ISNN 3030-3907

2026
MAY
ISSUE - 5
VOLUME - 5

DEVELOPMENT OF SCIENCE

scientific journal



Development of science

Ilmiy jurnal

MAY 2026
Issue - 5, VOLUME - 5

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.

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

ДИАЛДЕГИДКАРБОКСИМЕТИЛЦЕЛЛЮЛОЗА/СЕРИЦИН АСОСИДАГИ БИОПОЛИМЕР МАТРИЦАДА КУМУШ НАНОЗАРРАЛАРИНИНГ СИНТЕЗИ

Йўлдошов Ш.А.
Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Полимерлар кимёси ва физикаси институти, 100128, Тошкент ш., А. Қодирий кўч., 7б, Ўзбекистон
Юнусов Ҳ.Э.
Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Полимерлар кимёси ва физикаси институти, 100128, Тошкент ш., А. Қодирий кўч., 7б, Ўзбекистон
Шарибов И.И.
Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Полимерлар кимёси ва физикаси институти, 100128, Тошкент ш., А. Қодирий кўч., 7б, Ўзбекистон
E-mail: sharibovimomjon@gmail.com
Ғойибназаров И.Ш.
Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Полимерлар кимёси ва физикаси институти, 100128, Тошкент ш., А. Қодирий кўч., 7б, Ўзбекистон
Норбоева Ж.С.
Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Полимерлар кимёси ва физикаси институти, 100128, Тошкент ш., А. Қодирий кўч., 7б, Ўзбекистон
Саримсаков А.А.
Ўзбекистон Республикаси Фанлар Академияси Полимерлар кимёси ва физикаси институти, 100128, Тошкент ш., А. Қодирий кўч., 7б, Ўзбекистон
E-mail: sherzodbek_y@mail.ru
E-mail: polymer@academy.uz

Аннотация. Ушбу тадқиқотда диалдегидкарбоксиметилцеллюлоза (ДКМЦ) ва ипак серицини асосида пайванд сополимер матрицасида кумуш нанозарраларини (Ag НЗ) шакллантириш жараёни ўрганилди. ДКМЦ таркибидаги альдегид гуруҳлари ва серициннинг амин гуруҳлари ўртасида Шифф асослари ҳосил бўлиши натижасида барқарор биополимер тармоқ ҳосил қилинди, бу эса нанозарраларни бир вақтнинг ўзида редукция қилиш ва стабилизациялаш имконини берди. Кумуш ионларининг фотонурлантириш таъсирида металл шаклига ўтиши ва полимер матрица билан ўзаро таъсир механизми комплекс равишда таҳлил қилинди. Ҳосил

ISSN 3030-3907

бўлган нанокомпозитларнинг тузилиши ва морфологияси ИҚ-Фурье, УБ-спектроскопия усуллари орқали тавсифланди. Тадқиқот натижаларига кўра, 30–90 нм ўлчамдаги сферик ва игнасимон шаклга эга бўлган барқарор кумуш нанозарралари полимер матрицада бир текис тақсимланган ҳолда ҳосил бўлиши аниқланди. Олинган натижалар ДКМЦ/серицин асосидаги биополимер тизимларни функционал нанокомпозитлар сифатида қўллаш, хусусан, антимикроб материаллар яратишда катта истиқболга эга эканлигини кўрсатади.

Калит сўзлар: диалдегидкарбоксиметилцеллюлоза, серицин, пайванд сополимер, кумуш нанозарралари, Шифф асослари, биополимер матрица, нанокомпозит, фотокимёвий редукция, антимикроб материаллар.

Abstract. In this study, the formation of silver nanoparticles (Ag NPs) within a graft copolymer matrix based on dialdehyde carboxymethyl cellulose (DACMC) and silk sericin was investigated. The formation of Schiff bases between the aldehyde groups of DACMC and the amino groups of sericin resulted in the development of a stable biopolymer network, which enabled the simultaneous reduction and stabilization of nanoparticles. The mechanism of the photochemical reduction of silver ions into their metallic form and their interaction with the polymer matrix was comprehensively analyzed. The structure and morphology of the obtained nanocomposites were characterized using Fourier-transform infrared (FTIR) and UV–Vis spectroscopy methods. According to the results, stable silver nanoparticles with spherical and needle-like morphologies, ranging in size from 30 to 90 nm, were uniformly distributed within the polymer matrix. The findings demonstrate that DACMC/sericin-based biopolymer systems possess significant potential for application as functional nanocomposites, particularly in the development of antimicrobial materials.

