ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 4

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 4

ISSN 3030 -3907

Ilmiy jurnal OAK rayosatining 2024 yil 27 sentabrdagi 361-son qaroriga asosan 02.00.00 kimyo fanlari hamda 2025 yil 12 fevral 367- son qaroriga asosan 05.00.00 texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) va fan doktori (DSc) ilmiy darajasiga talabgorlarning dissertatsiya ishlari yuzasidan dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan milliy ilmiy nashrlar ro‘yxatiga kiritilgan.

BOSH MUHARRIR:
Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li – texnika fanlari falsafa doktori (PhD),Dotsent.
TAHRIRIYAT KENGASH RAISI:
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich – texnika fanlari doktori, professor
TAHRIRIYAT KENGASH A’ZOLARI

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Axmedov Voxid Nizomovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Umarov Baqo Bafoyevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Kodirov Abduaxad Abduraximovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Qurbonov Mingniqul Jumagulovich
Qarshi davlat Universiteti, dotsent
Turemuratov Sharibay Naurizbaevich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Qoraqalpog‘iston bo‘limi Bosh ilmiy kotibi, professor
Tursunov Kaxor Shonazarovich
Qarshi davlat Universiteti, professor
Do‘stov Hamro
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Panoyev Nodir Shavkatovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Olimov Bobur Bahodir o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Kasimov Sherzod Abduazimovich
Termiz Davlat Universiteti, professor.
Aliqulov Rustam Valiyevich
Termiz Davlat Universiteti, professor
Tropov Xamza Tursunovich
Samarqand Davlat Universiteti, professor

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Nizamov Aslitdin Badreddinovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Boboyev Akmal Choriyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Ergashxojayeva Shaxnoza Djasurovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Saidaxmedova Nodira Ilxomovna
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, professor
Muxsinov Bekzod Toxirovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shakarov Qulmat Ashirovich
Renessans ta'lim universiteti,dotsent.
Jumaeva Zulfiya Qayumovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Norova Salomat Yusupovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Avezova Shaxnoza Maxmudjonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Jalilov Jamshid G‘anijonovich
Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti, dotsent
Xasanova Gulruh Djumanazarovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.
To‘raqulova Marjona Qiyom qizi
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Muradova Zarina Rashidovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Sanjar Aslonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Shodiyev Jahongir Jo‘raqulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent
Gaffarov Laziz Hasanovich
Buxoro muhandislik – texnologiya instituti, dotsent.

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

Development of science ilmiy jurnali 2024 yil 15 aprel kuni №256445 sonli guvohnoma bilan Davlat ro‘yxatidan o‘tgan.

To‘plam elektron ko‘rinishda (pdf formatida) mualliflarga taqdim etiladi. To‘plamga kiritiladigan maqolalarning mazmuni, ulardagi statistik ma’lumotlar va me’yoriy hujjatlarning to‘g‘riligiga hamda har qanday fikr - mulohazalarga mualliflarning o‘zlari mas’ul hisoblanadilar. Talablarga javob bermaydigan maqolalar to‘plamga kiritilmaydi. Tashkiliy qo‘mita maqola matnini qisqartirish, qisman tuzatish kiritish, seksiyalarga joylashtirish huquqiga ega.

ISSN 3030-3907

ZNO NANOPARTIKULLARI O‘Z ICHIGA OLGAN ANTIMIKROBIAL TO‘QIMACHILIK SIRTINING SINTEZI, MODIFIKATSIYASI VA XARAKTERIZATSIYASI

