez qilishga bag'ishlangan. Foydalanilgan kimyoviy moddalar kimyoviy jihatdan toza kumush nitrat, natriy sitrat, glukoza va gidrazin va barqarorlashtiruvchi jelatin hisoblanadi.

Metod. Dastlab 20°C haroratida barqarorlashtiruvchi – jelatinning 2% va 5% li eritmalari tayyorlab olindi. So'ngra 500 mg/ml konsentratsiyali kumush nitrat eritmasi tayyorlandi. Qaytaruvchilar sifatida - natriy sitrat, gidrazin va glukozalarning 0.1 M li eritmalari tayyorlandi.

Barqarorlashtiruvchilar va kumush nitrat eritmalarini bir-biriga qo'shib olingan aralashmalarga, doimiy aralashtirib turgan holda, teng hajmda tayyorlangan qaytaruvchi eritmalaridan qo'shib 6 xil namunalar tayyorlandi. AgNZlar sintez qilish jarayonida turli qaytaruvchilar bilan quyidagi reaksiyalar sodir bo'ladi:

$$2Ag^{+} + 2OH^{-} + C_6H_{12}O_6 \rightarrow Ag^{o}\downarrow + C_6H_{12}O_7 + H_2O$$

$$12AgNO_3 + 4Na_3C_6H_5O_7 + 6H_2O \rightarrow 12\ Ag^{o}\downarrow + 12NaNO_3 + 4C_6H_8O_7 + 3O_2.$$

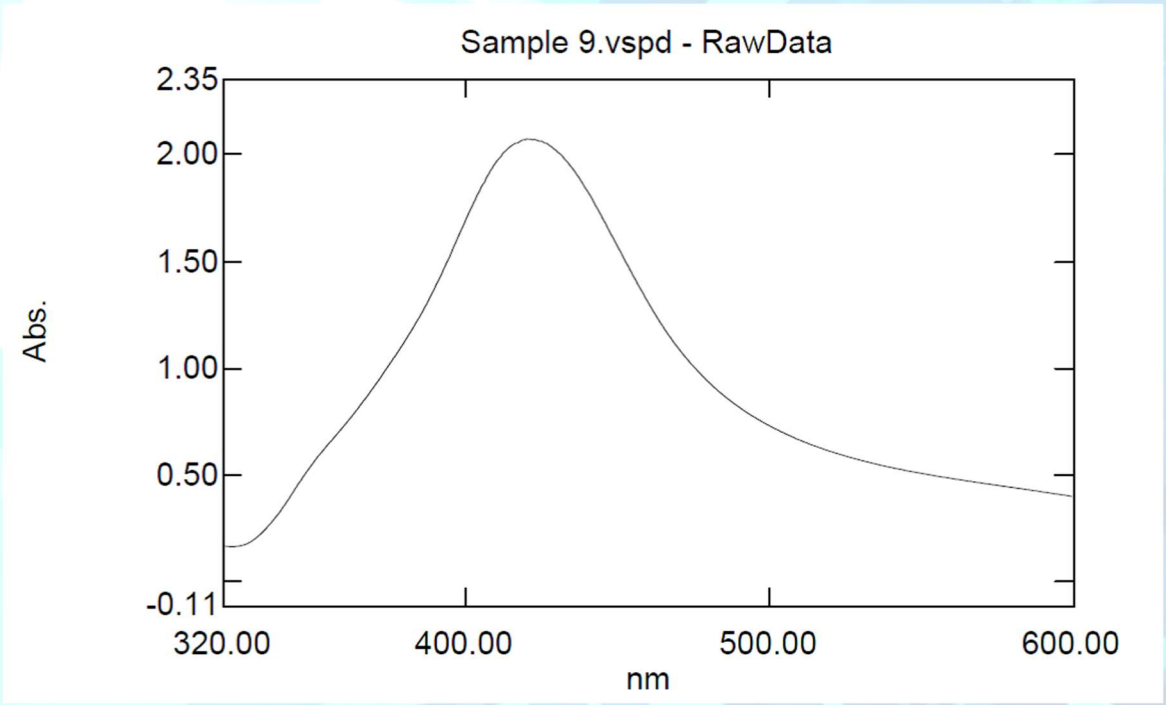
$$2Ag^{+} + 2OH^{-} + N_2H_4 \rightarrow Ag^{o}\downarrow + N_2 + H_2O$$

