

**POLIMERLAR KIMYOSI VA FIZIKASI INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.02/30.12.2019.K/FM/T.36.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

POLIMERLAR KIMYOSI VA FIZIKASI INSTITUTI

MAMASALIYEV ULUG‘BEK MAXAMMATOVICH

**N - SUKSINILXITOZAN *BOMBYX MORI* VA UNING
METALLOKOMPLEKSLARINING SINTEZI, TUZILISHI HAMDA
INSEKTITSIDLIK XOSSALARI**

02.00.06 – Yuqori molekulyar birikmalar

**KIMYO FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati mundarijasi
Оглавление автореферата диссертации доктора философии (PhD)
Contents of dissertation abstract of doctor of philosophy (PhD)

Mamasaliyev Ulug‘bek Maxammatovich

N-suksinilxitozan *Bombyx mori* va uning metallokomplekslarining sintezi, tuzilishi hamda insektitsidlik xossalari..... 3

Мамасалиев Улугбек Махамматович

Синтез, структура и инсектицидные свойства N-сукцинилхитозана *Bombyx mori* и его металлокомплексов..... 21

Mamasaliev Ulugbek Maxammatovich

Synthesis, structure, and insecticidal properties of N-succinylchitosan from *Bombyx mori* and its metal complexes..... 41

E‘lon qilingan ishlar ro‘yxati

Список опубликованных работ
List of published works..... 44

**POLIMERLAR KIMYOSI VA FIZIKASI INSTITUTI
HUZURIDAGI ILMIY DARAJALAR BERUVCHI
DSc.02/30.12.2019.K/FM/T.36.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

POLIMERLAR KIMYOSI VA FIZIKASI INSTITUTI

MAMASALIYEV ULUG‘BEK MAXAMMATOVICH

**N - SUKSINILXITOZAN *BOMBYX MORI* VA UNING
METALLOKOMPLEKSLARINING SINTEZI, TUZILISHI HAMDA
INSEKTITSIDLIK XOSSALARI**

02.00.06 – Yuqori molekulyar birikmalar

**KIMYO FANLARI BO‘YICHA FALSAFA DOKTORI (PhD)
DISSERTATSIYASI AVTOREFERATI**

Toshkent – 2025

Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.2.PhD/K773 raqam bilan ro'yxatga olingan.

Dissertatsiya Polimerlar kimyosi va fizikasi institutida bajarilgan.
Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o'zbek, rus, ingliz (rezyume)) Ilmiy kengashning veb-sahifasida (polchemphys.uz) va «Ziyonet» axborot-ta'lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar:

Vohidova Noira Rahimovna
kimyo fanlari doktori, professor

Rasmiy opponentlar:

Muxamediyev Muxtorjon Ganievich
kimyo fanlari doktori, professor

Yo'ldoshov Sherzod Abdullaevich
kimyo fanlari doktori, katta ilmiy xodim

Yetakchi tashkilot:

Buxoro davlat universiteti

Dissertatsiya himoyasi Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti huzuridagi DSc.02/30.12.2019.K/FM/T.36.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025 yil "19" 12 soat 14⁰⁰ dagi majlisida bo'lib o'tadi. (Manzil: 100128, Toshkent shahri, Abdulla Qodiriy ko'chasi, 7^b - uy. Tel.:(+99871) 241-85-94, faks: (+99871) 241-26-60, e-mail: polymer@academy.uz)

Dissertatsiya bilan Polimerlar kimyosi va fizikasi institutining Axborot-resurs markazida tanishish mumkin. (49 raqami bilan ro'yxatga olingan) (Manzil: 100128, Toshkent shahri, Abdulla Qodiriy ko'chasi, 7^b - uy. Tel. (+99871)241-85-94).

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «7» 12 kuni tarqatildi.

(2025- yil «7» 12 dagi №7 raqamli reyestr bayonnomasi.)


S.Sh. Rashidova
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash raisi, k.f.d., professor, akademik
M.M. Usmanova
Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash ilmiy kotibi, k.f.n., katta ilmiy xodim
V.O Kudishkin
Ilmiy darajalar beruvchi Ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi muovini, k.f.d., professor

KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda o‘simliklarda uchraydigan zararkunanda hasharotlarga qarshi kurashish uchun tabiiy polimerlar asosidagi yuqori biologik samaradorlikni namoyon qiliuvchi, kam sarf me‘yorlarda ham yuqori jadallashtiruvchi ta’sirga ega ekologik xavfsiz preparatlarga ehtiyoj ortmoqda.

Bugungi kunda jahonning yetakchi ilmiy markazlarida xitozanning turli hosilalarini sintez qilish va ularning fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq qilish hamda ular asosida istiqbolli innovatsion preparatlar yaratishga oid ilmiy tadqiqotlarga qiziqish ortib bormoqda. Jumladan, xitozanni organik kislotalar bilan modifikatsiyalab, suvda eruvchan xitozan (XZ) hosilalarini olish, ularning kimyoviy tuzilishi va xossalarini o‘rganish hamda ular asosida zararkunanda hasharotlarga qarshi yaqqol biofaollik namoyon qiladigan, insektitsidlik xossasiga ega bo‘lgan kompleks ta’sir qiluvchi toksik bo‘lmagan, maxsus xossali preparatlar yaratish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Respublikada ham sanoat chiqindilarini utilizatsiya qilish va ular asosida iqtisodiy o‘rish va ilmiy asoslangan mahalliy ishlab chiqarishni qo‘llab-quvvatlash uchun samarali, import o‘rnini bosuvchi va eksportbop mahsulotlar yaratish bo‘yicha kompleks chora-tadbirlar amalga oshirilib, raqobatbardosh polimer mahsulotlar ishlab chiqarishda salmoqli natijalarga erishilmoqda. Jumladan, tabiiy polimerlar va ularning hosilalari asosida turli xil qishloq xo‘jalik ekinlariga ishlov berishda qo‘llaniladigan mahsulotlar olishda muhim natijalar qo‘lga kiritilgan. O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasida¹ «...mahalliy xom-ashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida yuqori qo‘shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarish, prinsipial jihatdan yangi mahsulot va texnologiya turlarini o‘zlashtirish, shu asosida ichki va tashqi bozorlarda milliy tovarlarning raqobatbardoshligini ta’minlash» vazifalari belgilab berilgan. Bu borada N-suksinilxitozan *Bombyx mori* va uning metallokomplekslarini sintez qilish va sintez sharoitlarini tadqiq qilish, uning tuzilishi va xossalarini aniqlash hamda qishloq ho‘jaligida insektitsid sifatida qo‘llashga yo‘naltirilgan ilmiy-amaliy tadqiqotlar muhim ahamiyatga ega.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017 yil 7 fevraldagi PF-4947-son «O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasi to‘g‘risida»gi Farmoni hamda, 2017 yil 17 fevraldagi PQ-2789-son «Fanlar akademiyasi faoliyati, ilmiy-tadqiqot ishlarini tashkil etish, boshqarish va moliyalashtirishni yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi Qarori, mazkur faoliyatga tegishli boshqa me‘yoriy-huquqiy hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishda ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi. Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar

¹O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son «2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida»gi Farmoni

rivojlantirishining VII. «Kimyoviy texnologiyalar va nanotexnologiyalar» ustuvor yo‘nalishiga muvofiq bajarilgan.

Muammoning o‘rganilganlik darajasi. Dunyoning ko‘plab yetakchi ilmiy markazlarida tabiiy polimerlardan biri hisoblangan xitozan va uning hosilalarini ba‘zi d-metallar bilan komplekslarini olishning fundamental asoslari va ular asosida agropreparatlar ishlab chiqishga yo‘naltirilgan ilmiy izlanishlar yuqori suratda olib borilmoqda. Chop qilingan qator ilmiy ishlar xitozan va uning hosilalari asosida turli xil agropreparatlar olish hamda ularning xossalarini o‘rganishga bag‘ishlangan. Xususan, xitozan hosilalari asosidagi agropreparatlarning qo‘llanilishi bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar rivojiga: Zhu Aiping, Bo Lu, Hia Liu, Hia Oyan Qing, Rong Fan, Yoshinori Kato, N.T. Thu Thao, Atefeh Afroozan Bazghaleh, Mojtaba Dogolsar, Shahid Bashir, Yin Yin Teo, Manuel Terrazas-Lopez, Naun Lobo-Galo, Everton Lucas de Lima, Ninja Fittipaldi Vasconcelo, Teeratas Kansom, Choong Jeon, Pedro Fardim, va boshqa ko‘plab olimlar hamda ilmiy maktablar tomonidan hissa qo‘shilgan. Shuningdek, MDH mamlakatlari tadqiqotchilari, shu jumladan, R. R. Vildanova, N.N. Sigayeva, S.V. Kolesov va b. tomonidan patogen mikroorganizmlarga qarshi XZ hosilalarining biofaol xususiyatlari o‘rganilgan. Shuningdek, taniqli olimlar tomonidan mahalliy xom-ashyo tut ipak qurti g‘umbagidan ajratib olingan xitozan asosidagi xitozan sukksinat (XZS), N-suksinilxitozan (N-SXZ) va uning metallokomplekslari olishning fundamental-amaliy jihatlarini tadqiq etish, ular asosida samarali ta’sirga ega bo‘lgan polimer shaklli insektitsidlar olishga oid ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.

Respublikamizda akademik S.Sh.Rashidova ilmiy maktabida olimlar xitinologiyani rivojlantirishga, xususan, turli manbalardan xitin-xitozan ajratib olish, xitozan hosilalarini sintez qilish va ularning xossalarini o‘rganishga, shuningdek, tibbiyot, veterinariya, qishloq xo‘jaligi va b. sohalar uchun samarali preparatlar yaratishga hissa o‘z hissalarini qo‘shib kelmoqdalar.

Shunga qaramay, XZS, N-SXZ va uning metallkomplekslarini sintez qilish, ularning kimyoviy tuzilishini, "sintez-struktura-xossa" orasidagi o‘zaro bog‘liqlikni hamda ularning insektitsid faolligini o‘rganish bo‘yicha yetarlicha tadqiqotlar olib borilmagan. Shu nuqtai nazardan, agrar sektorda turli kasalliklar va zararli hasharotlarning ko‘payishi bilan ushbu sohadagi fundamental tadqiqotlar ekologik xavfsiz polimer preparatlarini yaratish zaruratini yuzaga keltiradi.

Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishi rejalari bilan bog‘liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti O‘zR FA Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti ilmiy-tadqiqot ishlari rejasining KA-12-001-«Xitozan va uning hosilalari metallokomplekslarini olish texnologiyasini ishlab chiqish, ularning qishloq xo‘jaligi ekinlari kasalliklarini oldini olish va davolashda ishlatilishi (vilt, ildiz chirishi va monilioz)» (2015-2017 yy.); PZ 20170925130 «Xitozan va uning hosilalari asosida fungitsid, bakteritsid va insektitsid xossali ekologik xavfsiz kompleks preparatlar ishlab chiqish» (2018-2019 yy.); OT-F7-01 «Nanopolimer sistemalar: maxsus xossali materiallarni yaratishda kinetik va elektron tuzilish asoslarining roli» (2016-2020 yy.) mavzularidagi fundamental va amaliy loyihalari doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi xitozan suksinat, N-suksinilxitozan va uning Co^{2+} ionlari bilan polimermetallokomplekslarini olish, ularning strukturasi, fizik-kimyoviy va insektitsidlik xossalarini o'rganishdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

suvli eritmalarda qahrabo kislotasi va xitozan makromolekulalari orasidagi kimyoviy ta'sirlashuvlar tabiatini o'rganish;

Bombyx mori xitozani va suksinat angidridining dimetilsulfoksidi ishtirokida o'zaro ta'sirlashuvini tadqiq qilish hamda reaksiyaning taxminiy mexanizmini taklif etish;

tanlangan sintez sharoitlarida olingan xitozan suksinat va N-suksinilxitozanning tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalarini o'rganish hamda "sintez-struktura-biofaol xossa" orasidagi o'zaro bog'liqlikni o'rnatish;

N-suksinilxitozan va Co^{2+} asosida uning metallokomplekslarini olish, ularning strukturasi, fizik-kimyoviy xossalari va o'simlik shiralari (*Aphis pomi*), trips (*Thysanoptera*), o'rgimchakkana (*Tetranychus urticae* Koch), Sikada (*Cicadidae*), ko'sak qurti (*Helicoverpa armigera* Hbn) kabi o'simlik zararkunandalari va ularning lichinkalariga qarshi biologik samaradorligini tadqiq etish;

dimetilsulfoksid muhitida N-suksinilxitozan sintezi hamda suvli eritmalarda N-suksinilxitozan/ Co^{2+} (N-SXZ/ Co^{2+}) olishning kimyoviy mexanizmlarini taklif etish;

sintez qilingan xitozan hosilalarining ekotizimga nisbatan toksiklik darajasini eksperimental va nazariy usullar yordamida o'rganish.

Tadqiqotning obyekti – xitozan suksinat, N-suksinilxitozan, N-suksinilxitozan/ Co^{2+} komplekslaridan iborat.

Tadqiqotning predmeti *Bombyx mori* xitozanining suksinat angidridi va qahrabo kislota bilan o'zaro kimyoviy ta'sirlashuvlarini o'rganish asosida berilgan tarkibli xitozan hosilalarini sintez qilish; biofaol xossaga ega bo'lgan N-suksinilxitozan polimermetallokomplekslarining sintezi bo'yicha fundamental tadqiqotlar o'tkazishdan iborat.