S.E.Xurramova

Toshkent tibbiyot akademiyasi Termiz filiali assistent o‘qituvchisi

E-mail: sxurramova88@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda to‘qimachilik sirtiga antibiotiklarga chidamli bakteriyalarga qarshi faol bo‘lgan nanopartikullarni o‘z ichiga olgan yangi antimikrobial qoplama sol–gel metodologiyasi yordamida modifikatsiya qilindi. Ultrasonik nurlanish quvvati (40 dan 90 kHz gacha), reagentlar kontsentratsiyasi (nanopartikullar, prekursor va kislotalar) hamda vaqt (15 dan 72 minutgacha) qoplamalarning tuzilishi, morfologiyasi va antimikrobial faolligi bilan bog‘liq holda o‘rganildi. Sonokatalitik samaradorlik va natijada hosil bo‘lgan modifikatsiyaning tuzilishi o‘rtasidagi bog‘liqlik turli texnikalar, masalan FTIR spektroskopiyasi, EDX detektori bilan skanerlash elektron mikroskopiyasi (SEM-EDX), yupqa qatlamli xromatografiya (TLC) yordamida aniqlanib, tanlab olingan model mikroorganizmlarda antimikrobial ta’siri o‘lchandi. Ultrasonik nurlanish quvvati va vaqtning oshishi bilan ZnO nanopartikullari bilan qoplamaning namunalar ustidagi qatlamlarining bir xilligi oshdi. Ultrasonik nurlanish nafaqat namunalar tuzilishi va morfologiyasini birlashtirdi, balki nanopartikullarning aglomeratsiyasining oldini ham oldi. Bundan tashqari, optimal sharoitlarda, S. aureus va E. coli bakteriyalariga qarshi samarali ZnO nanopartikullari bilan antimikrobial qoplama tayyorlandi. Time-kill metodologiyasi natijalari 6 soatdan keyin antimikrobial faollikka ega sellyuloza polimerining a’lo natijalarini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: nanopartikullar; qoplama; antibakterial chidamlilik; antimikrobial faollik; ZnO; optimizatsiya

Abstract. In this study, a novel antimicrobial coating containing nanoparticles active against antibiotic-resistant bacteria was developed on textile surfaces using the sol–gel methodology. The effects of ultrasonic irradiation power (40–90 kHz), reagent concentrations (nanoparticles, precursors, and acids), and processing time (15–72 minutes) on the structure, morphology, and antimicrobial activity of the coatings were investigated. The relationship between sonocatalytic efficiency and the resulting modification structure was analyzed using various techniques such as FTIR spectroscopy, scanning electron microscopy with EDX detector (SEM-EDX), and thin-layer chromatography (TLC), and the antimicrobial effect was evaluated on selected model microorganisms. It was found that increasing ultrasonic irradiation power and time improved the uniformity of ZnO nanoparticle

ISSN 3030-3907

coatings on the sample surfaces. Ultrasonic treatment not only enhanced the structural and morphological uniformity of the samples but also prevented nanoparticle agglomeration. Furthermore, under optimal conditions, an effective antimicrobial coating with ZnO nanoparticles was produced against *S. aureus* and *E. coli*. Time-kill methodology results demonstrated excellent antimicrobial performance of the cellulose-based polymer after 6 hours.

Keywords: nanoparticles; coating; antibacterial resistance; antimicrobial activity; ZnO; optimization.

Аннотация. В данном исследовании текстильная поверхность была модифицирована с использованием сол-гель-методологии для создания нового антимикробного покрытия, содержащего наночастицы, активные против устойчивых к антибиотикам бактерий. Изучалась мощность ультразвукового излучения (от 40 до 90 кГц), концентрация реагентов (наночастиц, предшественников и кислот) и время (от 15 до 72 минут) в зависимости от структуры, морфологии и антимикробной активности покрытий. Взаимосвязь между сонокаталитической эффективностью и структурой результирующей модификации была обнаружена с помощью различных методов, таких как FTIR-спектроскопия, сканирующая электронная микроскопия с детектором EDX (sem-edX), тонкослойная хроматография (TLC) и измерено антимикробное действие на выбранные модельные микроорганизмы. С увеличением мощности и времени ультразвукового облучения однородность слоев покрытия с наночастицами ZnO на образцах увеличивалась. Ультразвуковое облучение не только консолидировало структуру и морфологию образцов, но и предотвратило агломерацию наночастиц. Более того, в оптимальных условиях S. aureus и E. было получено антимикробное покрытие с наночастицами ZnO, эффективное против бактерий coli. Результаты методики Time-Kill показали отличные результаты применения целлюлозного полимера с антимикробной активностью через 6 часов.

Ключевые слова: наночастицы; покрытие; антибактериальная стойкость; антимикробная активность; ZnO; оптимизация

KIRISH.