ISSN 3030-3907



4-rasm. AgNZ lar (turli qaytaruvchi va turli konsentratsiyadagi jelatin asosida)

Olingan natijalariga ko’ra barcha tajribalarda nanokumush sintezi amalga oshganligini e’tirof etish mumkin (4-rasm). Eritmalar rangining o’zgarishi kumush nanozarrachalar hosil bo’lganligini ko’rsatadi. Eritmalar rangi intensivligining och holatidan to’q holatga o’zgarishi kumush nanozarrachasi o’lchamlari yiriklashganligi bilan izohlanadi.



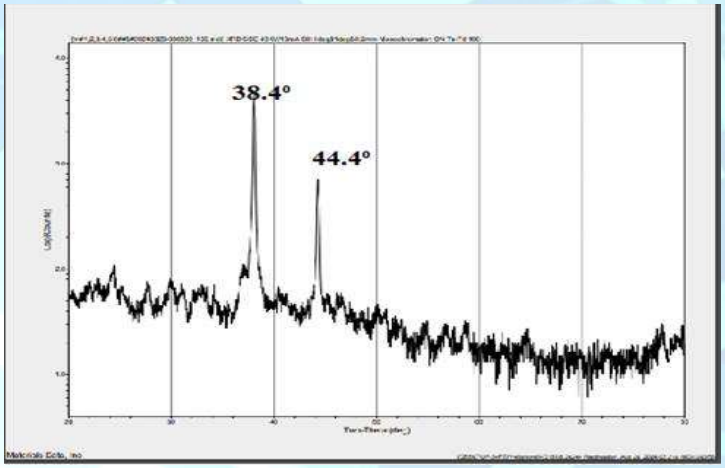
5-rasm. AgNZ UB-KN spektri (kumush nitrat, natriy sitrat va jelatin asosida).

5-rasmda AgNZ kolloid tizimining UB-KN SPR (Surface Plazmon Rezonansi) ko'rsatilgan va undagi maksimal cho'qqisi 421 nm ni tashkil qiladi, bu AgNZlar oralig'ida. 350 nm dan 500 nm gacha bo'lgan SPR diapazoni AgNZ hosil bo'lishini tasdiqlaydi.

Sintezlangan AgNZ larning kristall tuzilishini tahlil qilish uchun Rentgen fazaviy usuli yordamida amalga oshirildi (6-rasm). Tayyorlangan AgNZ larning XRD tahlili 2θ = 38,4° (111), 44,4° (200) da mos keladigan tekisliklarda diffraktsiya cho'qqilarini ko'rsatdi. 8-rasmdagi eng yuqori cho'qqi 2 θ = 38,4° da bo'lib, bu kumushning difraksion modelidagi strukturasini ko'rsatdi. Olingan

ISSN 3030-3907

natijalar rentgenfazaviy usul yordamida nanokumush kristall tuzilishini aniqlashga doir o'tkazilgan xorijiy ilmiy tadqiqotlar natijalariga to'liq mos keladi va kumush nanozarrachalar hosil bo'lganini yana bir bor isboti hisoblanadi.