Tadqiqotning usullari: Tadqiqotlarda element tahlili, viskozimetriya, konduktometrik va potensiommetrik titrlashlar, sorbsion tadqiqotlar, IQ- va UB-spektroskopik, yadro magnitli rezonans (^1H va ^{13}C YaMR), EPR, yorug'likning dinamik tarqalishi (DLS), elektron mikroskopik usullar (AKM, SEM), termik tahlillar (TG va DSK), nazariy modellashtirish kabi klassik va zamonaviy tadqiqot usullaridan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ilk bor dimetilsulfoksid (DMSO) va suvli eritmalarda sintez sharoitlarini boshqarib, *Bombyx mori* xitozanining suksinat angidridi va qahrabo kislotasi bilan o'zaro kimyoviy ta'sirlashuvi natijasida tegishli N-SXZ va XZS olishning fundamental aspektlari o'rganilgan. Suksinil angidrid polisaxarid makromolekulasi bilan kovalent bog'larni hosil qilish orqali reaksiyaga kirishishi, qahrabo kislota va xitozan makromolekulasi orasidagi bog'lanish ion tabiatga ega ekanligi aniqlangan;

sintez sharoitlari (xitozanning molekular massasi va deatsetillanish darajasi, eritma konsentratsiyasi, pH qiymati, erituvchining kimyoviy tabiati, sintez vaqti, komponentlar nisbatlari va b.) va kimyoviy strukturalar (xitozan suksinat va N-

suksinilxitozan), shuningdek ularning fizik-kimyoviy xossalari orasidagi bog‘liqlik o‘rnatilgan;

polimermetallkomplekslar olishning taxminiy reaksiya mexanizmi aniqlandi va *Bombyx mori* N-suksinilxitozan/ Co^{2+} eritmalarining qishloq xo‘jaligi o‘simliklarida uchraydigan zararkunanda hasharotlarga nisbatan insektitsidlik faolligi aniqlangan.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Bombyx mori N-suksinilxitozan/ Co^{2+} polimermetallokomplekslari qishloq xo‘jaligi o‘simliklarida uchraydigan zararkunanda hasharotlar lichinkalarining o‘sishi va rivojlanishini ingibirlash maqsadida qo‘llanilib, yuqori biologik samaradorlikka ega bo‘lishi aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi. Dissertasiya doirasida olingan ilmiy natijalar respublika va xalqaro anjumanlarda aprobasiyadan o‘tgan, shuningdek, olingan eksperimental natijalar aniq, takrorlanadigan va boshqa tadqiqotchilar tomonidan olingan ma‘lumotlarga zid kelmaydi. Sintez qilingan namunalarni talqin qilish uchun polimerlarni tadqiq qilishning klassik va zamonaviy fizik-kimyoviy usullari qo‘llanilgan. Dissertasiya natijalari ixtisoslashtirilgan ilmiy jurnallarda chop etilgan.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati xitozan makromolekulasining suksinil angidrid va qahrabo kislotasi bilan reaksiyalarining taxminiy ximizmni aniqlashdan iborat. DMSO xitozan bilan o‘zaro ta’sirlashib, uning C2 pozitsiyasida elektron zichligini oshiradi, suksinil angidridning funktsional guruhlar bilan kovalent bog‘lanish uchun $-\text{NH}_2$ guruhlarining reaksiya faolligini oshiradi. Shuningdek, xitozan qahrabo kislotasi bilan o‘zaro ta’sirlashganda, uning karboksil guruhlar va polimerning protonlangan amin guruhlar o‘rtasida ion bog‘lar orqali kompleks hosil bo‘lishi tadqiq qilingan.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati ipak sanoatining ikkilamchi chiqindilaridan olinadigan qayta tiklanadigan, biologik parchalanadigan polimer - xitin-xitozan asosida ekologik xavfsiz biofaol insektitsidlarni yaratishdan iboratdir.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. “N-suksinilxitozan *Bombyx mori* va uning metallokomplekslarining sintezi, tuzilishi hamda insektitsidlik xossalari” bo‘yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

XZS eritmalarining insektitsidlik xossalari “O‘zR O‘simliklar karantini va himoyasi agentligi, O‘simliklar karantini va himoyasi institutida” (2025 yil 7 aprel 07/02-11-59-son ma‘lumotnomasi) hamda “O‘zR QXV Bilim va innovatsiyalar milliy markazida” (2025 yil 2 iyun 05/06-02-557-son ma‘lumotnomasi) o‘rganilgan va amaliyotga joriy etishga tavsiya etilgan. Natijada XZS eritmalaridan qishloq xo‘jaligida polimer tarkibli insektitsid sifatida foydalanish imkonini bergan;

N-suksinilxitozanning sintez qilish va ularning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish bo‘yicha olingan ma‘lumotlardan yuqori impakt faktorli (IF) 4 ta jurnallarda yangi materiallar yaratish va ularning fizik-kimyoviy tahlili uchun foydalanilgan (International Journal of Biological Macromolecules 2024, V.131808, Elsevier, IF=7,7; Carbohydrate Research, 2024, V.109192, Elsevier, IF=8,4; Polymer Bulletin, 2024, V.81, Springer, IF=3,2; Advances in Polymer Technology.

- 2025, V. 1631, Springer, IF=2,0). Natijada xitozan va suksinat angidrid asosida N-suksinilxitozan sintez qilishga imkon bergan;

N-suksinilxitozan namunalaridan Xitoy Fanlar akademiyasi Dalyan Kimyoviy-fizika institutida bajarilayotgan PIFI Project 2024PVB loyihasi doirasida N-suksinilxitozan nanokapsulalari hamda uning Cu nanozarrachalarini tutgan modifikatsiyalarini olishda foydalanilgan (2025 yil 22 sentyabr 116023-son ma'lumotnomasi). Natijada ularning *Astragalus membranaceus* o'simligida biostimulyatorlik ta'siri o'rganilib, yuqori biologik samaradorlikka erishilgan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Tadqiqot natijalari 5 ta xalqaro va 14 ta Respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida ma'ruza qilinib, muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinishi. Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 24 ta ilmiy ish chop etilgan, O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta maqola, jumladan, 2 ta Respublika va 3 ta xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilish va hajmi. Dissertatsiya tarkibi kirish qismi, 4 ta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiya hajmi 120 betni tashkil etadi.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

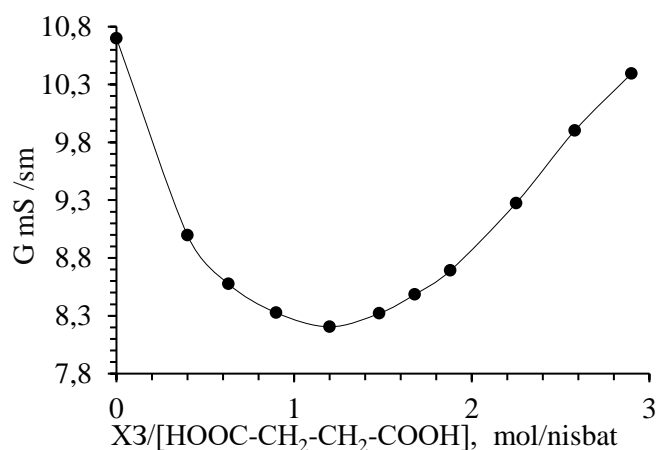
Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va uning zarurati ilmiy asoslangan. Tadqiqotning maqsad va vazifalari, ob'ekti hamda predmeti aniq belgilangan. Ishning O'zbekiston Respublikasida fan va texnologiyalarni rivojlantirishning ustuvor yo'nalishlariga muvofiqligi ko'rsatib o'tilgan. Dissertatsiyaning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon etilgan, olingan ilmiy natijalarning ishonchliligi asoslab berilgan. Tadqiqotning fundamental va amaliy ahamiyati yoritilgan, olingan natijalarni amaliyotga joriy etish istiqbollari bo'yicha xulosa qilingan. Shuningdek, mavzu bo'yicha chop etilgan ilmiy ishlar hamda dissertatsiya tuzilishiga oid ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «**Xitozan suksinat, N-suksinilxitozan va ular metallokomplekslarining sintezi, tuzilishi hamda insektitsidlik xossalari**» nomli birinchi bobda XZ hosilalarining olinish usullari, tuzilishi, funksional faolligi, shuningdek, fizik-kimyoviy va strukturaviy xossalarning sintez sharoitlari bilan bog'liqligini o'rganish borasidagi va ularning qo'llanilishi bo'yicha adabiyotlar tahlili keltirilgan. Bundan tashqari, N-SXZ/Co²⁺ metallokomplekslari olish usullari, ularning fizik-kimyoviy va insektitsidlik xossalarni o'rganish muammosiga alohida e'tibor qaratilgan.

Dissertatsiyaning “**Tadqiqot ob'ektlari va usullari**” nomli ikkinchi bobida XZ *Bombyx mori*, suksinat kislotasi, suksinat angidridi va kobalt metali tuzlari asosidagi XZS, N-SXZ va N-SXZ/Co²⁺ metallokomplekslar olish usullari va fizik-kimyoviy xossalarni aniqlash usullari bo'yicha ma'lumotlar bayon etilgan.

Dissertatsiyaning “**Xitozan suksinat va N-suksinilxitozan *Bombyx mori* olinishi, fizik-kimyoviy va insektitsidlik xossalari**” nomli uchinchi bobida XZS va N-SXZ namunalarining sintezi, fizik-kimyoviy xossalari hamda qo‘llanilishiga doir tadqiqot natijalari berilgan. Ma’lumki, mahalliy xom-ashyolar asosida ekologik xavfsiz preparatlar ishlab chiqarishga bo‘lgan e’tibor yildan-yilga ortib bormoqda. XZS va N-SXZ namunalarini olish istiqbolli yo‘nalishlardan bo‘lib, *Bombyx mori* XZ ni asosida yangi ekologik xavfsiz suvda eruvchan preparatlar olish g‘oyasi ilgari surildi.

Suspension usulda $\text{pH} > 7$ muhitda deprotonlangan XZ ajratib olindi va uning qahrabo kislotasi bilan o‘zaro reaksiyaga kirisha oladigan ekvivalent nisbati konduktometrik titrlashda eritmaning elektr o‘tkazuvchanligi orqali aniqlandi. Dastlab 0,5% XZ ning 0,1 M HCl dagi eritmasi tayyorlanadi, so‘ngra 1,0% $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ eritmasi bilan titrlanadi (1-rasm).

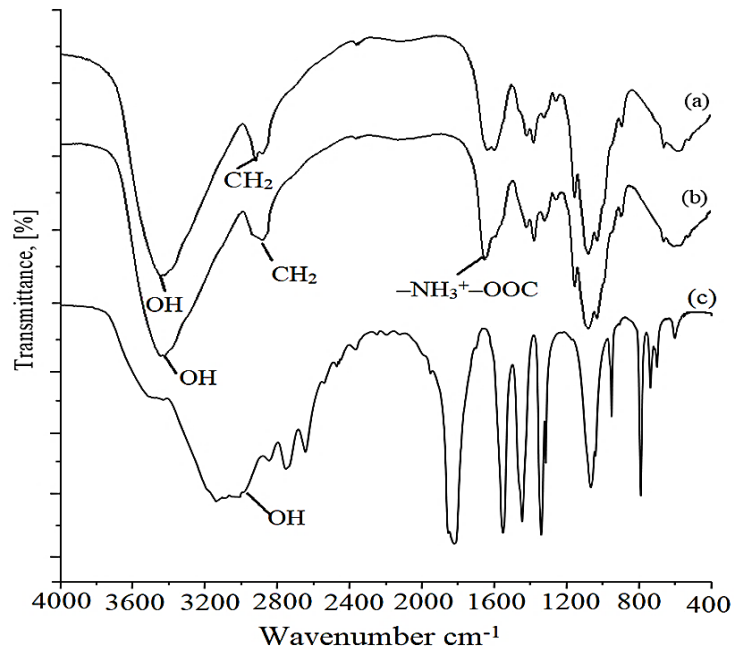


1-rasm. *Bombyx mori* XZ eritmasi elektr o‘tkazuvchanligining qahrabo kislotasi mol nisbatiga bog‘liqligi; MM=198 kDa

Natijalarga ko‘ra, XZ/YAK=1:1,2 mol nisbatda eritma elektr o‘tkazuvchanligi kamayishi aniqlandi. Buning sababi shundaki, 1:1,2 mol nisbatda XZ ning $-\text{NH}_3^+$ guruhlari qahrabo kislotasining manfiy zaryadlangan $-\text{COO}^-$ guruhlari bilan to‘liq bloklanadi. Binobarin, keyingi titrlashlar eritmada erkin zaryadlangan guruhlarning mavjudligiga olib keladi va mos ravishda eritmaning elektr o‘tkazuvchanligi oshadi.

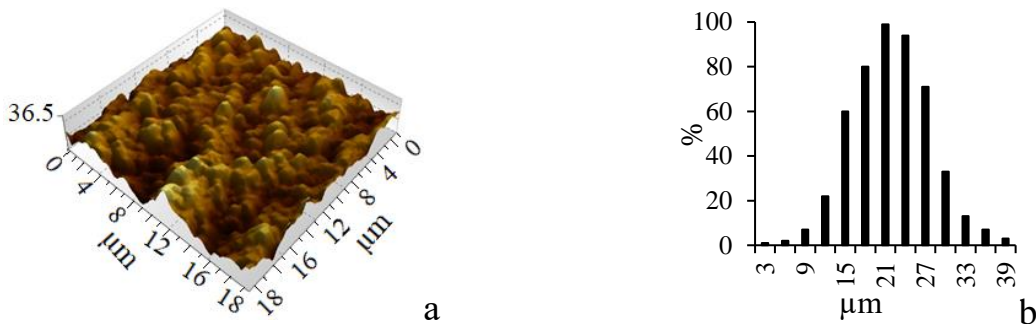
Dastlabki komponentlar va XZS namunalari spektral usullar bilan tekshirildi. XZ spektrida 3406 cm^{-1} sohada $-\text{OH}$ va $-\text{NH}_2$ guruhlarning valent tebranishlariga mos keladigan keng yutilishlar kuzatildi, shuningdek, 1653 cm^{-1} sohada ($\nu = (\text{C}=\text{O})$ -амид I), 1582 cm^{-1} ($\nu = (\text{C}=\text{O}, \text{C}-\text{H}$ и $\delta = (\text{N}-\text{H})$ -амид II), 1421 cm^{-1} ($\delta = (\text{O}-\text{H})$), 1375 cm^{-1} ($\delta = (\text{CH}_3)$) va 1151 cm^{-1} ($\nu = (\text{C}-\text{O}-\text{C})$) xarakterli yutilish sohalari aniqlandi (rasm.2; a). XZS IQ-spektrlarida esa dastlabki XZ dan farqli yutilishlar kuzatildi. Xususan, xitozanning atsetamid va aminoguruhlari uchun xos yutilishlarning 1655 cm^{-1} dan 1660 cm^{-1} sohasida siljishlari kuzatildi.

Bundan tashqari, XZS spektrlari taqqoslanganda, 1284 cm^{-1} ($\nu = (\text{N}-\text{H})$, Amid II), 1620 cm^{-1} ($\nu = (\text{C}-\text{N})$, Amid II) yutilish sohalari intensivligi oshishi kuzatish mumkin. Bu qahrabo kislotasining xitozan bilan $-\text{NH}_3^+$ guruhlari orqali kimyoviy ta’sirlashganini va $-\text{NH}_3^+ \dots -\text{OOC}$ guruhlari hosil bo‘lganini bildiradi.



2-rasm. XZ (a), XZS (b) va qahrabo kislotasi (c) namunalarining IQ-spektrlari

XZS namunasining AKM natijalarida plyonkalar yuzasining notekis ekanligi, ularda turli o'lchamdagi sferik va nosferik zarrachalar mavjudligi ko'rsatilgan. XZ ning AKM tahlili natijalarida plyonkaning sirt yuzasi notekis ekanligi ko'rinadi.