Keywords: dialdehyde carboxymethyl cellulose, sericin, graft copolymer, silver nanoparticles, Schiff bases, biopolymer matrix, nanocomposite, photochemical reduction, antimicrobial materials.

Аннотация. В данном исследовании изучен процесс формирования серебряных наночастиц (Ag НЧ) в матрице привитого сополимера на основе диальдегидкарбоксиметилцеллюлозы (ДАКМЦ) и шелкового серицина. В результате образования оснований Шиффа между альдегидными группами ДАКМЦ и аминогруппами серицина формируется устойчивая биополимерная сеть, обеспечивающая одновременную редукцию и стабилизацию наночастиц. Механизм фотохимического восстановления ионов серебра до металлического состояния, а также их взаимодействие с полимерной матрицей были всесторонне проанализированы. Структура и морфология полученных нанокомпозитов охарактеризованы с

ISSN 3030-3907

использованием методов ИК-Фурье и УФ-видимой спектроскопии. Согласно результатам исследования, установлено, что стабильные серебряные наночастицы сферической и игольчатой формы размером 30–90 нм равномерно распределены в полимерной матрице. Полученные результаты свидетельствуют о высоком потенциале биополимерных систем на основе ДАКМЦ/серицин для применения в качестве функциональных нанокомпозитов, в частности, при разработке антимикробных материалов.

Ключевые слова: диальдегидкарбоксиметилцеллюлоза, серицин, привитой сополимер, серебряные наночастицы, основания Шиффа, биополимерная матрица, нанокомпозит, фотохимическая редукция, антимикробные материалы.

КИРИШ.

Сўнгги йилларда барқарор, биопарчаланувчи ва биомос материалларга бўлган талабнинг кескин ортиши табиий полимерлар, айниқса полисахаридлар ва оқсиллар асосида функционал материаллар яратишга бўлган қизиқишни сезиларли даражада кучайтирди [1–3]. Целлюлоза ва унинг ҳосилалари, жумладан натрий карбоксиметилцеллюлоза (NaКМЦ), юқори гидрофиллиги, биомослиги ва кимёвий модификацияга мойиллиги туфайли турли илмий ва амалий соҳаларда кенг қўлланилмоқда [4–7]. Шу билан бирга, целлюлоза ҳосилаларини функционаллаштириш орқали уларнинг реакцион қобилиятини ошириш ва янги композит тизимлар яратиш имкониятлари кенгаймоқда [8–9].

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ. NaКМЦ ни оксидлаш орқали диалдегидкарбоксиметилцеллюлоза (ДКМЦ) ҳосил қилиш целлюлоза занжирига юқори реакцион фаол альдегид гуруҳларини киритиш имконини беради [10–12]. Бу эса ДКМЦ ни оқсиллар ва амин гуруҳлари сақловчи биополимерлар билан Шифф асослари орқали кимёвий пайванд сополимерлар ҳосил қилишда самарали матрицага айлантиради [13–15]. Хусусан, ДКМЦ асосидаги гидрогеллар ва композитлар юқори механик барқарорлик, биомослик ва функционал хоссаларга эга эканлиги кўплаб тадқиқотларда кўрсатилган [16–17].

Сўнгги йилларда ипак серицини табиий оқсил сифатида катта эътиборга эга бўлмоқда. Унинг биологик фаоллиги, жумладан антиоксидант, антимикроб ва регенератив хоссалари тиббиёт ва биоматериаллар соҳасида кенг қўлланилиш имкониятларини очиб бермоқда [18–19]. Бироқ серициннинг паст механик барқарорлиги, юқори гидрофиллиги ва полидисперслиги унинг мустақил ҳолда қўлланилишини чеклайди [20–22]. Шу сабабли, серицинни полисахаридлар билан кимёвий

ISSN 3030-3907

пайвандлаш орқали барқарор ва функционал биополимер тизимлар яратиш муҳим илмий вазифалардан бири ҳисобланади [28–30].

Биополимер матрицалар асосида металл нанозарраларини шакллантириш сўнгги йилларда нанотехнология ва биомедицина соҳаларида жадал ривожланаётган йўналишлардан биридир [23–24]. Айниқса, кумуш нанозарралари юқори антимикроб, бактерицид ва фунгицид хоссалари туфайли тиббиёт, фармацевтика ва озиқ-овқат саноатида кенг қўлланилмоқда [25–26]. Анъанавий кимёвий синтез усуллари кўп ҳолларда токсик реагентлар ва стабилизаторларни талаб қилади, бу эса экологик ва биологик хавфсизлик нуқтаи назаридан чекловлар келтириб чиқаради [27].

