

**BIOSINTEZLANGAN AG-ZNO GIBRID TO'LDIRUVCHISINI SAQLOVCHI  
YANGI NATRIY KARBOKSIMETILSELLYULOZA-PPFMA  
NANOKOMPOZITLARINING TERMAL VA BIOLOGIK XUSUSIYATLAR**

**Tozaboyeva Madinabonu Qahramon qizi**

*Ranch universiteti*

*Davolash ishi yo'nalishi talabasi*

[mbonu4060@gmail.com](mailto:mbonu4060@gmail.com)

**Otaniyazova Sarvinoz Javlon qizi**

*Ranch universiteti*

*Davolash ishi yo'nalishi talabasi*

[sarvinozotaniyazova23@gmail.com](mailto:sarvinozotaniyazova23@gmail.com)

**Boltayeva Dinora Shuhrat qizi**

*Ranch universiteti,*

*Davolash ishi yo'nalishi talabasi*

[baltoyevadinora@gmail.com](mailto:baltoyevadinora@gmail.com)

**Rajapova Sojida Karimboy qizi**

*Ranch universiteti o'qituvchisi*

**Annotatsiya.** Ushbu tadqiqotda biomedikal qo'llanmalar uchun mo'ljallangan antimikrobial, antioksidant va antikancer xususiyatlarga ega yangi nanokompozit materiallar ishlab chiqildi. Avval poli(2-okso-2-(pentaftorfenoksi)etil-2-metilprop-2-enoat) (PPFMA) polimeri sintez qilinib, FTIR va NMR usullari yordamida xarakterizatsiya qilindi. So'ngra PPFMA natriy karboksimetilsellyuloza (NaCMC) bilan in-situ gidrotermal usulda aralashtirildi. Aralashmaning moslashuvchanligi FTIR spektrlari va DSC tahlilidan olingan yagona Tg qiymati orqali tasdiqlandi. NaCMC-PPFMA aralashmasining termal va biologik xususiyatlarini yaxshilash maqsadida Prunus spinosa ekstrakti yordamida biosintez qilingan Ag-ZnO nanozarrachalari 3%, 5% va 7% og'irlik nisbatlarida kompozitsiyaga qo'shildi. Olingan nanokompozitlar SEM, EDX, TEM, XRD, FTIR, TGA va DSC usullari bilan o'rganildi. Biologik sinovlar nanokompozitlarning yuqori antimikrobial faollikka ega ekanligini ko'rsatdi. Termal tahlil natijalari Ag-ZnO qo'shilishi natijasida materialning termal barqarorligi 22 °C ga, Tg qiymati esa 9 °C ga oshganini aniqladi. Eng yaxshi yara bitish ko'rsatkichi NaCMC-PPFMA-3% Ag-ZnO namunasi uchun kuzatilib, 24 soatda 91.67% yara yopilishi qayd etildi. Olingan natijalar ushbu nanokompozitlarning bioxavfsiz yara qoplamalari uchun istiqbolli material ekanligini ko'rsatadi.

**Kalit so'zlar:** karboksimetilsellyuloza, metakrilat, termal xususiyatlar, antimikrobial faollik, nanokompozitlar, yara bitish.

## Kirish

Dori-darmonlarga chidamli patogenlarning ko'payishi sog'liqni saqlash uchun jiddiy xavf tug'dirmoqda, bu esa yangi, samarali va ekologik toza antimikrobal vositalarni ishlab chiqishni talab qiladi. Natriy karboksimetilsellyuloza (NaCMC) kabi biopolimerlar o'zlarining biologik moslashuvchanligi tufayli istiqbolli nomzodlardir, ammo ularning mexanik va termal xususiyatlarini yaxshilash kerak. Ushbu muammoni hal qilish uchun polimerlarni noorganik nanozarrachalar bilan aralashtirish samarali yondashuv hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda, yangi sintez qilingan metakrilat asosli polimer (PPFMA) NaCMC biopolimeri bilan aralashtirilib, unga *Prunus spinosa* ekstrakti yordamida biosintezlangan kumush-rux oksidi (Ag-ZnO) gibrid nanozarrachalari qo'shildi. Tadqiqotning asosiy maqsadi – olingan yangi nanokompozitlarning termal barqarorligi, antioksidant, antimikrobal, sitotoksik va yara bitishini tezlashtiruvchi xususiyatlarini kompleks o'rganishdan iborat.

## Material va Metodlar

Ushbu tadqiqotda natriy karboksimetilsellyuloza (NaCMC), pentaftorfenol, xloratsetil xlorid, natriy metakrilat, kumush nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) va rux nitrat geksagidrat xom ashyo sifatida ishlatildi. Ag-ZnO nanozarrachalari *Prunus spinosa* o'simligi ekstraktidan foydalanib, yashil sintez usulida olindi. Yangi poli(2-okso-2-(pentaftorfenoksi)etil-2-metilprop-2-enoat) (PPFMA) polimeri sintez qilindi va NaCMC bilan in-situ/gidrotermal usulda aralashtirildi. Olingan NaCMC-PPFMA aralashmasiga turli og'irlik nisbatlarida (3%, 5% va 7%) Ag-ZnO nanozarrachalari qo'shildi. Materiallarning tuzilishi va xususiyatlari SEM, EDX, TEM, XRD, FTIR, TGA va DSC kabi zamonaviy fizik-kimyoviy tahlil usullari bilan o'rganildi. Biologik xususiyatlarni baholash uchun antioksidant (DPPH, ABTS), antimikrobal (*S. aureus*, *E. coli*, *C. albicans*), sitotoksiklik (A549, G361 hujayra liniyalari) va in vitro yara bitish (scratch wound healing) testlari o'tkazildi.