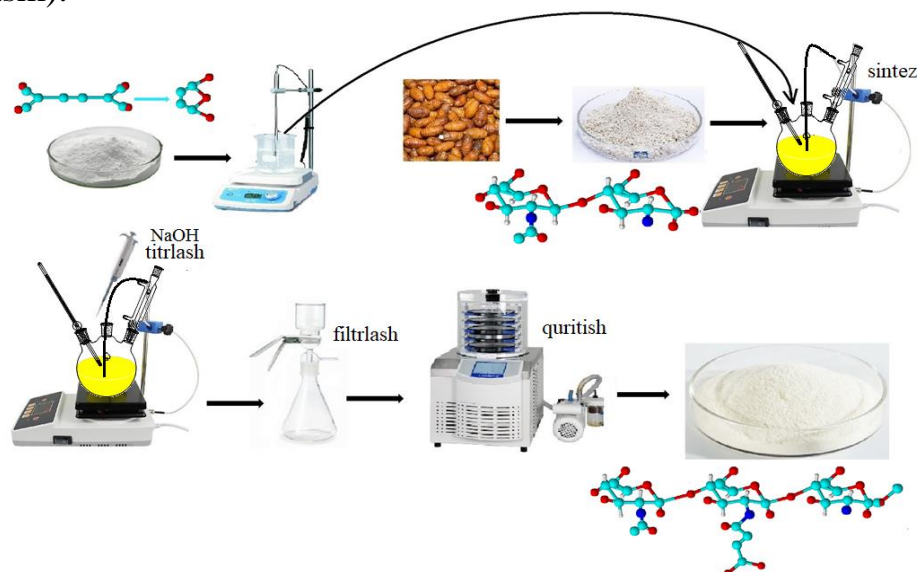
3-rasm. XZS namunasining fazaviy mikrotasviri (a), zarrachalarning tarqalish gistogrammasi (b)

XZS ning AKM tahlili natijalarida plyonkaning sirt yuzasi notekis ekanligi ko'rinadi. Zarrachalarning tarqalish gistogrammasida esa ularning o'lchami 3 mkm dan 39 mkm gacha bo'lib, o'rtacha o'lcham 21 mkm ni tashkil etishi aniqlandi.

N-suksinilxitozanning olinishi, strukturaviy, gidrodinamik va morfologik xossalari

N-SXZ *Bombyx mori* namunasining sintezi 20 ml DMSO eritmasida olib borildi, bu uchun MM=198 kDa, DAD=87% bo'lgan XZ namunasidan foydalanildi. So'ngra reaksiya aralashmaga 1:1 mol nisbatda XZ va suksinat anhidridi solindi hamda 24 soat davomida magnitli aralashgichda aralashirildi. So'ng, eritma pH=5 bo'lguncha 5% li NaOH bilan titrlandi. N-SXZ namunasi filtrlab olindi va hosil bo'lgan dispers sistemaning muhiti pH=10-12 bo'lguncha 5% li NaOH bilan titrlandi, olingan N-SXZ eritmasi 3 sutka davomida reaksiyaga kirishmagan va qo'shimcha reaksiya mahsulotlaridan yarim oltkazgich membrana orqali dializ

qilindi, liofil quritgichda -50°C haroratda doimiy massaga kelguncha muzlatib quritildi (4-rasm).



4-rasm. N-suksinil-xitozanning sintezi sxemasi

Keyingi tadqiqotlar uchun shu sxema asosida N-SXZ namunalari olindi.

1-jadval

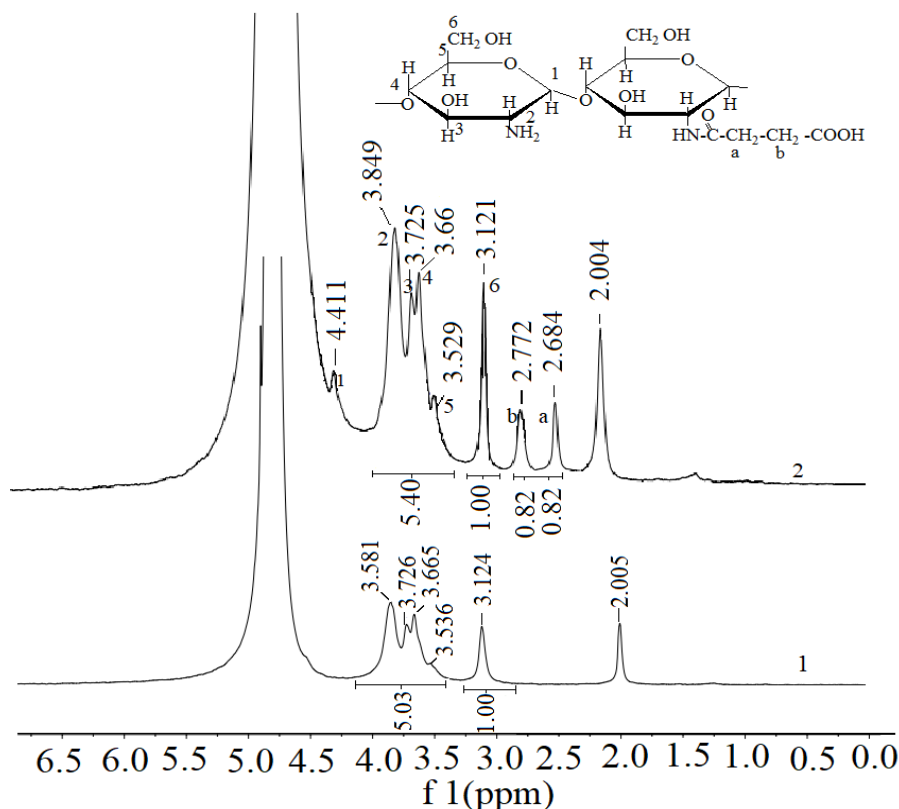
XZ va N-SXZ namunalari tarkibining element tahlillari

№	Namunalar	pH	N _{umum} , %	DAD, %
1	XZ	7	8,5	87
2	N-SXZ	7	6,2	45,6

Element analiz natijalarida N-SXZ da NH_2 guruhleri miqdori XZ ning NH_2 guruhleri miqдорidan kam ekanligi aniqlandi, bu XZ ning NH_2 guruhleri va suksinat anhidridning o'zaro reaksiyaga kirishib, $-\text{NH}-\text{CO}-$ bog' shakllanishi bilan bog'liq bo'lishi mumkin. $-\text{NH}_2$ guruhi protonining suksinil guruhlariga almashinish darajasi qariyb 41% ni tashkil etadi.

XZ va N-SXZ ning IQ-spektrlari taqqoslanganda, N-SXZ spektrida $-\text{OH}$ va $-\text{NH}_2$ guruhlariga xos yutilish sohalari 3361 cm^{-1} da yanada kengroq namoyon bo'lgan. 2877 cm^{-1} ($-\text{CH}_2$), 1559 cm^{-1} (amid I) hamda 1378 cm^{-1} (amid III) bog'lariga xos bo'lgan sohalari intensivligi oshganini ko'rish mumkin. N-SXZ spektrida qo'shimcha yutilish sohalari namoyon bo'lgan, biri 1647 cm^{-1} da, ikkinchisi 1559 cm^{-1} da, ular karbonil guruhlariga xos bo'lgan xarakterli yutilish sohalari bo'lib, ular suksinat anhidridagi halqaning ochilishi bilan isohlanishi mumkin. 1559 cm^{-1} ($\nu=(\text{N}-\text{H})$, amid II) va 1378 cm^{-1} ($\nu=(\text{C}-\text{N})$, amid III) sohalardagi intensivlikning oshishi XZ ning aminoguruhleri suksinil guruhleri bilan almashganligi, ya'ni $-\text{NH}-\text{CO}-$ guruhleri hosil bo'lganligi bilan izohlanadi.

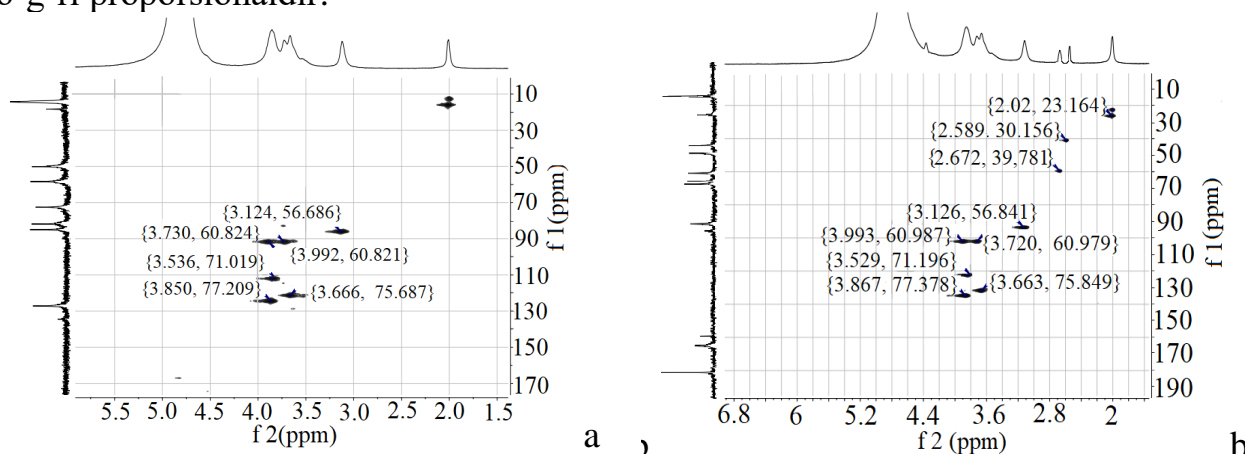
XZ va N-SXZ ning kimyoviy tuzilishini aniqlash uchun ^1H -YaMR spektroskopik analiz usulidan foydalanildi (5-rasm). Natijalarga ko'ra, 4,387 ppm dagi yutilish sohalari H-1 glyukozaminning eng yuqori cho'qqisiga, 3,849-3,121 ppm dagi yutilish sohalari esa H-2, H-3, H-4, H-5, H-6 va N-atsetillangan H-2 ga to'g'ri keladi. Bundan tashqari, 2,772 ppm (H a) va 2,684 ppm (H b) dagi yutilish sohalari mos ravishda $-\text{NH}(\text{CO})-\text{CH}_2-\text{CH}_2-\text{COOH}$ va $(-\text{NH}(\text{CO})-\text{CH}_2-\text{CH}_2)-\text{COOH}$ o'rin almashgan suksinil guruhiga to'g'ri keladi.



5-rasm. Xitozan (1) va N-SXZ (2) strukturalarining ^1H -YaMR spektrlari Almashinish tenglama yordamida hisoblanadi:

$$AD = \frac{A'x^{\frac{1}{4}}}{A''x^{\frac{1}{6}}} \times 100 = \frac{0.82' + 0.82x^{\frac{1}{4}}}{5.4 + 1''x^{\frac{1}{6}}} \times 100 = 41$$

Ushbu formulada AD almashingan suksinil guruhining $-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ (H a va H b) ga mos keladigan protonlarning ($-\text{NH}(\text{CO})-\underline{\text{CH}_2}-\underline{\text{CH}_2}-\text{COOH}$) integral qiymatini ifodalaydi. H-1, H-2, H-3, H-4, H-5 va H-6 ga mos keladigan protonlarning integral qiymatlarini esa A'' ifodalaydi. Almashinish darajasining hisoblangan qiymati 41% ni tashkil qiladi, umuman olganda, N-SXZ ning suvda eruvchanligi AD qiymatiga to'g'ri proporsionaldir.



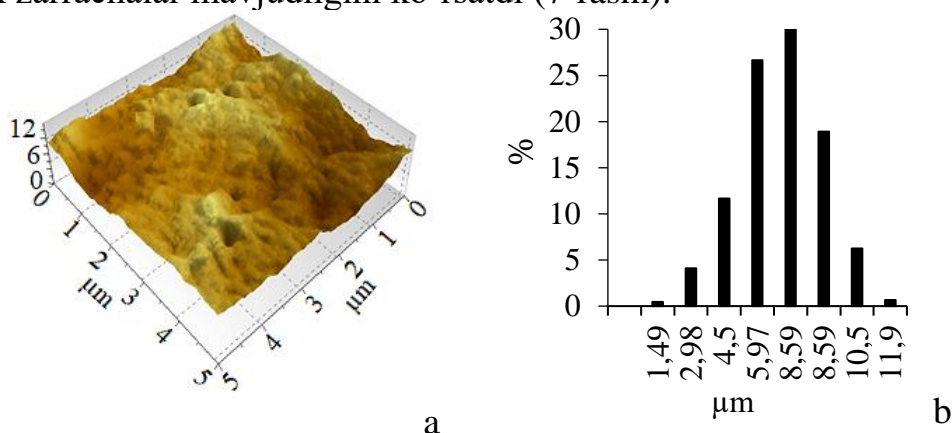
6-rasm. XZ (a) va N-SXZ ning (b) ^{13}C -YaMR spektrlari

XZ ning ^{13}C -YaMR spektriga ko'ra, quyidagi sohalarida tebranishlar mavjudligi aniqlandi. 60,821 ppm da C1 atomi (3,992), 77,209 ppm da C2 atomi (3,850), 60,824 ppm da C3 atomi (3,730), 75,687 ppm da C4 atomi (3,666), 71,019

ppmda C5 atomi (3,533), 56,686 ppm da esa C6 atomiga (3,124) xos boʻlgan yutilish sohalari mavjud.

N-SXZ ning ^{13}C -YaMR spektrida quyidagi sohalarda yutilishlar mavjud. 60,987 ppm da C1 atomiga (3,993), 77,378 ppm da C2 atomiga (3,847), 60,979 ppm da C3 atomiga (3,720), 75,849 ppm da C4 atomiga (3,663), 71,196 ppm da C5 atomiga (3,521), 56,841 ppm da C6 atomiga (3,121) xos yutilish sohalari mavjud. XZ ning ^1H -YaMR va N-SXZ ning ^{13}C -YaMR-spektrlarining qiyosiy tahlili 30,516 (a) va 39,781 (b) ppm da yangi yutilish sohalari hosil boʻlganligini koʻrsatadi. Bu yutilish sohalari suksinat anhidrid tarkibidagi ($-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$) C atomlariga xos boʻlgan yutilish sohalaridir. Ushbu yangi yutilish sohalarining borligi suksinil guruhining XZ bilan N-pozitsiyada bogʻlanganligini isbotlaydi.

N-suksinilxitozan plyonkalarining morfologiyasi AKM usulida oʻrganildi. Natijalar plyonkalar yuzasining notekisligini, ularda turli oʻlchamdagi sferik va nosferik zarrachalar mavjudligini koʻrsatdi (7-rasm).



7-rasm. N-SXZ namunasining fazaviy mikrofotografiyasi (a), zarrachalarning tarqalish gistogrammasi (b); maydon $5 \times 5 \mu\text{m}$

Yuzaning balandlik farqi taxminan 0-12 mkm oraliqʻida, yaʻni namuna ancha notekis koʻrinishga ega. Gistogrammada N-SXZ namunasining matritsasida turli oʻlchamdagi sferik zarrachalar shakllanganligi namoyon boʻlgan. Jumladan, 30% zarrachalarning oʻrtacha oʻlchami 8,6 mkm va tarqalish diapazoni 3-12 mkm ekanligi aniqlandi. XZ makromolekulasiga suksinil guruhi kiritilganligi sababli fazaviy mikrofotografiya N-SXZ morfologiyasining notekis va katta relefli yuzaga ega ekanini koʻrsatdi. Bu XZ hosilasi olinishida morfologiyasida amorf sohalarning koʻpayishi bilan izohlanadi.

Dissertatsiyaning «**N-suksinilxitozan *Bombyx mori* va uning metallokomplekslarining olinishi va xossalari**» nomli toʻrtinchi bobida N-SXZ/ Co^{2+} komplekslarining olinishi, ularning strukturasi va fizik-kimyoviy xossalari, shuningdek, N-SXZ/ Co^{2+} ning *Aphis pomi*, *Caliroa cerasi*, *Helicoverpa armigera* Hbn hamda Turkiston termitlari (*Anacanthotermes turkestanicus*) kabi zararkunanda hasharotlarga insektidsidlik taʻsiri boʻyicha natijalar taqdim etilgan.