Шунга қарамай, диалдегидкарбоксиметилцеллюлоза ва серицин асосидаги пайванд сополимер матрицаларда кумуш нанозарраларини шакллантириш, уларнинг ҳосил бўлиш механизми, морфологияси ва барқарорлигига таъсир этувчи омиллар етарли даражада ўрганилмаган. Хусусан, альдегид-амин ўзаро таъсирлари орқали ҳосил бўлган тармоқ структурасининг нанозарраларнинг ўлчами ва тақсимотига таъсири бўйича маълумотлар чекланган.

Шунинг учун ушбу ишнинг мақсади диалдегидкарбоксиметилцеллюлоза ва серицин асосида пайванд сополимер синтез қилиш ҳамда ушбу биополимер матрицасида кумуш нанозарраларини шакллантириш жараёнини ўрганишдан иборат. Бунда нанозарраларнинг шаклланиш механизми, морфологияси, ўлчами ва барқарорлигига полимер матрицанинг таъсири спектроскопик ва микроскопик усуллар ёрдамида таҳлил қилинди.

ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ.

Материаллар

Тадқиқотларда “Promxim Impex” МЧЖ (Ўзбекистон)да ишлаб чиқарилган Asdacell HV маркали Na-КМЦдан олинган оксидланиш даражаси 82 %, молекуляр массаси 141 кДа бўлган ДКМЦ, ипак саноати толали чиқиндиларидан олинган серицин, кумуш нитрат ($AgNO_3$) тузидан (Sigma Aldrich) фойдаланилди.

2.1 Диалдегид карбоксиметилцеллюлозанинг олиниши

1 г Na-KMS 30 мл сувда механик аралаштиргич ёрдамида эритилади. Ҳосил бўлган эритмага 10% $NaJO_4$ эритмасидан қўшилади. Эритманинг pH=3,5 бўлгунча 1 M HCl эритмасидан томчилатиб қўшилади. Оксидланиш реаксияси нур интенсивлиги 70 Вт қувватда (10%) ўта юқори частотали (ЎЮЧ) нурлар таъсирида ҳар 2 дақиқада совутилган ҳолда 10 дақиқа давомида олиб борилади. Оксидлаш реакциясининг ҳарорати 35^0C дан

ISSN 3030-3907

ортмаган ҳолатда олиб борилади. Олинган масса 300 мл 94 % ли этил спиртида чўктирилади. Масса филтрланади ва нейтрал ҳолатга келгунча 70% этанол билан ювилади. Олинган масса лиофил қуритгичда 6-8 соат давомида қуритилади.

2.2 Табиий ипак толаси таркибидан серицин ажратиб олиш.

Серицин табиий ипак толаси таркибидан термик гидролиз ёрдамида ажратиб олинади. Майдаланган табиий ипак толаси 1:10 нисбатда сувда бўктирилади ва автоклавда 110^0C хароратда 24 соат давомида қайнатилади. Олинган масса филтрланади ва филтратни лиофил қуритгичда 8-10 соат давомида қуритилади.

2.3 ДКМЦ/серицин пайванд сополимерининг олиниши.

2% ДКМЦ эритмаси тайёрланади ва серициннинг 3% эритмаси билан ўзаро 1:1 масса нисбатларда аралаштирилади. Шифф асослари ҳосил бўлиш реакцияси 1 соат давомида 60°Сда олиб борилади. Олинган эритма 37°С да Петри идишларида қуритилади.

2.4 ДКМЦ/серицин пайванд сополимери матрицасида кумуш нанозарраларини шакиллантириш

ДКМЦ/серицин пайванд сополимер матрицида кумуш нанозарралари шакиллантириш учун ГОСТ 277-75 бўйича анализ учун тоза (а.у.т.) бўлган кумуш нитрат ($AgNO_3$) нинг 0.1 М ли сувли эритмасидан фойдаланилди. Сополимернинг 2% ли сувли эритмаси тайёрланиб 25°С ҳароратда $AgNO_3$ тузининг 0.1 М концентрацияли эритмасидан (pH=5.14) 3-10 мл ҳажмда қўшиб 30 дақиқа давомида 1400 айл/минут тезликда механик аралаштирилди ультратовушли диспергаторда (UZDN-2, U-4.2, Россия) 20 дақиқа ишлов берилди. Ҳосил бўлган гидрогел ва улар асосида олинган пленка намуналари ИК-Фурье, УБ-спектроскопик усулларда тадқиқ қилинди.

2.5 ИҚ-Фурье- спектроскопия

ИҚ-спектроскопия Inventio-S IR Fourier (Bruker, Германия) қурилмасида текширилди. Спектрлар 0,085 $см^{-1}$ ва 500-4000 $см^{-1}$ соҳадаги ўзгаришлар асосида ўрганилди.