6-rasm. AgNZ rengenofaz spektri (jelatin barqarorlashtiruvchi bo'lgan tizim)

Xulosa. Ushbu tadqiqotda kumush nanozarrachalarni sintez qilishda turli xil qaytaruvchilarning roli o'rganildi va ularning samaradorligi baholandi. Kumush nitrat asosida sintezlangan AgNZlar uchun natriy sitrat, glukoza va gidrazin qaytaruvchilari qo'llanildi. Shuningdek, jelatin barqarorlashtiruvchi sifatida tanlab olindi. Olingan namunalar eritmalarining rang o'zgarishi, UV–Ko'rinadigan spektr (421 nm da SPR cho'qqi) va XRD tahlillari orqali tahlil qilindi. Tadqiqot natijalariga ko'ra, barcha qaytaruvchilar kumush nanozarrachalar hosil qilishga yordam bergan bo'lsa-da, eng yaxshi natija natriy sitrat bilan olinganligi aniqlandi. Bu holat nanozarrachalarning bir xil hajmda va barqarorligiga olib keladi. XRD natijalari kristall tuzilmani tasdiqladi va hosil bo'lgan zarrachalarning Ag metal strukturasi bilan mosligini ko'rsatdi. Umuman olganda, tadqiqot kimyoviy sintez orqali barqaror va samarali nanozarrachalarni olish imkonini ko'rsatdi. Ushbu yondashuv tibbiyot, ekologiya va sanoat sohalarida keng qo'llanilishi mumkin. Ayniqsa, natriy sitrat asosidagi sintez ekologik jihatdan xavfsiz va tijoratbop usul sifatida e'tiborga loyiqdir.

ADABIYOTLAR.

1. Roto Roto , Hani Prima Rasydta, Adhitasari Suratman, and Nurul Hidayat Aprilita. Effect of Reducing Agents on Physical and Chemical Properties of Silver Nanoparticles. Indones. J. Chem., 2018, 18 (4), 614 - 620

2. Huang H., Yang Y. Preparation of silver nanoparticles in inorganic clay suspensions. Compos. Sci. Technol. 2008;68:2948–2953. doi: 10.1016/j.compscitech.2007.10.003.

ISSN 3030-3907

3. Darroudi M., Ahmad M.B., Zak A.K., Zamiri R., Hakimi M. Fabrication and Characterization of Gelatin Stabilized Silver Nanoparticles under UV-Light. Int. J. Mol. Sci. 2011;12:6346–6356. doi: 10.3390/ijms12096346.
4. M.X.Lutpillayeva, F.F.Hoshimov, O.K.Ergashev. Qishloq xo'jaligida qo'llash uchun nanokumush tutgan o'simlik o'sishini boshqaruvchi innovatsion preparatlar olish –Monografiya, GlobeEdit. 2024 yil. — 244 bet.
5. Lutpillaeva M., Hoshimov F., Synthesis of silver nanoparticlesE3S Web of Conferences, 2024, 486, 05013. doi.org/10.1051/e3sconf/202448605013
6. Lutpillaeva M., Hoshimov F., Kumush nanozarrachalari tutgan tizimlarni sintez qilishda turli qaytaruvchilar va stabilizatorlar roli. O'zbekiston milliy universiteti xabarlari, 2023, [3/1] ISSN 2181-7324. 392-395
7. Lutpillayeva, M., & Hoshimov, F. (2025, July). Study of systems containing silver nanoparticles using ultraviolet–visible spectroscopy method. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3304, No. 1, p. 030022). AIP Publishing LLC.
8. Лутпиллаева, М., Хошимов, Ф., & Мамадрахимов, А. (2024). ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВОССТАНОВИТЕЛЕЙ И СТАБИЛИЗАТОРОВ ДЛЯ СИНТЕЗА СИСТЕМ, СОДЕРЖАЩИХ НАНОЧАСТИЦЫ СЕРЕБРА. Universum: химия и биология, 1(7 (121)), 29-39.
9. Lutpillaeva, M., Xoshimov, F., & Ergashev, O. (2024). Synthesis of silver nanoparticles using various reducing agents and stabilizers. Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology, 9(2), 155-163.

ISSN 3030-3907