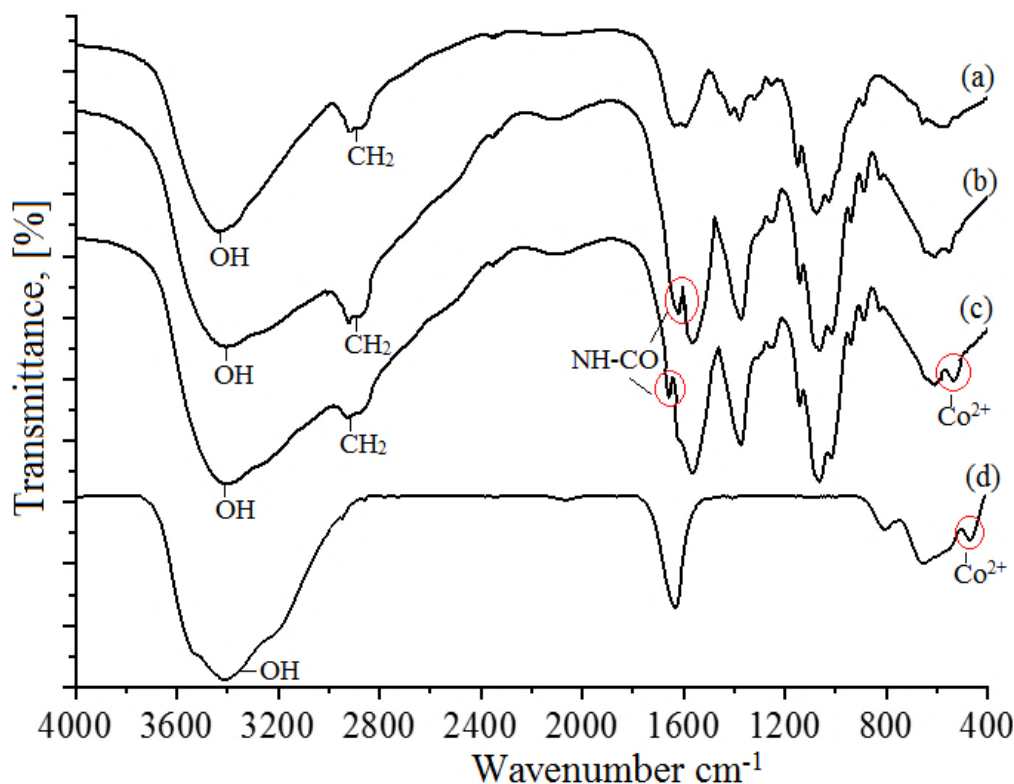
N-SXZ va Co^{2+} asosida uning metallokomplekslarini olindi, ular strukturasi, fizik-kimyoviy xossalari va morfologiyasini tadqiq etildi. Dastlabki XZ va u asosida olingan N-SXZ, N-SXZ/ Co^{2+} namunalarning fizik-kimyoviy xossalari oʻrganildi (2-jadval).

XZ va uning hosilalarining element tahlillari

№	Namunalar	N _{umum} , %	C % (Co ²⁺)	DAD, %	Kullik darjasi, %
1	XZ	8,50	-	87,0	0,89
2	N-SXZ	6,15	-	45,5	0,91
3	N-SXZ/Co ²⁺	5,50	5,83	46,0	6,16

Konduktometrik titrlash va element tahlil natijalari N-SXZ va N-SXZ/Co²⁺ dagi N_{umum} va -NH₂ guruhi ulushi dastlabki xitozandagi miqdoriga nisbatan tegishli 2,35-2,39 % va 30-41% ga kam ekanligini ko'rsatdi. Bu kimyoviy reaksiya XZ ning N-pozitsiyada borganini bildiradi. N-SXZ/Co²⁺ da kullik miqdorining dastlabki XZ va N-SXZ ga nisbatan deyarli 2 martaga oshishi, uning tarkibida Co²⁺ ionlari borligi bilan izohlanadi.

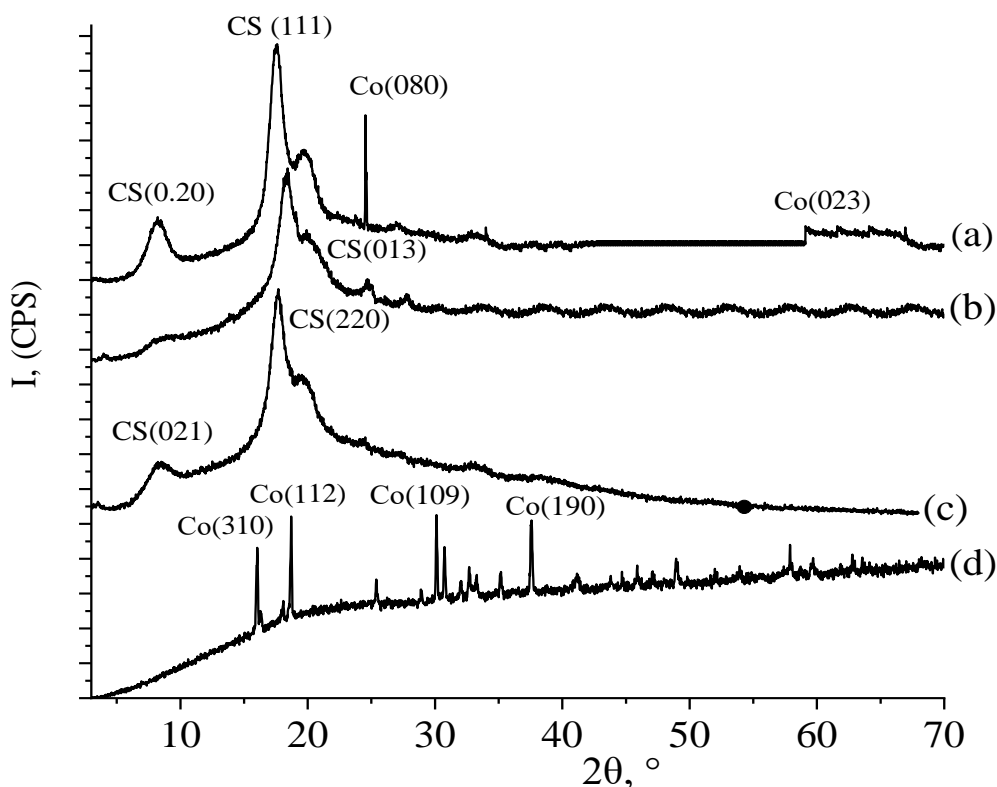
Reaksiyaning dastlabki komponentlari va ular asosida olingan hosilalarning strukturasi va ulardagi o'zgarishlarni kuzatish maqsadida IQ-spektroskopik tadqiqotlar o'tkazildi (8-rasm). Natijalar ko'rsatadiki, XZ ning IQ-spektrida 3400 sm⁻¹ to'liq uzunligida -OH va -NH₂ guruhlarning valent tebranishlariga mos keluvchi keng yutilish sohalari kuzatilgan, shuningdek, 1662 sm⁻¹ (ν=C=O) - amid I), 1572 sm⁻¹ (ν=C=O, C-N va δ=(N-H) -amid II), 1374 sm⁻¹ (δ=(CH₃), va 1162 sm⁻¹ (ν=C-O-C) valent tebranishlari mavjud. XZ va N-SXZ spektrlari taqqoslanganda, 1557 sm⁻¹ (ν=(N-H), Amid II), 1604 sm⁻¹ (ν=(C-N), Amid III) yutilish sohalari intensivligi oshishi va 1674 sm⁻¹ (ν=(C=O), Amid I) sohada kuchsiz yelka hosil bo'lishi suksinat anhidrid XZ ning -NH₂ guruhlari bilan kimyoviy ta'sirlashganligini va -NH-CO guruhlari (ν=(N-H), Amid II) hosil bo'lganini bildiradi.



8-rasm. IQ-spektroskopik analiz XZ (a), N-CXZ (b), N-CXZ/Co²⁺ (c) va CoCl₂ (d)

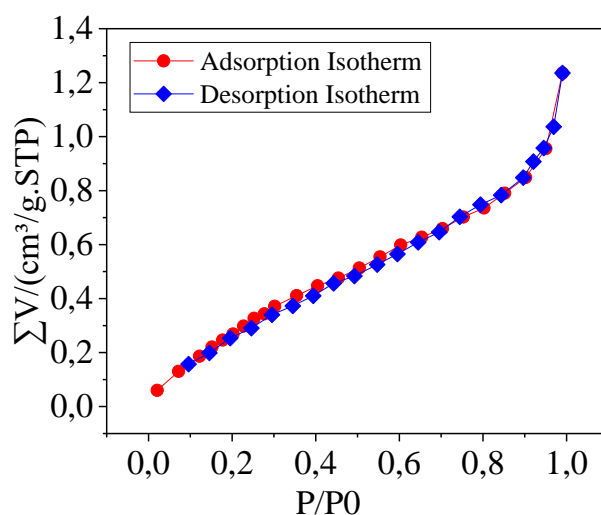
N-SXZ/Co²⁺ IQ-spektrida 473 sm⁻¹ dagi yutilish sohalari Co²⁺ uchun xosdir. Bundan tashqari, -NH-CO- guruhini xarakterlovchi yutilish sohalari kichikroq bo‘lib, 1694 sm⁻¹ sohada paydo bo‘lganligi kuzatildi. 1388 sm⁻¹ da yutilish sohasi -C-OH guruhi bilan bog‘liq, -OH guruhlariga xos bo‘lgan keng yutilish sohasi 3400 sm⁻¹ da aniq ko‘rinadi. Shuningdek 1556 sm⁻¹ (ν=(C-N), Amid III) sohadagi cho‘qqi yo‘qolganligi va 1578 sm⁻¹ (ν=(N-H), Amid II) yutilish sohasidagi intevsivlikning oshganligi N-SXZ/Co²⁺ birikmaning hosil bo‘lganligidan dalolat beradi.

CoCl₂, N-SXZ va N-SXZ/Co²⁺ namunalarining strukturasi XRD metodda o‘rganildi. XZ rentgen difraktogrammasida ikkita xarakterli kristall cho‘qqilar mavjud, biri 2θ=20° da kuchli cho‘qqi, ikkinchisi 2θ=10° dagi zaif cho‘qqi. Biroq, N-SXZ namunalarida 2θ=10° dagi cho‘qqi yo‘qoladi va 2θ=20°da cho‘qqining pasayishi XZ ning suksinillanishini ko‘rsatadi. Ushbu intensivlikning pasayishi XZ strukturasi o‘zgarishi, gidroksil hamda aminoguruhlar o‘rtasida -NH-CO bog‘ining hosil bo‘lishi va strukturadagi fazaviy o‘zgarishlar bilan bog‘liq.



9-rasm. N-SXZ/Co²⁺ (a), N-SXZ (b), XZ (c) va CoCl₂ (d) namunalarining rentgen difraktogrammalari

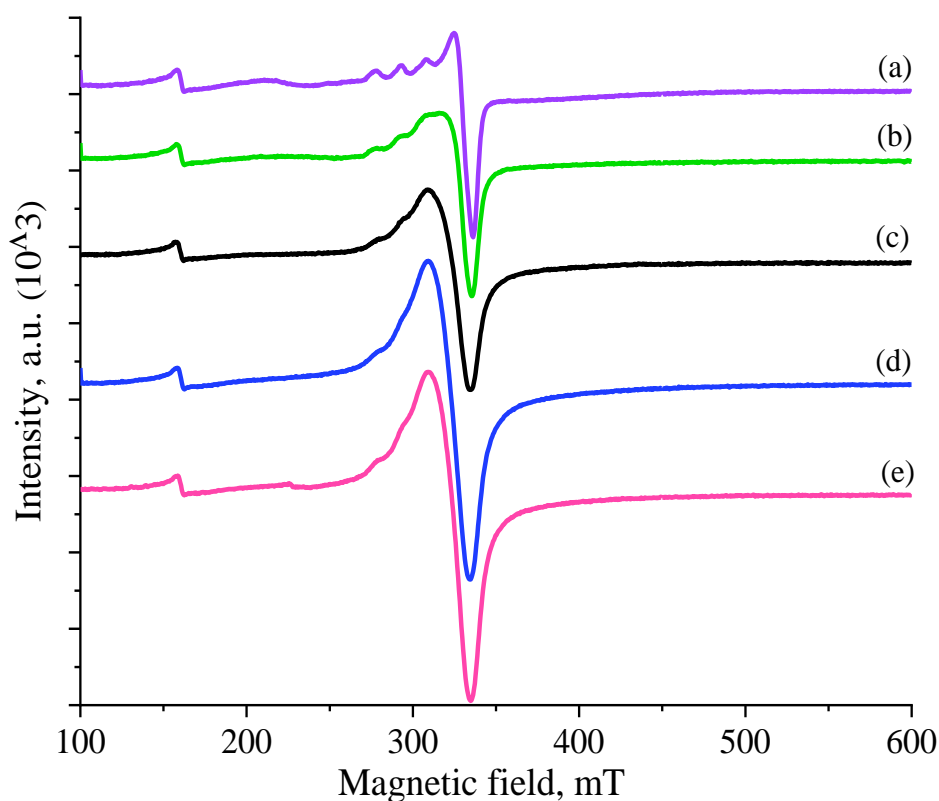
N-SXZ/Co²⁺ esa 2θ=20° va 2θ =10° sohadagi cho‘qqilarning intensivligi ortganligi hamda 2θ=26° sohada yangi cho‘qqining hosil bo‘lganligi Co²⁺ ionlari N-SXZ ning -COOH guruhlari bilan o‘zaro ion bog‘ hosil qilganligini bildiradi. 10:90 massa nisbatida olingan N-SXZ/Co²⁺ning sorbsion xossasi BET usuli yordamida o‘rganilgan. Bu tahlil har bir namuna Gisterezis halqasiga ega bo‘lgan IV turdagi izotermaga muvofiqligini tasdiqlaydi, bu adsorbsiya va desorbsiya jarayonlari bir-biriga to‘liq mos kelmasligini anglatadi (10-rasm). BET ko‘p nuqtali usuli bo‘yicha namuna sirt yuzasi 1,5214 m²/g, Lengmyur usuli bo‘yicha 4.6272 m²/g ga teng ekanligi aniqlandi, bu namunaning nisbatan kichik maxsus sirt yuzasiga ega ekanligini anglatadi.



10-rasm. 10:90 massa nisbatda olingan N-SXZ/Co²⁺ namunasining sorbsiya izoterması

BJH desorbtsiya usuli bilan umumiy g'ovak hajmi 0,0019 sm³/g, o'rtacha g'ovak diametri 5,0 nm ekanligi qayd etilgan. Adsorbtsiya asosidagi BJH usuli bo'yicha o'rtacha diametri 4,9 nm bo'lib, bu qiymatlar mezoporalar (4-6 nm) o'lchamlarga mos keladi.