Ba’zi taxminlarga ko‘ra, 2050-yilga kelib antibiotiklarga chidamli bakteriyalar sababli yuzaga keladigan infeksiyalar tufayli o‘lim holatlari saraton kasalligidan ko‘proq bo‘lishi mumkin. Yevropada har yili 25,000 dan ortiq odam antibiotiklarga chidamli mikroorganizmlar tufayli vafot etadi va bu muammo evro miqyosida 1,5 milliarddan ortiq xarajatlarni keltirib chiqaradi. Ayniqsa xavfli infeksiyalar qatoriga “super-bakteriya” deb nomlangan metitsillin- chidamli

ISSN 3030-3907

Staphylococcus aureus (MRSA) kiradi. Ushbu bakteriya penamlar va sefalosporinlar kabi keng doirali β-laktam antibiotiklariga qarshi chidamliligi tufayli tobora qiyin nazorat qilinadi. Staphylococcus aureus gram-musbat bakteriyalar oilasiga mansub dumaloq shakldagi mikroorganizmdir va dunyodagi eng muhim patogenlardan biridir. Bu infeksiya har 100,000 aholiga nisbatan yillik 20 dan 50 gacha holatda uchraydi, va ularning 10–30% hollari o‘lim bilan yakunlanadi. Bu ko‘rsatkich O‘zlashtirilgan immun tanqisligi sindromi (OITS), sil va virusli gepatitlarning o‘limlari yig‘indisidan oshib ketadi.

Metall oksid nanopartikullar juda yaxshi antimikrobial, suvga chidamli va himoyalovchi xususiyatlarga ega. Ularning orasida ZnO nanopartikullari eng muhim antimikrobial reagentlardan biridir.

Shuning uchun, ZnO nanopartikullar bilan qoplangan sellyuloza materiallari turli himoya materiallarida qo‘llaniladi. ZnO nanopartikullarining ajoyib antimikrobial faolligi butun dunyoda katta qiziqish uyg‘otmoqda, buning sababi nanopartikullarning o‘lchamlari mikroorganizmlarning o‘lchamlaridan ancha kichik bo‘lishidir. So‘nggi tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, nanoskopik ZnO nafaqat bakteriya yuzalari bilan, balki u hujayra membranasidan o‘tib kirgach, bakteriya hujayralari bilan ham o‘zaro ta’sir qiladi. ZnO nanopartikullari turli mikroorganizmlarga, shu jumladan gram-musbat va gram-manfiy bakteriyalar, shuningdek yuqori harorat va bosimga chidamli sporalarga qarshi antimikrobial faollik ko‘rsatdi.

ZnO nanopartikullari sezilarli antimikrobial ta’siriga qaramay, inson hujayralari uchun zararli emasligi aniqlangan. Padmavathy va Vijayaraghavan tadqiqotlarida ularning inson hujayralari bilan biokompatibiligi tasdiqlangan. ZnO ning xavfsizligi va inson terisi bilan mosligi uni inson tanasiga ta’sir qiladigan mato va yuzalar uchun mos qo‘shimcha modda qiladi. Bu esa ularni keng qamrovli antimikrobial agentlarga aylantiradi va ularni chuqur o‘rganish lozim.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA.

Hozirgi paytda bunday tadqiqotlar davom etmoqda. Ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan bildirildiki, ZnO nanopartikullari keng spektrdagi bakteriya turlariga qarshi faoliyat ko‘rsatadi. Padmavathy va Vijayaraghavan ZnO nanopartikullarining turli o‘lchamdagi zarrachalari bilan antibakterial faollikni o‘rgandilar va zarracha o‘lchami kichraygani sayin ZnO ning antibakterial samaradorligi oshishini aniqladilar. Ushbu tadqiqotda, gram-manfiy bakteriyalar ZnO nanopartikullariga nisbatan gram-musbat bakteriyalarga qaraganda ko‘proq chidamli ekanligi ko‘rsatildi, va ZnO nanopartikullarining antibakterial faolligi zarracha o‘lchami kichrayishi va chang kontsentratsiyasi oshishi bilan oshdi. Bundan tashqari, ZnO nanopartikullarining antibakterial ta’siri vaqtga bog‘liq edi.