2.6 УБ-спектроскопия

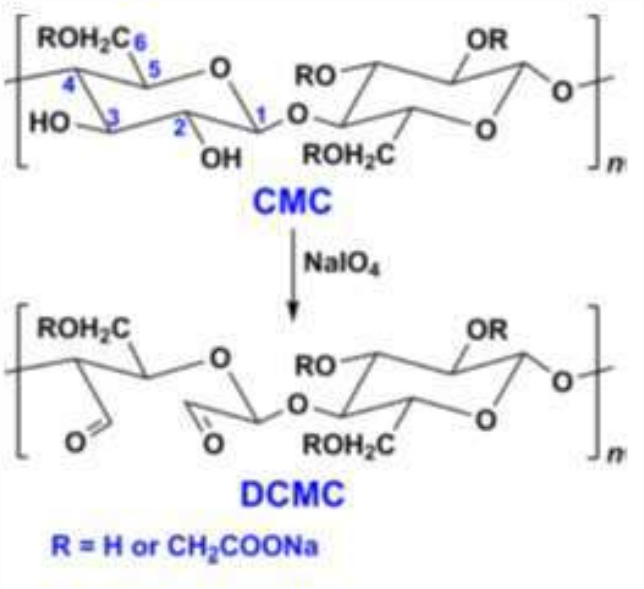
Намуналарнинг УБ спектрлари «Specord M210» спектрофотометрида 200-900 нм тўлқин узунлиги соҳасида олиб борилди.

МУҲОКАМА ВА НАТИЖАЛАР.

Олдинги тадқиқотларимизда ўта юқори частотали нурлар (ЎЮЧН) таъсирида перйодат оксидланиш реакцияси орқали оксидланиш даражаси 82 %, молекуляр массаси 141 кДа бўлган юқори молекуляр масса ва оксидланиш даражали ДКМЦ синтез қилиш жараёни ўрганилган [10].

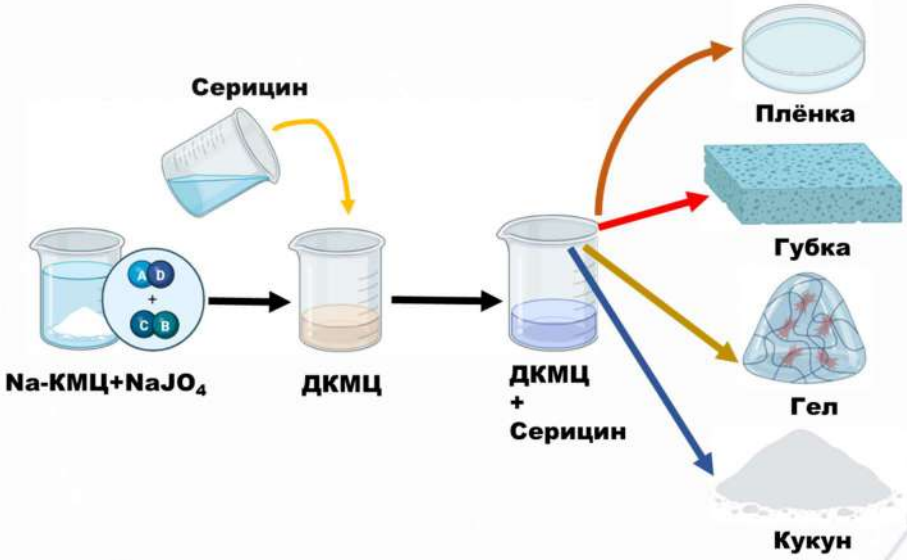
ISSN 3030-3907

Бунда, Na-КМЦ намуналарини турли шароитларда ЎЮЧН таъсирида натрий перёдат иштирокида оксидланиш реакциялари қуйидаги тенглама бўйича боради:



1-расм. Na-КМЦни натрий перёдат иштирокида оксидланиш реакцияси

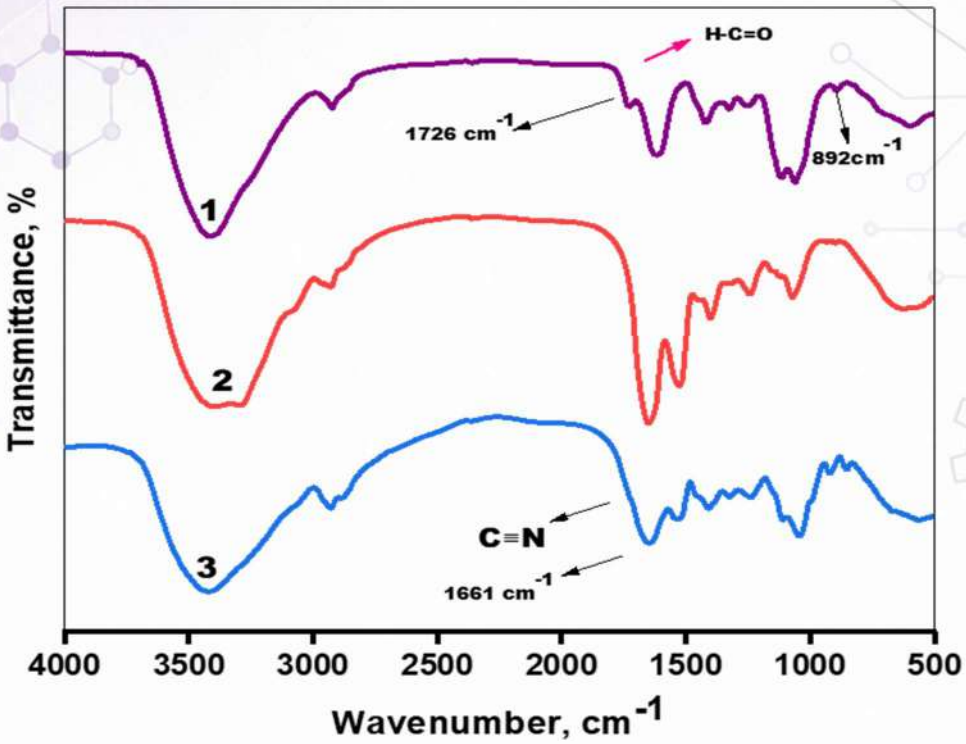
Шунингдек, ЎЮЧН таъсирида ипак саноати саноати толали чиқиндиларидан юқори унум ва самарадорликка эга бўлган серицин олиш шароитлари аниқланган [11]. Олинган ДКМЦ ва серицин асосида пайванд сополимер синтез қилиш жараёни қуйидаги расмда [2-rasm] келтирилган:



2-расм. ДКМЦ/серицин пайванд сополимерининг синтези

Bunda, amino guruhlar bilan aldegid guruhlar o‘zaro nukleofil o‘rin olish reaksiyasiga kirishib [10], Shiff asoslarini hosil qiladi va o‘zaro imin (karbinolamin) bog‘lanish orqali payvand sopolimer hosil bo‘ladi [12]. Hosil bo‘lgan DKMS-seritsin payvand sopolimeri tarkibidagi yangi yutilish sohalari namunalarning IQ-spektrosktroskopiya usuli yordamida o‘rganildi.

ISSN 3030-3907

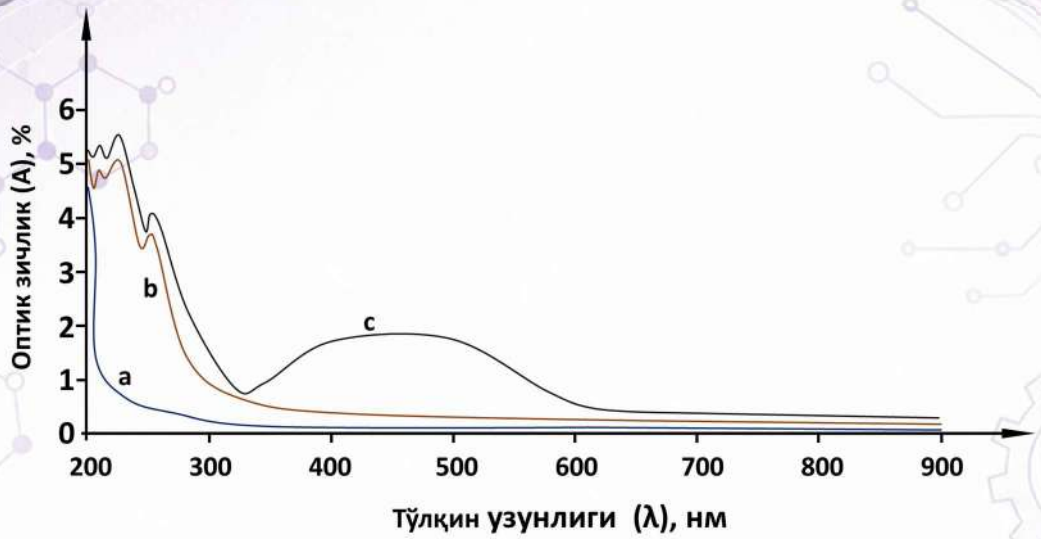


3-расм. ДКМЦ (1), серицин (2) ва ДКМЦ/серицин пайванд сополимерининг (3) ИҚ-спектрлари