N-SXZ/Co²⁺ ning strukturasi EPR va kvantkimyoviy hisoblashlar natijasida tadqiq etildi. Co²⁺ ionining elektron konfiguratsiyasi Co²⁺ → [Ar]3d⁷ 3 ta juftlashmagan elektron bor va bu konfiguratsiyaga ko'ra Co²⁺ ioni paramagnit bo'lib, S=3/2 spin holatiga ega. Shuning uchun Co²⁺ ionlari hosil qilgan kompleks birikmalarni EPR usulida o'rganiladi. EPR signali shakli va joylashuvi ligand muhitiga juda sezgir.



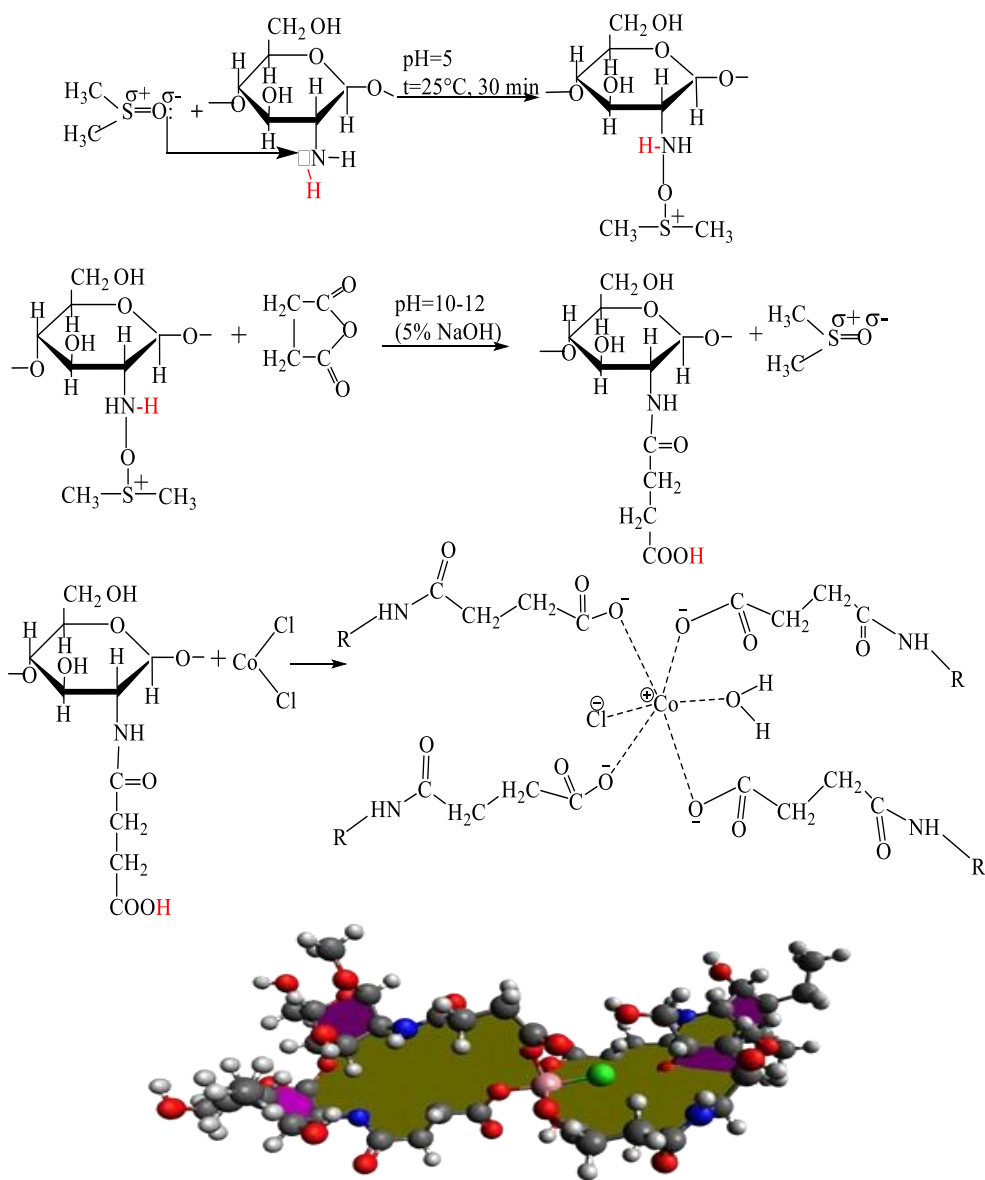
11-rasm. N-CX3/Co²⁺ metallkomplekslarining EPR tahlili: a) 90:10, b) 70:30, s) 50:50, d) 30:70, e) 10:90 (mass.)

Polisaxaridlar polifunksional tabiiy polimer bo'lib, Co^{2+} ionlari bilan faol donor atomlar saqlovchi guruhlar orqali kimyoviy bog'lanadi. Ko'rinadiki, N-SXZ/ Co^{2+} tarkibida $-\text{OH}$, $-\text{COOH}$, $-\text{O}-\text{NH}_2$, funksional guruhlar bo'lib ushbu guruhlar O yoki N atomi orqali Co^{2+} bilan ion, donor-akseptor mexanizmi bo'yicha bog'lar hosil qiladi. Natijada oktaedrik tuzilish kuzatiladi. Bunday sistemalarda Co^{2+} ionining elektron muhiti noaniq bo'lgani sababli EPR spektri anizotrop bo'ladi. Spekrning asosiy parametrlari: Co^{2+} (d^7 , $S=3/2$) holatida asosiy EPR o'tish: $\Delta M_s = \pm 1$ o'tishlar $|S=2 \rightarrow M_s = \pm 1/2 \leftrightarrow \pm 3/2$. EPR-spektrida asosiy o'tish ($|\pm 1/2\rangle \leftrightarrow |\pm 3/2\rangle$) past maydonda (odatda $g_{\text{eff}} \approx 4.2882$) kuzatildi. N-SXZ/ Co^{2+} metallokompleksida odatda quyidagi holatlar kuzatildi: $g_{\text{eff}} 4,3 \pm 0,1$ (asosiy o'tish), qo'shimcha g-faktor qiymati 2,1-2,3 atrofida, spektr liniyalari keng, anizotrop, ko'p hollarda aksial simmetriyada, xona haroratida olinganligi uchun signal keng va zaif bo'lgan (11-pacm).

$g_{\text{eff}} \approx 4.3$ signali - bu tipik oktaedral Co^{2+} ($S=3/2$) markaziga xos. Bu signal aksial yoki rombik simmetriya buzilishi mavjudligidan dalolat beradi ($D > h \nu$). Polisaxarid muhitida kislorod atomlari bilan bog'lanish sababli Co^{2+} atrofidagi ligand maydon ancha zaif, bu esa yuqori-spin holatni barqarorlashtiradi. Shuning uchun bu komplekslarda EPR faol markaz saqlanadi. EPR spektri: X-diapazon ($\approx 9,4$ GHz) olindi. Chiziq kengligi: 100-600 G. N-CX3/ Co^{2+} metallokompleksida g factor qiymatlari o'rtacha $g_{\text{eff}} \approx 4,29$ teng bo'lib oktaedr shaklda, anizotrop, keng chizikli, qo'shimcha g factor qiymatlari o'rtacha $g \approx 2,3545$ ga teng ekanligi aniqlandi.

N-SXZ/ Co^{2+} ning hosil bo'lishi yarim empirik PM3 usuli yordamida o'rganildi. Nazariyaning ushbu darajasida jami dipol momentlari, HOMO va LUMO energiyalari, termodinamik parametrlar va elektron taqsimoti aniqlangan. HOMO izoelektron xaritasida elektron zichlikning eng yuqori zichligi karbonil guruhlarining O atomlarida va qisman amid fragmentining N atomlarida joylashganligini ko'rish mumkin. Bu shuni ko'rsatadiki, molekulaning ushbu qismlari donor xarakterga ega bo'lib, Co^{2+} kabi elektrofil zarrachalar bilan asosiy koordinatsiya markazlari bo'lib xizmat qilishi mumkin. HOMO molekulaning elektron berish va nukleofil hujum yoki donor-akseptor o'zaro ta'sir jarayonlarida ishtirok etish qobiliyatini aks ettiradi. LUMO asosan suksinil o'rinbosarining karboksil guruhlarida joylashgan bo'lib, bu ushbu sohalarning akseptor tabiatini ko'rsatadi. Shunday qilib, aynan shu kislorodli fragmentlar tashqi donorlar bilan o'zaro ta'sirlashganda elektron ko'chish yo'nalishini belgilaydi. Elektron zichlikning bunday taqsimlanishi karboksil guruhlarining elektrofil markazlarga nisbatan yuqori reaksiya qobiliyati va monomerning kompleks hosil qilishga moyilligi bilan mos keladi.

Amaliy tadqiqotlar va nazariy hisoblashlar natijalariga ko'ra, N-SXZ/ Co^{2+} birikmasining taxminiy reaksiya mexanizmi taklif etildi:



12-rasm. N-SXZ/Co²⁺ kompleksi hosil bo‘lishining taxminiy mexanizmi N-SXZ/Co²⁺ namunalarning insektitsidlik xossalari termitlar lichinkalarida sinab ko‘rildi. O‘lim foizi Abbot formulasi yordamida hisoblab chiqilgan.



13-rasm. Turli konsentratsiyadagi N-SXZ/Co²⁺ eritmasining termitlarga ta‘siri Konsentratsiya ikki barobar oshirilganda, (0,5%) termitlarning o‘lim darajasi mos ravishda 5,0; 62,5 va 80,0% ni tashkil etgan. Keyingi variantda 1,0% N-SXZ/Co²⁺ eritmasi ta‘sirida oziqlanishning uchinchi kunida o‘lim darajasi 15,0%, beshinchi kunida 62,5%, yettinchi kunida esa 86,7% o‘lim qayd etilgan va 1% konsentratsiyada preparat termitlar uchun samarali ta‘siri aniqlangan.

XULOSALAR

“N-suksinilxitozan *Bombyx mori* va uning metallokomplekslarining sintezi, tuzilishi hamda insektitsidlik xossalari” mavzusida falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar taqdim etildi:

1. Suvli eritmalarda *Bombyx mori* xitozani va qahrabo kislotasining o‘zaro kimyoviy ta’sirlashuvi tadqiq qilindi hamda 15°C, pH=6,5 va 30 minut davomida dastlabki moddalar nisbati XZ/QK=1:1,2 mol bo‘lgan maqbul sharoitlar topilib, makromolekula quyi molekular kislota bilan o‘zaro H-H bog‘lar, elektrostatik kuchlar orqali ta’sirlashuvi aniqlandi.

2. Dimetilsulfoksid ishtirokida 25°C, pH=5,5 va 30 daqiqa davomida *Bombyx mori* xitozani va suksinat angidridi tegishlicha, 1:1 mol nisbatda ta’sirlashib, kovalent bog‘lar vositasida N-suksinilxitozan olishning optimal sintez sharoitlari ishlab chiqildi va -NH-CO- bog‘larning hosil bo‘lishi isbotlandi.

3. DMSO XZ uchun "yaxshi erituvchi" bo‘lib, uning muhitida polimerning konformatsiyasi yoyilgan yoki chiziqli tuzilmalarga o‘zgaradi va amin guruhlari faol reaksiyon holatga o‘tadi. DMSO yuqori qutbli erituvchi sifatida makromolekulada qutblanishga olib keladi, bu C, N, O atomlari orasidagi elektron zichlikning delokalizatsiyasi natijasida modifikatsiyasi N-pozitsiyada sodir bo‘lishi ¹H va ¹³C-YaMR usullarida aniqlandi.

4. N-suksinilxitozan va Co²⁺ ionlari asosida uning metallokomplekslari olindi, ularning strukturasi, morfologiyasi tadqiq etildi. Modifikatsiya jarayonida strukturaning kompaktlashuvi va amorflashuvi natijasida xitozan-N-suksinilxitozan-N-suksinilxitozan/Co²⁺ qatorida zarrachalarning gidrodinamik o‘lchamlari tegishlicha: 86 nm gacha kichrayib borishi, sorbsion qobiliyati o‘rganilganda 50:50 va 10:90 namunalarning sirt yuzasi 0,9889 m²/g dan 1,5214 m²/g gacha oshib borishi ko‘rsatildi.

5. EPR-spektroskopik nazariy hisoblashlar natijasida N-suksinilxitozan/Co²⁺ namunasida markaziy atom – Co²⁺ ionlari oktaedr shaklga ega bo‘lishi hamda makroligandning suksinil guruhlari hamda quyi molekulyar ligandlar bilan 6 koordinatsion soniga muvofiq polimermetalokomplekslar hosil qilishi aniqlandi.

6. Sintez qilingan namunalarning fizik-kimyoviy va insektitsidlik xossalarini tadqiq etish asosida “sintez-struktura-xossa” orasidagi o‘zaro bog‘liqlik topildi hamda *Aphis pomi*, *Caliroa cerasi*, *Helicoverpa armigera* Hbn hamda *Anacanthotermes turkestanicus* zararkunanda hasharotlari lichinkalariga qarshi insektitsidlik xossalari o‘rganilib, N-suksinilxitozan/Co²⁺ 1% li eritmasining insektitsidlik faolligi 92±1% ga teng ekanligi ko‘rsatildi.

7. Xitozan suksinat, N-suksinilxitozan va N-suksinilxitozan/Co²⁺ namunalarning toksiklik xususiyatlari o‘rganildi. Ruxsat etilgan sutkalik doza 7,2 mg-0,12 mg/kg darajasida, LD₅₀ dozasi 5000,0 mg/kg dan ortiq bo‘lib, IV sinf - kam zaharli birikmalarga mansubligi aniqlandi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.02/30.12.2019.К/ФМ/Т.36.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ
ПРИ ИНСТИТУТЕ ХИМИИ И ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ**

ИНСТИТУТ ХИМИИ И ФИЗИКИ ПОЛИМЕРОВ

МАМАСАЛИЕВ УЛУГБЕК МАХАММАТОВИЧ

**СИНТЕЗ, СТРУКТУРА И ИНСЕКТИЦИДНЫЕ СВОЙСТВА N-
СУКЦИНИЛХИТОЗАНА *ВОВУХ МОРИ* И ЕГО
МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСОВ**

02.00.06 – Высокомолекулярные соединения

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА ФИЛОСОФИИ (PhD) ПО ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Ташкент –2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2024.2.PhD/K773

Диссертация выполнена в Институте химии и физики полимеров.
Автореферат диссертации на трёх языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (polchemphys.uz) и Информационно-образовательном

Научный руководитель: **Вохидова Ноира Рахимовна**
доктор химических наук, профессор

Официальные оппоненты: **Мухамедиев Мухторжон Ганиевич**
доктор химических наук, профессор
Йулдошов Шерзод Абдуллаевич
доктор химических наук, старший научный сотрудник

Ведущая организация: **Бухарский государственный университет**

Защита диссертации состоится «19» 12 2025 г. в 14⁰⁰ часов на заседании Научного совета DSc.02/30.12.2019.K/FM/T.36.01 при Институте химии и физики полимеров: (Адрес: 100128, г. Ташкент, ул. Абдулла Кадыри, 7-б. Тел. (99871) 241-85-94; факс: (99871) 241-26-61, e-mail: polymer@academy.uz)

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института химии и физики полимеров за №49 (Адрес: 100128, г. Ташкент, ул. Абдулла Кадыри, 7б, Тел. (99871) 241-85-94)

Автореферат диссертации разослан «7» 12 2025 года
(протокол рассылки № 7 от «7» 12 2025 года).