ISSN 3030-3907

ZnO nanopartikullari faqat antimikrobial agent sifatida emas, balki o‘zining noyob optik, kimyoviy sezgirlik, yarimo‘tkazuvchi, elektr o‘tkazuvchanlik va piezoelektrik xususiyatlari bilan ham ajralib turadi, shuningdek, yuqori katalitik va fotokimyoviy faolliklarga ega. ZnO UVA va UVB sohalarida (mos ravishda 315–400 nm va 280–315 nm) yuqori optik so‘rilishga ega bo‘lib, himoya kiyimlari, kosmetika va antibakterial reaksiyalarda UV himoyachisi sifatida ishlatiladi.

Hozirgi paytda himoya va tibbiy antibakterial mato bozori yuqori narxlari tufayli cheklangan. Shuning uchun antibakterial materiallarni ishlab chiqarish uchun innovatsion texnologiyalar o‘rganilmoqda. Hozircha, ishlab chiqilgan usullar murakkabligi va mahsulotlarning yuqori narxlari sababli keng miqyosda qo‘llanilmayapti. Biroq, ultratovush nurlanishi mato materiallarini modifikatsiya qilish jarayonida antibakterial zarrachalarni qo‘llashda muhim bosqich hisoblanadi.

Nanomateriallarning toksik ta’siri zarrachalarning tarkibi, o‘lchami va shakliga bog‘liq. Nanopartikullarning asosiy toksiklik mexanizmi oksidlovchi moddalardan kelib chiqadi, ular oqsillar va DNKga zarar yetkazadi, shuningdek, hujayralarning katalitik xususiyatlari, optik xususiyatlari va elektr o‘tkazuvchanligiga ta’sir qiladi. Tadqiqotlariga ko‘ra, nanopartikullarning toksikligini o‘rganishda katalaza, glutatyon va superoksid dismutaza oksidlovchi stressga qarshi mudofaa tizimi bilan bog‘langan. Sellyuloza materiallarini turli nanopartikullar qatlamlarini qo‘llash orqali funksional qilish mumkin. ZnO nanostrukturalari bilan matolarni funksional qilish, yirtilishga chidamli mustahkam matolar ishlab chiqarish, antibakterial, UV-bloklovchi va boshqa qiziqarli matolar yaratishni ta’minlaydi. Antibakterial xususiyatlardan tashqari, ZnO yordamida hidga qarshi, o‘zini tozalovchi va tibbiy matolar ham ishlab chiqariladi. Funksionalizatsiya turli modifikatsiyalar orqali amalga oshiriladi va sol-gel jarayoni ularning muhim qismi bo‘lib, oddiy, amaliy va xarajat jihatdan samarali yondashuv hisoblanadi. Bundan tashqari, u katta namunalar yuzasida homogjen qatlam hosil qilishni, reaksiyaning kinetikasini oson nazorat qilishni, past sinterlash haroratlarini va boshqa afzalliklarni ta’minlaydi. Sol-gel jarayonining eng muhim afzalligi shundaki, u yumshoq va past haroratda (100°C dan past) homogjen, yagona va tekis qoplamani olish imkonini beradi, shuningdek, moslashuvchanligi va katta yuzalarni modifikatsiya qilish imkoniyatiga ega.

NATIJALAR.