## Natijalar

FTIR va XRD tahlillari PPFMA polimerining NaCMC matritsasiga muvaffaqiyatli qo'shilganligini va Ag-ZnO nanozarrachalarining kompozit tarkibida mavjudligini tasdiqladi. Termal tahlil natijalari shuni ko'rsatdiki, nanokompozitlarning termal barqarorligi sof aralashmaga nisbatan  $22^\circ\text{C}$  ga, shisha o'tish harorati ( $T_g$ ) esa  $9^\circ\text{C}$  ga oshgan. Biologik testlar natijasida, Ag-ZnO nanozarrachalarining qo'shilishi umumiy oksidant holatini (TOS) 0.72 dan  $10.47 \mu\text{mol H}_2\text{O}_2/\text{L}$  gacha oshirib, antioksidant faolligini (TAS) pasaytirgan. Nanokompozitlar *E. coli*, *S. aureus* va *C. albicans* mikroorganizmlariga qarshi yuqori antimikrobal faollik namoyon etdi. Sitotoksiklik tahlili nanokompozitlarning past konsentratsiyalarda ( $50 \mu\text{g}/\text{mL}$  gacha) biouyg'un ekanligini ko'rsatdi. Eng muhimi, yara bitish testida NaCMC-PPFMA-3% Ag-ZnO namunasi 24 soat ichida 91.67% yara yopilishini ta'minlab, eng yaxshi natijani qayd etdi.

### Muhokama va Xulosa

Olingan natijalar shuni ko'rsatadiki, NaCMC biopolimerini yangi sintez qilingan PPFMA polimeri va biosintezlangan Ag-ZnO nanozarrachalari bilan modifikatsiya qilish uning termal va biologik xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Ag-ZnO nanozarrachalarining qo'shilishi materialning antimikrobial faolligini va yara bitishini tezlashtirish qobiliyatini kuchaytirdi. Termal barqarorlikning oshishi esa uni turli biomedikal qo'llanmalar uchun yanada ishonchli materialga aylantiradi. Past konsentratsiyalarda kuzatilgan yuqori biouyg'unlik uning xavfsizligini tasdiqlaydi. Xulosa qilib aytganda, ushbu tadqiqotda ishlab chiqilgan yangi NaCMC-PPFMA/Ag-ZnO nanokompozitlari, o'zining yaxshilangan termal va biologik xususiyatlari tufayli, ayniqsa yara qoplamalari va boshqa tibbiy vositalarni yaratish uchun istiqbolli va bio-xavfsiz material sifatida baholanishi mumkin.

### FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ling, L.L., Schneider, T., Peoples, A.J., Spoering, A.L., et al. (2015). A new antibiotic kills pathogens without detectable resistance. *Nature*, 517, 455–459. <https://doi.org/10.1038/nature14098>
2. Nia, S.B., Pooresmaeil, M., Namazi, H. (2020). Carboxymethylcellulose/layered double hydroxides bio-nanocomposite hydrogel: A controlled amoxicillin nanocarrier for colonic bacterial infections treatment. *Int. J. Biol. Macromol.*, 155, 1401–1409. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.11.115>
3. Salem, S.S. (2022). Bio-fabrication of selenium nanoparticles using baker's yeast extract and its antimicrobial efficacy on food borne pathogens. *Appl. Biochem. Biotechnol.*, 194, 1898–1910. <https://doi.org/10.1007/s12010-022-03809-8>
4. Morsi, M., Abdelrazek, E., Ramadan, R., Elashmawi, I., Rajeh, A. (2022). Structural, optical, mechanical, and dielectric properties studies of carbo ellulose/polyacrylamide/lithium titanate nanocomposites films. *Polym. Test.*, 114, 107705. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2022.107705>
5. Yadollahi, M., Farhoudian, S., Namazi, H. (2015). One-pot synthesis of antibacterial chitosan/silver bio-nanocomposite hydrogel beads as drug delivery systems. *Int. J. Biol. Macromol.*, 79, 37–43. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2015.04.032>
6. Sivrier, M., Hazman, O., Tillayev, S., Erol, I. (2023). Novel bionanocomposites containing green synthesized silver NPs of a carboxymethyl cellulose-based blend; thermal, optical, biological and dielectric properties. *J. Polym. Environ.*, 31, 3857–3874. <https://doi.org/10.1007/s10924-023-02866-2>
7. Artun, H., Hazman, O., Tillayev, S., Erol, I. (2023). Preparation of nanocomposite based on chitosan-PDCOEMA containing biosynthesized ZnO: biological and thermal

characterization. *Int. J. Biol. Macromol.*, 242, 124753.

<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124753>

8. Das, B., Khan, M.I., Jayabalan, R., Behera, S.K., Yun, S.I., Tripathy, S.K., Mishra, A. (2016). Understanding the antifungal mechanism of Ag@ZnO core-shell nanocomposites against *Candida krusei*. *Sci. Rep.*, 6, 36403.

<https://doi.org/10.1038/srep36403>

9. Le, V.A.T., Trinh, T.X., Chien, P.N., et al. (2022). Evaluation of the performance of a ZnO-nanoparticle-coated hydrocolloid patch in wound healing. *Polymers*, 14, 919.

<https://doi.org/10.3390/polym14050919>

10. Rakhshaei, R., Namazi, H. (2017). A potential bioactive wound dressing based on carboxymethyl cellulose/ZnO impregnated MCM-41 nanocomposite hydrogel. *Mater. Sci. Eng. C*, 73, 456–464. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2016.12.097>