С.Ш. Рашидова
Председатель научного совета по присуждению ученых степеней, д.х.н., профессор, академик

М.М. Усманова
Ученый секретарь научного совета по присуждению ученых степеней, к.х.н., старший научный сотрудник

В.О. Кудышкин
Заместитель председателя научного семинара при научном совете по присуждению ученых степеней, д.х.н., профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам)

Актуальность и необходимость темы диссертации. В мире возрастает потребность к экологически безопасным полимерным препаратам для борьбы с вредителями насекомыми, встречающимися в растениях. Такие препараты проявляют высокую биологическую эффективность и оказывают активное ускоряющее действие при небольших нормах расхода.

В настоящее время в ведущих научных центрах мира наблюдается огромный интерес к синтезу различных соединений хитозана, исследованию их физико-химических свойств, а также к созданию на их основе перспективных инновационных агропрепаратов. В частности, представляет научно-практический интерес модификация хитозана органическими кислотами для получения его водорастворимых производных, изучение их химическую структуру и свойства, а также создание на их основе нетоксичные препараты с комплексным действием, обладающие выраженной биологической активностью против вредных насекомых с инсектицидными свойствами и специальными характеристиками.

В республике реализуются комплексные меры по утилизации промышленных отходов и созданию на их основе эффективной, импортозамещающей и ориентированной на экспорт продукции, что способствует экономическому росту и научно обоснованной поддержке отечественного производства. Значительные достижения достигнуты в производстве конкурентоспособной полимерной продукции. В частности, получены важные результаты в создании инновационных продуктов, применяемых при обработке различных сельскохозяйственных культур, на основе природных полимеров и их производных.

Стратегия действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан определяет задачи¹ “... производство готовой продукции с высокой добавленной стоимостью на основе глубокой переработки местного сырья, разработка принципиально новых видов продукции и технологий и на этой основе обеспечение конкурентоспособности национальных товаров на внутреннем и внешнем рынках.” В связи с этим, важны научные и практические исследования, направленные на синтез N-сукцинилхитозана *Bombux mori* и его металлокомплексов, изучение условий синтеза, определение его структуры и свойств, а также его применение в качестве инсектицида в сельском хозяйстве. В определенной степени данное диссертационное исследование служит выполнению задач, предусмотренных Указом Президента Республики Узбекистан № УП-4947 от 7 февраля 2017 года “О Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан”, Постановлении Президента Республики Узбекистан № ПП-2789

¹ Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года № УП-60 “О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы.”

от 17 февраля 2017 года “О мерах по дальнейшему совершенствованию деятельности Академии наук, организации, управления и финансирования научно-исследовательской деятельности”, а также в иных нормативных и правовых документах, утверждённых в данной области.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий республики. Это исследование проведено в соответствии с приоритетным направлением развития науки и технологий республики VII “Химические технологии и нанотехнологии”.

Степень изученности проблемы. В ведущих научных центрах мира высокими темпами ведутся научные исследования, направленные на изучение фундаментальных основ получения комплексов биополимера - хитозана и его производных с определёнными d-металлами, а также на разработку агропрепаратов на их основе. Ряд опубликованных научных работ посвящен получению различных агропрепаратов на основе хитозана и его производных, а также изучению их свойств. В частности, на развитие научных исследований по применению хитозановых агропрепаратов внесли достойный вклад следующие зарубежные учёные и научные школы: Zhu Aiping, Bo Lu, Hia Liu, Hia Oyan Qing, Rong Fan, Yoshinori Kato, N.T. Thu Thao, Atefeh Afroozan Bazghaleh, Mojtaba Dogolsar, Shahid Bashir, Yin Yin Teo, Manuel Terrazas-Lopez, Naun Lobo-Galo, Everton Lucas de Lima, Ninja Fittipaldi Vasconcelo, Teeratas Kansom, Choong Jeon, Pedro Fardim. Также исследователями из стран СНГ, в том числе, Р.Р. Вилдановой, Н.Н. Сигаевой, С.В. Колесовым и др. изучены биоактивные свойства производных ХЗ против патогенных микроорганизмов.

В этом аспекте, изучение фундаментальных и прикладных аспектов получения сукцината хитозана (СХЗ), N-сукцинилхитозана (N-СХЗ) и его металлокомплексов, а также разработка эффективных полимерных инсектицидов на их основе имеет научно-прикладное значение.

В нашей республике, в научной школе академика Рашидовой С.Ш. ученые вносят свой вклад в развитие хитинологии, в частности, в извлечение хитин-хитозана из различных источников, в синтезе производных хитозана и исследовании их свойств, а также в создание эффективных препаратов для медицины, ветеринарии, сельского хозяйства и других отраслей промышленности. Следует отметить, что исследования, посвященные синтезу ХЗС, N-СХЗ и его металлокомплексов, изучению их химической структуры, корреляции между «синтез-структура-свойства», а также их инсектицидные свойства недостаточно изучались. С этой точки зрения, в связи с ростом заболеваемости и вредоносности в аграрном секторе, фундаментальные исследования в этой области создают необходимость разработки экологически безопасных полимерных препаратов для агропромышленного комплекса.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ научно-исследовательского учреждения, где выполнена диссертация. Данное диссертационная работа выполнена в рамках фундаментальных и прикладных проектов Института химии и физики полимеров Академии наук Республики Узбекистан, в частности, КА-12-001

«Разработка технологии получения металлокомплексов хитозана и его производных, их использование в профилактике и лечении заболеваний сельскохозяйственных культур (вилт, корневая гниль и монилиоз)» (2015-2017 гг.); ПЗ 20170925130 «Разработка комплексных экологически безопасных препаратов с фунгицидными, бактерицидными и инсектицидными свойствами на основе хитозана и его производных» (2018-2019 гг.); ОТ-F7-01 «Нанополимерные системы: роль кинетических и электронных основ в создании материалов особых свойств» (2016-2020 гг.).

Целью исследования является синтез сукцината хитозана, N-сукцинилхитозана и его полимерметаллокомплексов с ионами Co^{2+} , изучение их структуры, физико-химических и инсектицидных свойств.

Задачи исследования:

изучение химической природы взаимодействия между макромолекулами янтарной кислоты и хитозана в водных растворах;

исследование взаимодействия хитозана *Bombyx mori* с янтарным ангидридом в присутствии диметилсульфоксида (ДМСО) и предложение предполагаемого механизма реакции;

изучение структуры, физико-химические свойства сукцината хитозана и N-сукцинилхитозана, полученных в выбранных условиях синтеза, а также установление взаимосвязи между "синтез-структура-биоактивные свойства";

получение металлокомплексов на основе N-сукцинилхитозана и Co^{2+} , изучение их структуры, физико-химических свойств и биологической эффективности против вредителей растений, таких как тли (*Aphis pomi*), трипсы (*Thysanoptera*), паутинный клещ (*Tetranychus urticae Koch*), цикада (*Cicadidae*), хлопковая совка (*Helicoverpa armigera Hbn*) и их личинки;

исследование предварительных химических механизмов синтеза N-сукцинилхитозана в среде ДМСО и N-сукцинилхитозана/ Co^{2+} N-СХЗ/ Co^{2+} в водных растворах;

изучение токсичности синтезированных производных хитозана по отношению к экосистеме с помощью экспериментальных и теоретических методов.

Объектом исследования являлись сукцинат хитозана, N-сукцинилхитозан, комплексы N-сукцинилхитозан/ Co^{2+} .

Предмет исследования - синтез производных хитозана заданного состава на основе изучения химических взаимодействий хитозана *Bombyx mori* с янтарным ангидридом и янтарной кислотой; проведение фундаментальных исследований по синтезу полимерметаллокомплексов N-сукцинилхитозана, обладающих биологически активными свойствами.

Методы исследования: в исследованиях использовались классические и современные методы исследования, такие как элементный анализ, вискозиметрия, кондуктометрическое и потенциометрическое титрования, сорбционные исследования, ИК- и УФ-спектроскопия, ядерно-магнитный резонанс (^1H и ^{13}C ЯМР), ЭПР, ДРС, электронно-микроскопические методы (АКМ, СЭМ), термический анализ (ТГ, ДСК), теоретическое моделирование и др.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

впервые были изучены фундаментальные аспекты получения N-СХЗ и ХЗС, путем химического взаимодействия хитозана *Bombyx mori* с янтарным ангидридом и янтарной кислотой, в среде ДМСО и воде соответственно. Выявлены особенности взаимодействий, заключающиеся в том, что янтарный ангидрид реагирует с макромолекулой полисахарида посредством образования ковалентных связей, тогда как связь между янтарной кислотой и макромолекулой хитозана имеет ионную природу.

установлена взаимосвязь между условиями синтеза (молекулярная масса и степень деацетилирования хитозана, концентрация раствора, значение pH, химическая природа растворителя, продолжительность синтеза, соотношение компонентов и др.) и химических структур (сукцинат хитозана и N-сукцинилхитозан), а также их физико-химическими свойствами;

установлено предполагаемый механизм синтеза полимерметаллокомплексов и показано, что N-сукцинилхитозан/ Co^{2+} (N-СХЗ/ Co^{2+}) обладают высокой биологической эффективностью при использовании в качестве инсектицида.

Практические результаты исследования являются:

обнаружено, что полимерметаллокомплексы N-сукцинилхитозана/ Co^{2+} *Bombyx mori* обладают высокой биологической эффективностью при их использовании для ингибирования роста и развития личинок насекомых-вредителей сельскохозяйственных растений.

Достоверность результатов исследования. Научные результаты, полученные в рамках диссертации апробированы на республиканских и международных конференциях, а также полученные экспериментальные результаты являются точными, воспроизводимыми и не противоречат данным, полученным другими исследователями. Для интерпретации синтезированных образцов использованы классические и современные физико-химические методы исследования полимеров, и результаты были опубликованы в профильных научных журналах.

Научно-практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость результатов исследований заключается в установлении предполагаемого механизма реакций макромолекул хитозана с янтарным ангидридом и янтарной кислотой. Установлено, что ДМСО взаимодействуя с хитозаном, увеличивает электронную плотность в С2 положении, повышает доступность $-\text{NH}_2$ групп для ковалентного связывания с функциональными группами янтарного ангидрида. Следовательно, при взаимодействии хитозана с янтарной кислотой, образуется комплекс между ее карбоксильными группами и протонированными аминогруппами полимера, посредством ионных связей.

Практическая значимость результатов исследований заключается в создании экологически безопасных биоактивных инсектицидов на основе хитина-хитозана, возобновляемого, биоразлагаемого полимера, получаемого из вторичных отходов шелковой промышленности.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных научных результатов «Синтез, структура и инсектицидные свойства N-сукцинилхитозана *Bombyx mori* и его металлокомплексов»:

изучены инсектицидные свойства растворов ХЗС и зарекомендован к внедрению в “Агентстве по карантину и защите растений Узбекистана, Институт карантина и защиты растений” (справка № 07/02-11-59 от 7 апреля 2025 года) и в “Национальном центре знаний и инноваций Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан” (справка № 05/06-02-557 от 2 июня 2025 года)”;

Полученные данные по синтезу N-сукцинилхитозана и изучению их физико-химических свойств были использованы для создания новых материалов и их физико-химического анализа в 4 журналах с высоким импакт-фактором (IF) (International Journal of Biological Macromolecules 2024, V.131808, Elsevier, IF=7,7; Carbohydrate Research, 2024, V.109192, Elsevier, IF=8,4; Polymer Bulletin, 2024, V.81, Springer, IF=3,2; Advances in Polymer Technology. - 2025, V. 1631, Springer, IF=2,0). Результаты исследования позволили синтезировать N-сукцинилхитозан на основе хитозана и сукцинатного ангидрида;

Образцы N-сукцинилхитозана были использованы для получения нанокапсул N-сукцинилхитозана и его модификаций, содержащих наночастицы Cu, в рамках проекта RIFI Project 2024 PVB, выполняемого в Даляньском Институте химической физики Китайской Академии наук, согласно справке № 116023 от 22 сентября 2025 года. В результате выявлено их биостимулирующее действие на растение *Astragalus membranaceus* и достигнута высокая биологическая эффективность.

Апробация результатов исследования. Основные результаты диссертации были представлены и обсуждены на 5 международных и 14 республиканских научно-практических конференциях.

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 24 научных работ, из них 5 статей в научных изданиях, рекомендованных для публикации основных научных результатов диссертаций доктора философии (PhD) Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан, в том числе 2 в республиканских и 3 в зарубежных журналах.

Структура и объём диссертации. Структура диссертации состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы и приложений. Объём диссертации составляет 120 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и необходимость выбранной темы диссертации, сформулированы цель и задачи исследования, определены его объект и предмет. Показано соответствие выполненного исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Изложены научная новизна и полученные практические

результаты, обоснована достоверность научных выводов. Раскрыта теоретическая и практическая значимость полученных результатов, сделаны выводы о перспективах их внедрения в практику. Представлены сведения о опубликованных научных работах, а также информация о структуре диссертации.

В первой главе диссертации **"Синтез, структура и инсектицидные свойства хитозана сукцината, N-сукцинилхитозана и их металлокомплексов"** приведен аналитический обзор и критический анализ научной литературы по изучению методов получения, структуры, функциональной активности, а также взаимосвязи физико-химических свойств со структурными особенностями производных ХЗ, изложены данные по их применению в различных отраслях. Кроме того, особое внимание уделяется методам получения металлокомплексов N-СХЗ/ Co^{2+} и изучению его физико-химических и биоактивных свойств.

Во второй главе диссертации **«Объекты и методы исследования»** приведены способы получения и физико-химические методы исследования ХЗС, N-СХЗ и металлокомплексов N-СХЗ/ Co^{2+} на основе ХЗ *Bombyx mori*.

В третьей главе диссертации **"Получение, физико-химические и инсектицидные свойства хитозана сукцината и N-сукцинилхитозана *Bombyx mori*"** приведены результаты исследований по синтезу, физико-химическим свойствам и применению образцов ХЗС и N-СХЗ.

Известно, что с каждым годом возрастает внимание к производству экологически безопасных препаратов на основе местного сырья. Поэтому была выдвинута идея получения новых экологически безопасных водорастворимых препаратов на основе ХЗ *Bombyx mori*. Получение образцов ХЗС и N-СХЗ является перспективным направлением.

В суспензионном методе при $\text{pH} > 7$ выделяли депротонированный ХЗ, а его эквивалентное соотношение, способное взаимодействовать с янтарной кислотой, определяли по электропроводности раствора при кондуктометрическом титровании. Приготовлены 0,5% раствор ХЗ в 0,1 М HCl , после чего титровали 1,0% раствором $\text{HOOC-CH}_2\text{-CH}_2\text{-COOH}$ (рис.1).