Spektroskopik, Xromatografik va Mikroskopik Tadqiqotlar

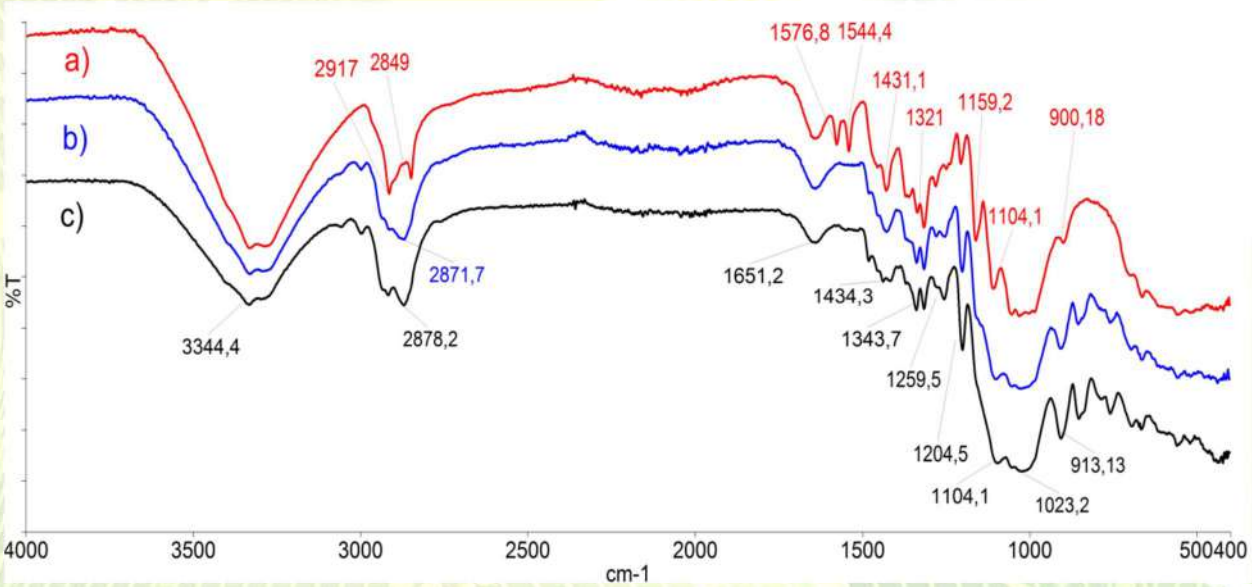
Ushbu tadqiqotda SEM-EDX va FTIR spektroskopik metodlari selluloza materiallarini modifikatsiyalash sifatini antibakterial sinovdan oldin tekshirish uchun ishlatildi. SEM-EDX metodologiyasi namunalar morfologiyasi va yuzaning

ISSN 3030-3907

kimyoviy tarkibini tez va oson, shikastlanmasdan tekshirish imkonini berdi. Namunalar 80× kattalashtirishda kuzatildi va oldindan Au/Pd qoplamasi bilan qoplanildi (1-rasm). Antibakterial sinov uchun selluloza modifikatsiyasida ishlatilgan kolloid barqaror ZnO nanopartikullarining o‘lchami va taqsimoti Nanoparticle Tracking Analyzer (Nanosight) yordamida o‘rganildi. Barcha nanopartikullar 100–120 nm oralig‘ida edi.

Rux (sink) thin-layer xromatografiyada RF qiymati 0.16 ostida aniqlanib, Alisarin S reagent yordamida pushti rangda ko‘rinadi.

Ikkinchi bosqichda namunalarning Fourier-transform infraqizil spektroskopiyasi (Spectrum 100 FTIR, Perkin Elmer, Waltham, MA) yordamida o‘rganilishi amalga oshirildi. Ushbu usul KBr va Attenuated Total Reflectance (ATR) texnikalarini qo‘llab, selluloza materiallarini qattiq holatda spektrlash imkonini beradi (1-rasm). FTIR usuli turli qattiq namunalarning, jumladan nanopartikullar bilan modifikatsiyalangan va modifikatsiyalanmagan selluloza namunalarining o‘rganilishi uchun juda yaxshi texnikadir.



1-rasm. ZnO nanopartikullari bilan modifikatsiyadan oldin va keyingi selluloza namunalarining Fourier-transform infraqizil spektrlari:

(a) Qizil chiziq: modifikatsiyadan oldingi selluloza namunasi uchun FTIR-ATR spektri,

(b) Moviy chiziq: 3-glicidiloksipropiltrimetoksisilan (GLYMO) bilan modifikatsiyadan keyingi selluloza namunasi uchun FTIR-ATR spektri,

(c) Qora chiziq: Design of Experiment dasturi yordamida hisoblangan optimal modifikatsiya parametrlariga ko‘ra ZnO nanopartikullari va GLYMO bilan modifikatsiyalangan selluloza namunasi uchun FTIR-ATR spektri.

Uchta moviy doira epoksi guruhlarning ~905 va 911 sm^{-1} atrofidagi sohalarini ko‘rsatadi, 1100 sm^{-1} atrofidagi hudud Si–O guruhlari bilan bog‘liq

ISSN 3030-3907

(ayniqsa Si–O–C va Si–O–Si ko‘priklari), va GLYMO prekursoridagi metoksil guruhlarning ~2870 sm^{-1} da konversiyasi aniqlangan.