3-rasmdan ko‘rinadiki, DKMS/seritsin sopolimeri hosil bo‘lganda 1726 sm^{-1} sohada dialdegidning karbonil (-C=O) guruhiga xos yutilish sohasi yo‘qolishi kuzatildi. Hosil bo‘lgan DKMS/seritsin sopolimerlari tarkibida seritsinning I, II va III uchun xos bo‘lgan, 1620, 1516 va 1240 sm^{-1} sohada yutilish intensivliklari hosil bo‘lganligi aniqlandi [13]. DKMS/seritsin sopolimeri tarkibida hosil bo‘lgan imin (C≡N) bog‘lanishga xos bo‘lgan yangi yutilish intensivliklari 1661 sm^{-1} sohada hosil bo‘ldi.

Ҳосил бўлган пайванд сополимер матрицасида кумуш нанозарраларини шакиллантириш жараёни [14] усули бўйича амалга оширилди. Пайванд сополимер матрицасида шакиллантирилган кумуш нанозарраларини УФ-спектроскопик усулдаги таҳлил натижалари 4-расмда келтирилган.

ISSN 3030-3907



4-расм. Таркибида кумуш НЗ тутган ДКМЦ/серицин пайванд сополимери намуналарининг УБ-спектрлари a) ДКМЦ/серицин, b) Ag^+/ДКМЦ/серицин, c) Ag^0/ДКМЦ/серицин

ДКМЦ/серицин пайванд сополимери ва унинг кумуш ионлари ҳамда нанозарралари билан модификацияланган намуналарининг УБ-спектрлари 200–800 нм диапазонда таҳлил қилинди (4-расм). Олинган спектрларда учта характерли ҳолат аниқ кузатилди: (a) дастлабки сополимер матрицаси, (b) Ag^+ ионлари билан комплексланган тизим ва (c) фотонурланиш натижасида ҳосил бўлган Ag^0 нанозарралари мавжуд тизим.

Дастлабки ДКМЦ/серицин сополимери учун спектрда 260–290 нм атрофида кенг ва паст интенсивликка эга ютилиш соҳаси кузатилди. Ушбу сигнал серицин таркибидаги ароматик аминокислоталар (тирозин, триптофан) ҳамда карбонил (C=O) ва имин (C=N) гуруҳларига тегишли $n\rightarrow\pi^*$ ва $\pi\rightarrow\pi^*$ электрон ўтишлар билан боғлиқ [13,28]. Бу ҳолат сополимер тармоғида Шифф асослари муваффақиятли шаклланганлигини билвосита тасдиқлайди.

Кумуш ионлари (Ag^+) киритилган намунада 270–300 нм соҳада ютилиш интенсивлигининг ортиши ва спектрал чизиқнинг кенгайиши кузатилди. Бу ҳолат Ag^+ ионларининг полимер матрицадаги функционал гуруҳлар (–CHO, $–COO^-$, $–NH_2$) билан координацион комплекслар ҳосил қилиши билан изоҳланади. Шу билан бирга, электрон зичликнинг қайта тақсимланиши натижасида $n\rightarrow\pi^*$ ўтишларининг кучайиши кузатилади. Ушбу босқичда ҳали металл нанозарралар шаклланмаган бўлиб, тизимда ион–полимер ўзаро таъсирлар устунлик қилади.

Фотонурлантиришдан кейинги намуна спектрида 400–450 нм диапазонда аниқ ва интенсив ютилиш максимуми ($\lambda max \approx 420–430$ нм) пайдо бўлиши кузатилди. Ушбу пик кумуш нанозарраларига хос бўлган юза плазмон резонанси (Surface Plasmon Resonance, SPR) билан боғлиқ бўлиб,

ISSN 3030-3907

$Ag^{+} \rightarrow Ag^{0}$ редукция жараёни муваффақиятли амалга ошганлигини кўрсатади [16,27]. SPR пикнинг нисбатан кенглиги ва асимметрик шакли нанозарраларнинг полидисперслиги ва турли морфологияга (шарсимон ва қисман игнасимон) эга эканлигини англатади.