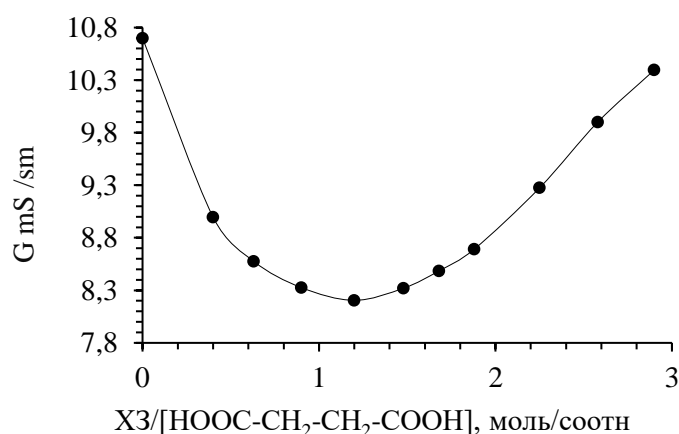


Рис. 1. Зависимость электропроводности раствора ХЗ *Bombyx mori* от мольного соотношения янтарной кислоты; ММ=198 кДа

Установлено, что при соотношении ХЗ/ЯК=1:1,2 моль наблюдается низкая электропроводность (рис.1). Это связано с тем, что в этих соотношениях $-\text{NH}_3^+$ группы ХЗ полностью блокируются с отрицательно заряженными $-\text{COO}^-$ группами янтарной кислоты. Следовательно, дальнейшее титрование приводит к наличию свободных заряженных групп, и соответственно, наблюдается повышение электропроводности раствора.

Исходные компоненты и образцы ХЗС идентифицированы спектральными методами. В ИК-спектре ХЗ при 3406 см^{-1} наблюдаются широкие области поглощения, соответствующие валентным колебаниям $-\text{OH}$ и $-\text{NH}_2$ групп, а также валентные колебания при 1653 см^{-1} ($\nu = (\text{C}=\text{O})$ -амид I), 1582 см^{-1} ($\nu = (\text{C}=\text{O}, \text{C}-\text{H}$ и $\delta = (\text{N}-\text{H})$ -амид II), 1421 см^{-1} ($\delta = (\text{O}-\text{H})$), 1375 см^{-1} ($\delta = (\text{CH}_3)$), и 1151 см^{-1} ($\nu = (\text{C}-\text{O}-\text{C})$) (рис.2; а). В полученных ИК-спектрах ХЗС наблюдались поглощения, отличающие от исходного хитозана. В частности, наблюдались сдвиги характерных поглощений ацетамида и аминогрупп хитозана в области от 1655 см^{-1} до 1660 см^{-1} .

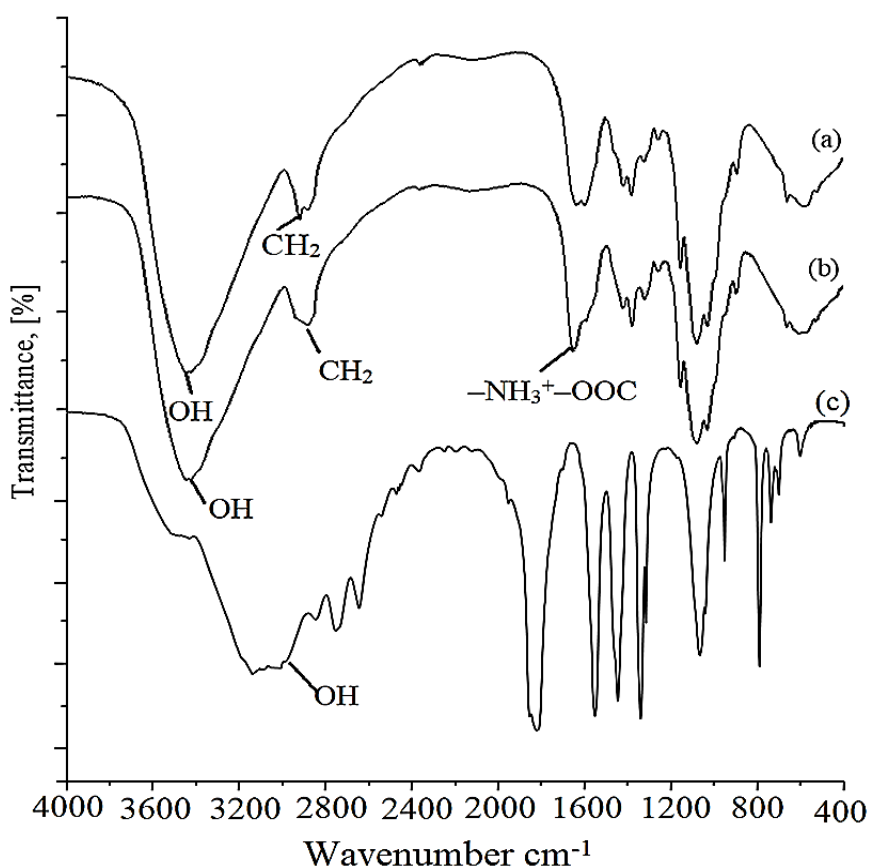


Рис. 2. ИК-спектроскопического анализа образцов ХЗ (а), ХЗС (б) и янтарной кислоты (с)

Кроме того, при сравнении спектров ХЗС намечается увеличение интенсивности областей поглощения 1284 см^{-1} ($\nu = (\text{N}-\text{H})$, Амид II), 1620 см^{-1} ($\nu = (\text{C}-\text{N})$, Амид II). Это указывает на ионное взаимодействие янтарной кислоты с ХЗ: $-\text{NH}_3^+ \dots -\text{OOC}$.

Результаты АСМ образцов ХЗС показали, что поверхность пленок неровная, в них присутствуют сферические и несферические частицы.

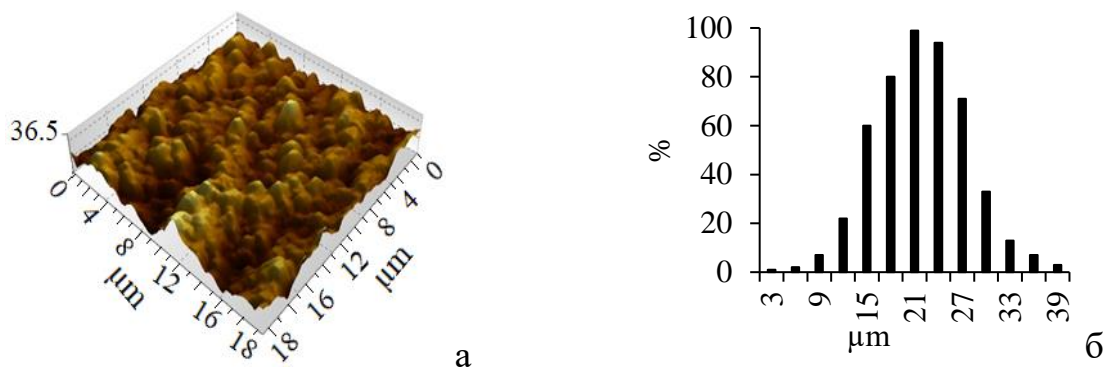


Рис. 3. Фазовая микрофотография образца ХЗС (а), гистограмма распределения частиц (б) по размерам

Результаты АСМ анализа ХЗС показали, что поверхность пленки неровная. На гистограмме распределения частиц их размер варьируется от 3 мкм до 39 мкм, а средний размер составляет 21 мкм.

Синтез и структурные, гидродинамические и морфологические свойства N-сукцинилхитозана

Синтез образца N-СХЗ *Bombux mori* проводили в среде в 20 мл раствора ДМСО, для этого использовали ХЗ с ММ=198 кДа, ДАД=87%. В реакционную смесь добавляли раствор ХЗ и янтарный ангидрид, соответственно 1:1 мольн. соотн и перемешивали в течение 24 часов на магнитной мешалке, затем реакционную смесь титровали 5% NaOH до pH=5. Реакционную смесь отфильтровали и далее, дисперсную систему оттитровали с 5% NaOH до pH=12 до образования целевого продукта, следовательно, раствор отправили в полупроницаемую мембрану для очистки его от непрореагирующих и побочных компонентов реакции. Диализ проводили в течение 3 суток. После чего, полученный продукт высушили в лиофильной сушилке при температуре -50°C до постоянной массы.

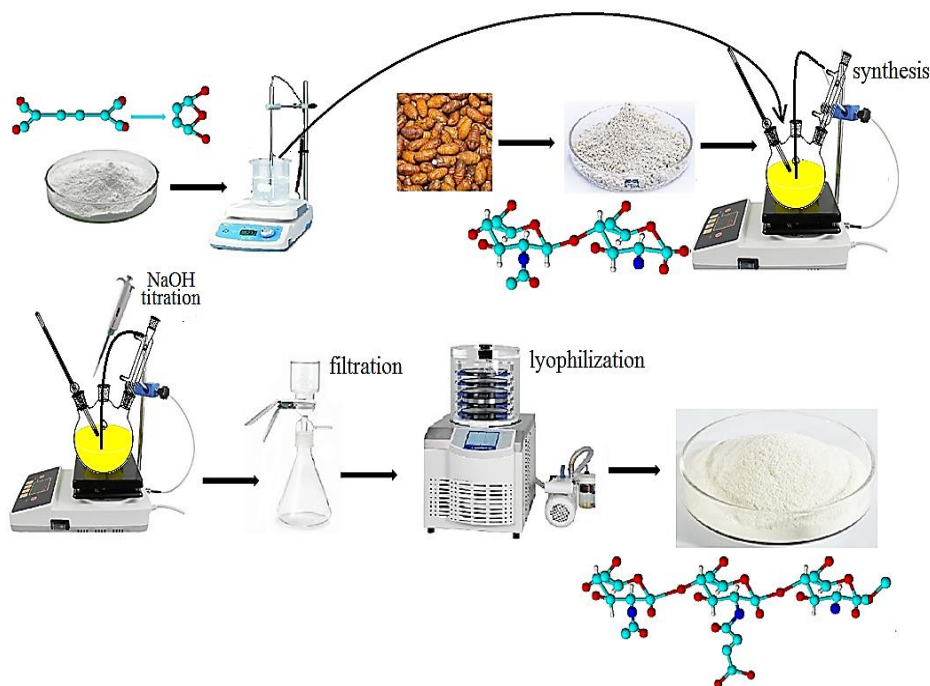


Рис. 4. Схема синтеза N-сукцинилхитозана

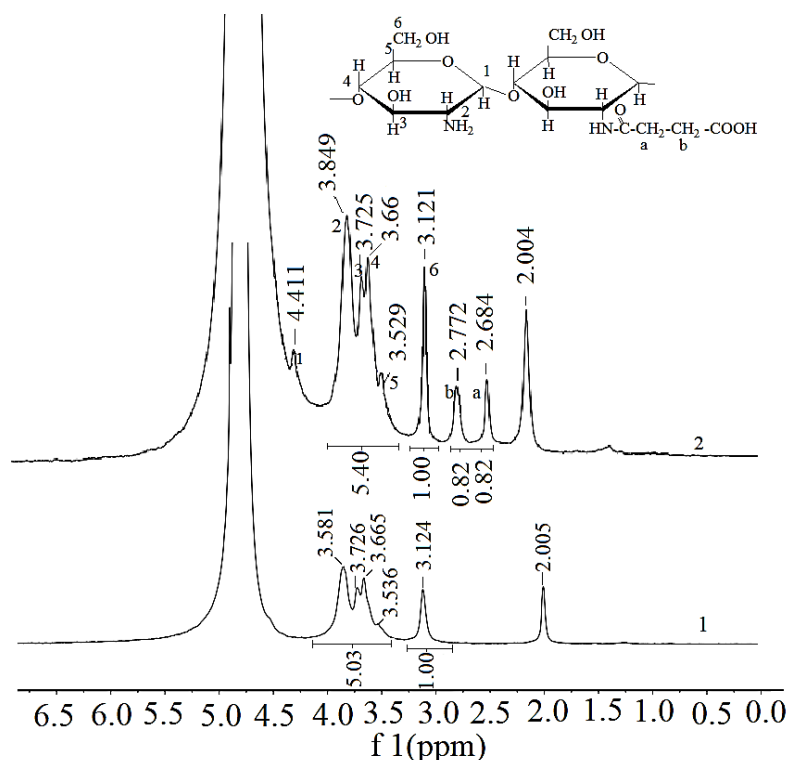
Элементный анализ состава образцов ХЗ и N-CXЗ

№	Образцы	pH	N _{общ} , %	СДА, %
1	ХЗ	7	8,5	87
2	N-CXЗ	7	6,2	45,6

Результаты показывают, что количество NH₂ групп в N-CXЗ меньше, чем NH₂ групп в ХЗ, что может быть связано с образованием -NH-CO-связи при взаимодействии NH₂ групп ХЗ с янтарным ангидридом. Степень замещения протона группы -NH₂ на сукцинильные группы составляет около 41%.

По сравнению ИК-спектров ХЗ и N-CXЗ видно, что полосы поглощения, характерные для групп -ОН и -NH₂ в спектре N-CXЗ, шире при 3361 см⁻¹. Видно, что интенсивность областей при 2877 см⁻¹ (-CH₂), 1559 см⁻¹ (амид I) и 1378 см⁻¹ (амид III), увеличилась. В спектре N-CXЗ проявляются дополнительные полосы поглощения: а) при 1647 см⁻¹, б) при 1559 см⁻¹, которые являются полосами поглощения карбонильных групп, которые, возможно, образовались при раскрытии кольца в янтарном ангидриде. Повышение интенсивности в областях 1559 см⁻¹ (ν= (N-H), амид II) и 1378 см⁻¹ (ν= (C-N), амид III) объясняется заменой аминогрупп ХЗ сукцинильными группами, т.е. образованием -NH-CO-групп.

Для выявления химической структуры ХЗ и N-CXЗ использовали метод ¹H-ЯМР спектроскопического анализа (рис. 5). Области поглощения при 4,411 ppm соответствуют пику Н-1 глюкозамина, а области поглощения при 3,849-3,121 ppm соответствуют Н-2, Н-3, Н-4, Н-5, Н-6 и N-ацетилированной Н-2.

Рис. 5. ¹H-ЯМР-спектры образцов ХЗ (1) и N-CXЗ (2)

Так же, области поглощения при 2,772 ppm (H a) и 2,684 ppm (H b) соответствуют замещенной сукцинильной группе -NH (CO) -CH₂-CH₂-COOH и (-NH (CO) -CH₂-CH₂)-COOH).

Степень замещения вычисляется с помощью уравнения:

$$AD = \frac{A'x\frac{1}{4}}{A''x\frac{1}{6}} \times 100 = \frac{0,82' + 0,82 x \frac{1}{4}}{5,4 + 1'' x \frac{1}{6}} \times 100 = 41\%$$

В формуле AD представляет собой интегральное значение замещенной сукцинильной группы (-NH (CO) -CH₂-CH₂-COOH) протонов, соответствующих -CH₂-CH₂- (H a и H b). Интегральные значения протонов, соответствующие H-1, H-2, H-3, H-4, H-5 и H-6, представлены A''. Расчетное значение степени замещения составляет 41%, в целом растворимость N-CX3 в воде прямо пропорциональна со значением степени замещения.