1-rasmdan ko‘rinib turibdiki, sol-gel modifikatsiyasidan oldin va keyin olingan namunalar chiziqlari sezilarli farqlarga ega: epoksi guruhlar taxminan ~905 va 911 sm^{-1} atrofida aniqlangan, ~1100 sm^{-1} atrofidagi soha esa Si–O guruhlari (xususan Si–O–C va Si–O–Si ko‘priklari) bilan bog‘liq, GLYMO prekursoridagi metoksi guruhlarining aylanishi esa ~2870 sm^{-1} da aniqlangan. GLYMO tarkibidagi epoksi guruhlar faqat asosiy amin va silanol bilan reaksiyaga kirishadi.

Gidroksilanish va tarmoqlanish (crosslinking) jarayonlari kuzatilib, optimallashtirildi, bu orqali eng samarali antimikrobial qoplamani tayyorlash uchun qulay sharoitlar aniqlanishi maqsad qilingan. Tatbiq etish xossalarini yaxshilash uchun, GLYMO gidrolizining shartlarini va boshqa parametrlarni o‘zgartirish orqali gibrid moddadagi noorganik fazaning morfologiyasi nazorat qilindi. Ma’lumki, GLYMO gidrolizi natijasida hosil bo‘lgan gibridlar kislotali gidroliz sharoitida yaxshiroq mexanik xossalarga ega bo‘ladi, natijada juda bir hil (homogen) gibrid struktura hosil bo‘ladi. Shu sababli ushbu tadqiqotda HCl (xlorid kislotasi) qo‘llanildi.

Bundan tashqari, xlorid kislotasining mavjudligi gidroliz jarayoniga katalizator sifatida xizmat qiladi va bu gibridlarning termal (issiqlikka chidamli) barqarorligini pasaytiradi. GLYMO gidroliz va kondensatsiya reaksiyalarida ishtirok etadi, bu jarayonlarda alkoksid guruhlari va epoksi halqalar ochiladi. Shuning uchun, bu material organik va noorganik fazalar orasida kovalent bog‘lanishlarga ega gibrid materiallar yaratish uchun yaxshi boshlang‘ich nuqta hisoblanadi.

XULOSA.

Ushbu tadqiqotda ZnO nanopartikullari sol-gel jarayoni yordamida sellyuloza yuzasiga kimyoviy bog‘landi va antibakterial funktsional material yaratiladi. ZnO nanopartikullari past harorat va atmosfer bosimida samarali qo‘llanildi va homogjen qoplama hosil qilindi. Uzoq davom etgan sonikatsiya va kuchli ultratovush nurlanishi sellyuloza materialiga nanopartikullarni kamroq samarali yuklanishiga olib keladi. Bu ultratovush nurlanishining homogjen, antibakterial va samarali sirt hosil qilishda muhim parametr ekanligini tasdiqlaydi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. World Health Organization. Antimicrobial Resistance Global Report on Surveillance 2014. Available online: https//www.who.int/drugresistance/documents/surveillancereport/en/ (accessed on 1 January 2020).