Шунингдек, SPR пикнинг 420 нм атрофида жойлашиши нанозарралар ўлчамининг тахминан 20–80 нм диапазонда эканлигини кўрсатади. Пикнинг узун тўлқинлар томон силжиши ва интенсивлигининг ортиши полимер матрицасидаги кластерлашув ва зарралар ўзаро таъсири билан боғлиқ бўлиши мумкин. Бу ҳолат ДКМЦ/серицин матрицасининг нафақат қайтарувчи, балки самарали стабилизатор сифатида ҳам хизмат қилишини тасдиқлайди.

Муҳим жиҳатлардан бири шундаки, полимер матрица таркибидаги гидроксил, карбоксилат ва амин гуруҳлари кумуш нанозарралари юзасида адсорбцияланиб, уларнинг агрегациясини чеклайди ва коллоид барқарорликни таъминлайди. Натижада, узоқ вақт давомида оптик барқарорлик сақланиши мумкин бўлган нанокомпозит тизим шаклланади.

Кумуш нанозарраларига тегишли чўққиларнинг нисбатан кенглиги нанозарралар ўлчамининг нанодиапазонда эканлигини кўрсатади. Шеррер тенгламаси асосида тахминий ҳисоб-китобларга кўра, кристаллит ўлчами 20–40 нм диапазонда эканлиги аниқланиши мумкин. Чўққилар интенсивлигининг юқорилиги ва аниқлиги нанозарраларнинг яхши кристалланганлигини ва полимер матрицасида бир текис тақсимланганлигини кўрсатади.

Зарраларнинг ўлчамлари тахминан 30–90 нм диапазонда эканлиги визуал таҳлил асосида баҳоланади, бу эса XRD ва UV–Vis натижалари билан яхши мувофиқ келади. Шу билан бирга, нанозарраларнинг бир қисми агрегатлар ҳосил қилганлиги кузатилса-да, умумий ҳолда улар полимер матрицаси бўйлаб нисбатан бир текис тақсимланган. Бу ҳолат ДКМЦ/серицин матрицасининг стабилизатор сифатида юқори самарадорлигини кўрсатади.

ХУЛОСА. Ушбу тадқиқотда ДКМЦ/серицин пайванд сополимер матрицасида кумуш нанозарраларини шакллантириш имконияти ўрганилди. SEM таҳлил натижалари полимер матрицанинг аморф, қатламсимон ва микроғовак структурага эга эканлигини, кумуш нанозарралари ҳосил бўлгандан сўнг эса морфологияда сезиларли ўзгаришлар юз беришини аниқ намоён қилди. Хусусан, нанозарраларнинг 30–90 нм оралиқда, асосан сферик шаклда ва қисман анизотроп морфологияда шаклланганлиги қайд этилди. Уларнинг матрица бўйлаб нисбатан бир текис тақсимланганлиги ДКМЦ/серицин тизимининг юқори

ISSN 3030-3907

стабилизация қобилияти билан изоҳланади. Физик-кимёвий таҳлиллар (SEM, UV–Vis) натижалари нанозарраларнинг кристаллик табиати ва ўлчамлари ишончли тасдиқланди. Шу билан бирга, анизотроп морфология элементларининг мавжудлиги фотокимёвий редукция жараёнида нуклеация ва ўсиш босқичлари ўртасидаги рақобатли кинетик механизмлар билан боғлиқ эканлиги асосланди. Олиб борилган тадқиқотлар асосида таркибида 30-90 нм ўлчамдаги барқарорлаштирилган кумуш нанозарралари тутган тутган ДКМЦ/серицин сополимери синтез қилинди.

Мазкур иш Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси Полимерлар кимёси ва физикаси институтининг “Целлюлоза ва унинг ҳосилалари кимёси ва технологияси” лабораторясида 2026 йилда бажарилаётган “Табиий биополимерлар ва уларнинг ҳосилаларини фаоллаштириш мақсадида функционаллаштиришнинг илмий асослари” мавзусидаги ЎзР Фанлар академиясининг базавий илмий-тадқиқот дастури ҳамда AL-9224093626 “Онкологик касалликларга қарши таркибида биметалл нанозарралар тутган полимер шакилли бактерицид препартларнинг олиниши” амалий лойиҳаси доирасида амалга оширилган.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Klemm, D., Heublein, B., Fink, H.P., & Bohn, A. (2018). Cellulose: Fascinating biopolymer and sustainable raw material. *Angewandte Chemie International Edition*, 57, 137–152.
2. Habibi, Y. (2018). Key advances in the chemical modification of nanocelluloses. *Chemical Society Reviews*, 47, 1519–1542.
3. Isikgor, F.H., & Becer, C.R. (2018). Lignocellulosic biomass: A sustainable platform for the production of bio-based chemicals and polymers. *Polymer Chemistry*, 9, 382–399.
4. George, J., & Sabapathi, S.N. (2019). Cellulose nanocrystals: Synthesis, functional properties, and applications. *Carbohydrate Polymers*, 218, 240–257.
5. Rahman, M.S., Hasan, M.S., Nitai, A.S., et al. (2021). Recent developments of carboxymethyl cellulose. *Polymers*, 13, 1345.
6. Roy, D., Semsarilar, M., Guthrie, J.T., & Perrier, S. (2019). Cellulose modification by polymer grafting. *Progress in Polymer Science*, 88, 125–151.
7. Li, J., Cai, W., Gao, J., et al. (2020). Functional cellulose-based materials. *Carbohydrate Polymers*, 231, 115734.
8. Zhao, Z., Gao, J., Cai, W., et al. (2023). Oxidized CMC-based hydrogels for drug delivery. *European Polymer Journal*, 199, 112437.
9. Sethi, S., Kaith, B.S., Kaur, M., et al. (2020). Dialdehyde CMC-based hydrogels. *Journal of Chemical Sciences*, 132, 15.