ISSN 3030-3907

2. Van Hal, S.J.; Jensen, S.O.; Vaska, V.L.; Espedido, B.A.; Paterson, D.L.; Gosbell, I.B. Predictors of mortality in Staphylococcus aureus Bacteremia. Clin. Microbiol. Rev. 2012, 25, 362–386. [CrossRef] [PubMed]
3. Seil, J.T.; Webster, T.J. Antimicrobial applications of nanotechnology methods and literature. Int. J. Nanomed. 2012, 7, 2767–2781.
4. Azam, A.; Ahmed, A.S.; Oves, M.; Khan, M.S.; Habib, S.S.; Memic, A. Antimicrobial activity of metal oxide nanoparticles against Gram-positive and Gram-negative bacteria a comparative study. Int. J. Nanomed. 2011, 7, 6003–6009. [CrossRef] [PubMed]
5. Padmavathy, N.; Vijayaraghavan, R. Enhanced bioactivity of ZnO nanoparticles-an antimicrobial study. Sci. Technol. Adv. Mater. 2008, 9, 035004. [CrossRef]
6. Saraf, R. Cost e_ective and monodispersed zinc oxide nanoparticles synthesis. Int. J. Adv. Appl. Sci. 2013, 2, 85–88.
7. Liu, Q.; Zhang, M.; Fang Zx Rong, X.H. E_ect of homogenization and ultrasonication on the physical properties of insoluble wheat bran fibres. J. Sci. Food Agric. 2014, 94, 2547–2554. [CrossRef]
8. Beyth, N.; Houri-Haddad, Y.; Domb, A.; Khan, W.; Hazan, R. Alternative Antimicrobial Approach Nano-Antimicrobial Materials. Complement. Altern. Med. 2015, 2015, 246012. [CrossRef]
9. Dizaj, S.M.; Lotpoura, F.; Barzegar-Jalali, M.; Zarrintana, M.H.; Adibkiab, K. Antimicrobial activity of the metals and metal oxide nanoparticles. Mater. Sci. Eng. C 2014, 44, 278–284. [CrossRef]
10. Emami-Karvani, Z.; Chehrazi, P. Antibacterial activity of ZnO nanoparticle on gram-positive bacteria. Afr. J. Microbiol. Res. 2011, 5, 1368–1373.
11. Rasmussen, J.W.; Martinez, E.; Louka, P.;Wingett, D.G. Zinc oxide nanoparticles for selective destruction of tumor cells and potential for drug delivery applications. Expert Opin. Drug Deliv. 2010, 7, 1063–1077. [CrossRef]
12. Brayner, R.; Ferrari-Iliou, R.; Brivois, N.; Djediat, S.; Benedetti, M.F.; Fievet, F. Toxicological impact studies based on Escherichia coli bacteria in ultrafine ZnO nanoparticles colloidal medium. Nano Lett. 2006, 6, 866–870. [CrossRef] [PubMed]
13. Jones, N.; Ray, B.; Ranjit, K.T.; Manna, A.C. Antibacterial activity of ZnO nanoparticle suspensions on a broad spectrum of microorganisms. FEMS Microbiol. Lett. 2008, 279, 71–76. [CrossRef] [PubMed]
14. Jalal, R.; Goharshadi, E.K.; Abareshi, M.; Moosavi, M.; Yousefi, A.; Nancarrow, P. ZnO nanofluids: Green synthesis, characterization. Mater. Chem. Phys. 2008, 121, 198–201. [CrossRef]

ISSN 3030-3907

15. Raghupathi, K.R.; Koodali, R.T.; Manna, A.C. Size-dependent bacterial growth inhibition and mechanism of antibacterial activity of zinc oxide nanoparticles. Langmuir 2011, 27, 4020–4028. [CrossRef]
16. Xie, Y.; He, Y.; Irwin, P.L.; Jin, T.; Shi, X. Combined Fluxomics and Transcriptomics Analysis of Glucose Catabolism via a Partially Cyclic Pentose Phosphate Pathway in Gluconobacter oxydans 621H. Appl. Environ. Microbiol. 2011, 77, 2325–2331. [CrossRef] Polymers 2020, 12, 1210 14 of 15
17. Fan, Z.; Lu, J.G. Zinc oxide nanostructures: Synthesis and properties. J. Nanosci. Nanotechnol. 2005, 5, 1561–1573. [CrossRef]
18. Song, Z.; Kelf, T.A.; Sanchez, W.H.; Roberts, M.S.; Ricka, J.; Frenz, M.; Zvyagin, A.V. Characterization of optical properties of ZnO nanoparticles for quantitative imaging of transdermal transport. Biomed. Opt. Express 2011, 2, 3321–3333. [CrossRef]
19. Abramova, A.V.; Abramova, V.O.; Bayazitova, V.M.; Voitova, Y.; Straumal, E.A.; Lermontov, S.A.; Cherdyntseva, T.A.; Braeutigam, P.; Weiße, M.; Günther, K. A sol-gel method for applying nanosized antibacterial particles to the surfaceof textile materials in an ultrasonic field. Ultrason. Sonochem. 2020, 60,104788. [CrossRef] Akhavan, F.; Majid Montazer, S. In situ sonosynthesis of nano TiO2 on cotton fabric. Ultrason. Sonochem. 2014, 21, 681–691. [CrossRef].

ISSN 3030-3907