ISSN 3030-3907

10. Goyibnazarov, I.S., Yuldoshov, S.A., et al. (2025). Physicochemical characteristics of DCMC/sericin copolymer. *Journal of Polymer Research*, 32, 205.
11. Heinze, T., Koschella, A., & Kull, A.H. (2018). Cellulose derivatives. *Cellulose Chemistry and Technology*, 52, 113–130.
12. Dash, R., et al. (2021). Polysaccharide-protein composites. *International Journal of Biological Macromolecules*, 182, 1325–1345.
13. Ahmed, S., Ahmad, M., Swami, B.L., & Ikram, S. (2018). Green synthesis of silver nanoparticles. *Journal of Advanced Research*, 7, 17–28.
14. Iravani, S. (2019). Green synthesis of metal nanoparticles. *Green Chemistry*, 21, 173–185.
15. Dhand, C., et al. (2021). Biopolymer-based nanocomposites. *Biotechnology Advances*, 45, 107653.
16. Yunusov, K. E., Sarymsakov, A. A., Jalilov, J. Z. O., & Atakhanov, A. A. O. (2021). Physicochemical properties and antimicrobial activity of nanocomposite films based on carboxymethylcellulose and silver nanoparticles. Polymers for Advanced Technologies, 32(4), 1822-1830.
17. Singh, P., et al. (2021). Biological synthesis of nanoparticles. *Nanomaterials*, 11, 152.
18. Khan, I., Saeed, K., & Khan, I. (2019). Nanoparticles: Properties and applications. *Arabian Journal of Chemistry*, 12, 908–931.
19. Ahmed, S., et al. (2022). Cellulose-based nanocomposites. *Carbohydrate Polymers*, 275, 118704.
20. Goyibnazarov, I. S., Yuldoshov, S. A., Sarymsakov, A. A., Yunusov, K. E., Yarmatov, S. S., & Shukurov, A. I. (2025). & Wan, Y.(2025). Mikroto‘lqinli pechda ishlov berish orqali dialdegid karboksimetilselülozini olish. Polimer texnologiyasidagi yutuqlar, 1, 9917563..
21. Chen, X., et al. (2022). Biopolymer-based nanomaterials. *Materials Science and Engineering C*, 132, 112541.
22. Li, X., et al. (2023). Functional nanocomposites. *International Journal of Biological Macromolecules*, 224, 1260–1275.
23. Zhang, Y., et al. (2020). Nanocomposite hydrogels. *ACS Applied Materials & Interfaces*, 12, 45678–45690.
24. 14. Yunusov, K. E., Sarymsakov, A. A., Jalilov, J. Z. O., & Atakhanov, A. A. O. (2021). Physicochemical properties and antimicrobial activity of nanocomposite films based on carboxymethylcellulose and silver nanoparticles. Polymers for Advanced Technologies, 32(4), 1822-1830.
25. Huang, J., et al. (2022). Polysaccharide nanocomposites. *Carbohydrate Polymers*, 278, 118943.

ISSN 3030-3907

26. Xu, Y., et al. (2023). Functional biomaterials. *Journal of Materials Chemistry B*, 11, 2345–2360.
27. Goyibnazarov, I. S. U., Yuldoshov, S. A., Yarmatov, S. S., Yunusov, K. E., Sarymsakov, A. A., Shukurov, A. I. U., ... & Inkhonova, A. (2025). Physico-chemical characteristics of dialdehyde carboxymethylcellulose/sericin graft copolymer. Journal of Polymer Research, 32(6), 205.

ISSN 3030-3907