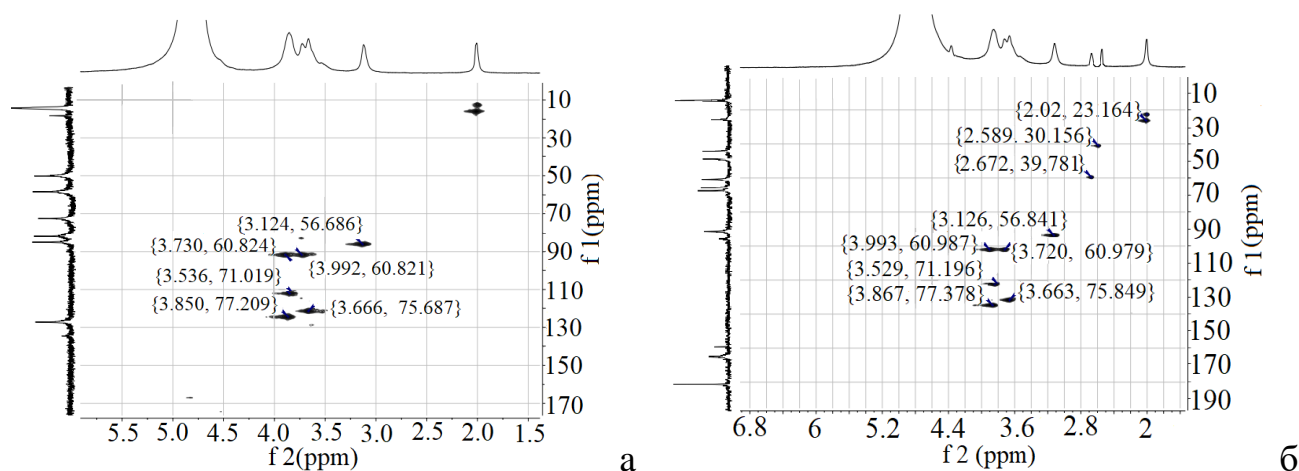


Рис. 6. ¹³C-ЯМР-спектры образцов X3 (а) и N-CX3 (б)

Согласно ¹³C-ЯМР спектру X3 было обнаружено наличие характерных колебаний поглощения в следующих областях: для атома C1 при 60,821 ppm (3,992), для атома C2 при 77,209 ppm (3,850), для атома C3 при 60,824 ppm (3,730), для атома C4 при 75,687 ppm (3,666), для атома C5 при 71,019 ppm (3,533), а также для атома C6 при 56,686 ppm (3,124).

По ¹³C-ЯМР спектру N-CX3 видно, что образуются полосы поглощения в следующих областях: 60,987 ppm характерно для C1 (3,993), 77,378 ppm характерно для атома C2 (3,847), 60,979 ppm характерно для атома C3 (3,720), 75,849 ppm характерно для атома C4 (3,663), 71,196 ppm характерно для атома C5 (3,521), 56,841 ppm характерно для атома C6 (3,121). Сравнительный анализ ¹H-ЯМР-спектра X3 с ¹³C-ЯМР-спектром N-CX3 показывает наличие новых областей поглощения при 30,516 (а) и 39,781 (б) ppm. Эти области поглощения характерны для (-CH₂-CH₂-) атомов углерода в янтарном ангидриде. Наличие этих новых областей поглощения доказывает, что янтарный ангидрид связывается с X3 по N-положению.

Морфологию пленок N-сукцинилхитозана изучали АСМ методом. Результаты показывают, что поверхность пленок неровная, в них присутствуют сферические и несферические частицы различного размера (рис. 7).

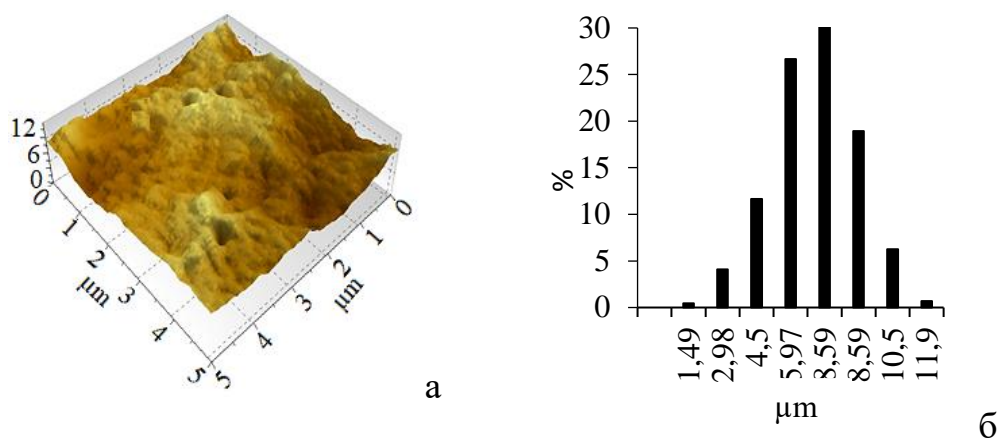


Рис. 7. Фазовая микрофотография образца N-CX3 (а), гистограмма распределения частиц (б); площадь 5×5 μm

Разница в высоте поверхности составляет около 0-12 мкм, т.е. образец выглядит довольно неровно. На гистограмме видно, что сформировались сферические частицы различных размеров. В частности, было обнаружено, что средний размер 30% частиц составляет 8,6 мкм, а диапазон распространения 3-12 мкм. Выявлено, что морфология N-CX3 имеет неровную и большую рельефную поверхность. Это объясняется увеличением аморфных участков в морфологии при получении N-CX3.

В четвертой главе диссертации "Получение и свойства N-сукцинилхитозана *Bombyx mori* и его металлокомплексов" представлены результаты по получению металлокомплексов N-CX3/Co²⁺, их структуры и физико-химических свойств а также приведены экспериментальные данные по инсектицидной активности растворов N-CX3/Co²⁺ по отношению вредных насекомых, таких как *Aphis pomi*, *Caliroa cerasi*, *Helicoverpa armigera* Hbn и термитов Туркестана (*Anacanthotermes turkestanicus*). Изучены физико-химические свойства исходного ХЗ и полученных образцов на его основе N-CX3, N-CX3/Co²⁺ (табл.2).

Таблица 2

Результаты элементного анализа ХЗ и его производных

№	Образцы	N _{общ} ,%	C % (Co ²⁺)	СДА, %	Зольность, %
1	ХЗ	8,50	-	87,0	0,89
2	N-CX3	6,15	-	45,5	0,91
3	N-CX3/Co ²⁺	5,50	5,83	46,0	6,16

Результаты кондуктометрического титрования и элементного анализа показывают, что содержание N_{общ} и -NH₂ групп в N-CX3 и N-CX3/Co²⁺ соответственно меньше на 2,35-2,39% и 30-41%, чем в исходном хитозане. Это означает, что химическая реакция осуществлялась по N-положению ХЗ. Увеличение содержания золы в N-CX3/Co²⁺ почти в 2 раза по сравнению с исходными ХЗ и N-CX3 объясняется наличием в его составе Co²⁺.

Проведены ИК-спектроскопические исследования с целью фиксации изменений в структуре исходных компонентов реакции и производных на их

основе (рис.8). Результаты показывают, что в ИК-спектре ХЗ наблюдаются широкие полосы поглощения при длине волны 3400 см^{-1} , соответствующие валентным колебаниям групп $-\text{OH}$ и $-\text{NH}_2$, а также валентные колебания при 1662 см^{-1} ($\nu = (\text{C}=\text{O})$ -амид I), 1572 см^{-1} ($\nu = (\text{C}=\text{O}, \text{C}-\text{N}$ и $\delta = (\text{N}-\text{H})$ -амид II), 1374 см^{-1} ($\delta = (\text{CH}_3)$), и 1162 см^{-1} ($\nu = (\text{C}-\text{O}-\text{C})$). При сравнении спектров ХЗ и N-CXЗ увеличение интенсивности полос поглощения 1557 см^{-1} ($\nu = (\text{N}-\text{H})$, Амид II), 1604 см^{-1} ($\nu = (\text{C}-\text{H})$, Амид III) и образование слабого плеча в области 1674 см^{-1} ($\nu = (\text{C}=\text{O})$, Амид I) свидетельствует о химическом взаимодействии янтарного ангидрида с $-\text{NH}_2$ группами ХЗ и образовании групп $-\text{NH}-\text{CO}$ ($\nu = (\text{N}-\text{H})$, Амид II).

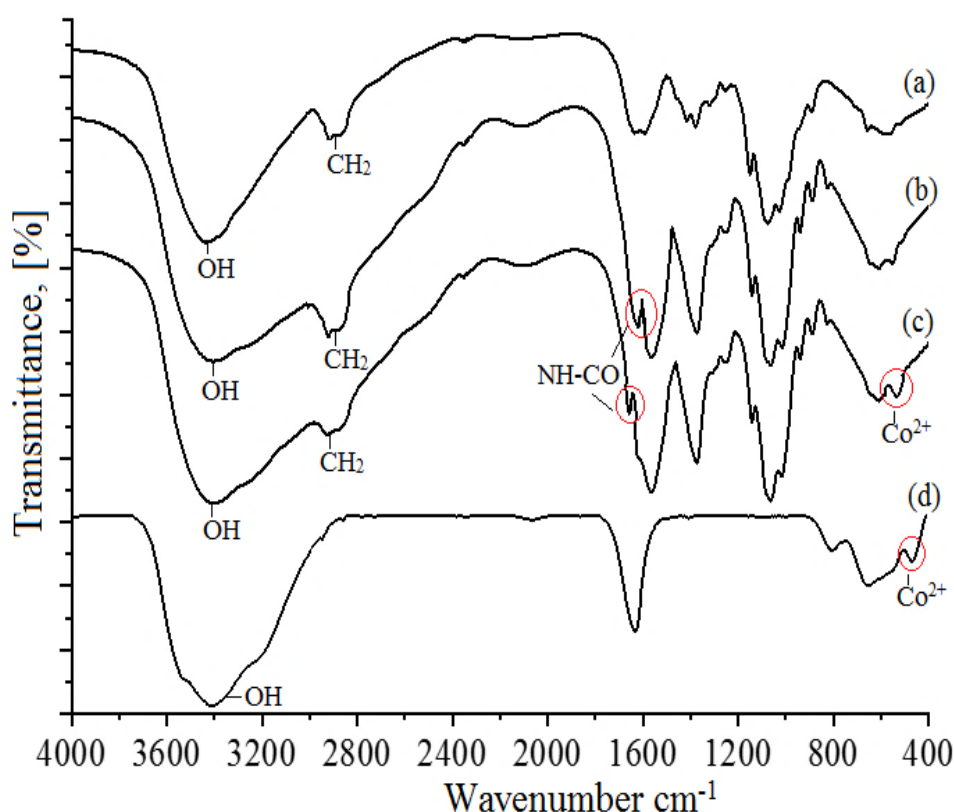


Рис.8. ИК-спектры образцов ХЗ (а), N-CXЗ (б), N-CXЗ/ Co^{2+} (в) и CoCl_2 (д)

В ИК-спектре N-CXЗ/ Co^{2+} области поглощения при 473 см^{-1} характерны для Co^{2+} . Также, наблюдалось, что области поглощения, характеризующие группу $-\text{NH}-\text{CO}$, были меньше и появлялись в области 1694 см^{-1} . Область поглощения при 1388 см^{-1} связана с $-\text{C}-\text{OH}$ группой, широкая область поглощения, характерная для $-\text{OH}$ групп, четко видна при 3400 см^{-1} . Кроме того, исчезновение пика в области 1556 см^{-1} ($\nu = (\text{C}-\text{H})$, Амид III) и увеличение интенсивности в областях поглощения 1578 см^{-1} ($\nu = (\text{N}-\text{H})$, Амид II) свидетельствует об образовании соединения N-CXЗ/ Co^{2+} .

Проведены РФА анализ образцов ХЗ, CoCl_2 , N-CXЗ и N-CXЗ/ Co^{2+} . Дифрактограмма ХЗ демонстрирует два характерных кристаллических пика: сильный пик при $2\theta = 20^\circ$ и слабый пик при $2\theta = 10^\circ$. Однако в образцах N-CXЗ пик при 10° исчезает, а снижение пика при 20° свидетельствует о сукцинировании ХЗ. Это снижение интенсивности связано с нарушением

структуры ХЗ и образованием связи $-\text{NH}_2-\text{CO}$ между гидроксильными и аминогруппами и пространственными структурными изменениями.

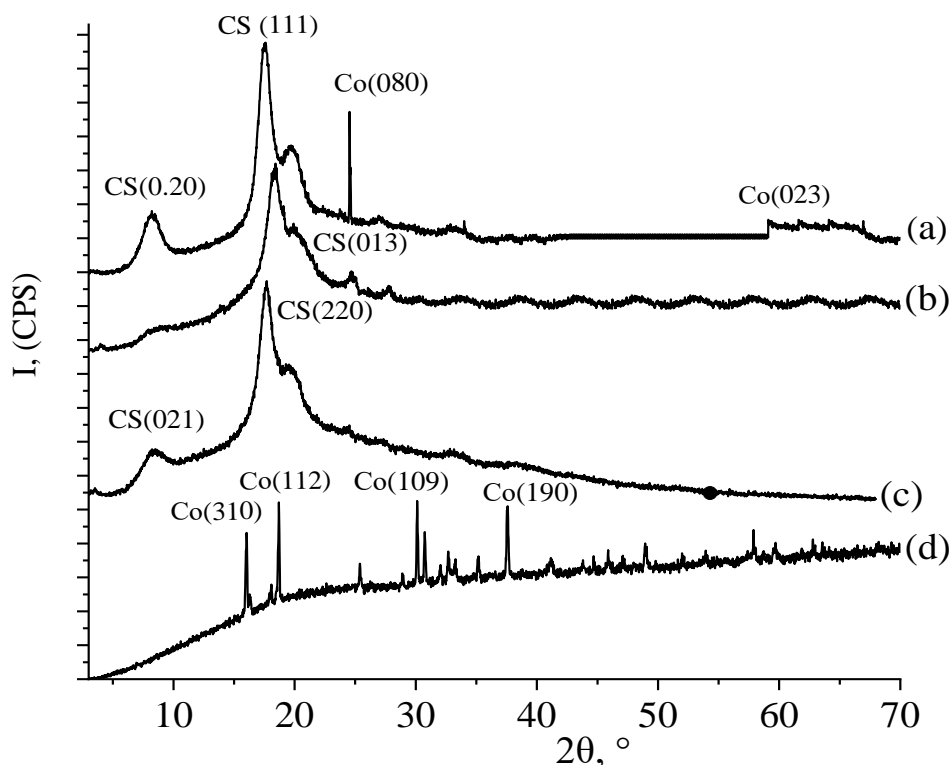


Рис.9. Рентгеновские дифрактограммы образцов N-CX3/Co²⁺ (а), N-CX3 (б), ХЗ (в) и CoCl₂ (д)

В рентгенограмме N-CX3/Co²⁺ наблюдается увеличение интенсивности пиков в области $2\theta=20^\circ$ и $2\theta=10^\circ$, а также образование нового пика в области $2\theta=26^\circ$ указывает на то, что ионы Co²⁺ образуют донорно-акцепторную связь с его карбоксильными группами -COOH.

Сорбционные свойства образца, полученного при массовом соотношении 10:90, изучали методом БЭТ (Brunauer-Emmett-Teller). Данный анализ подтверждает, что каждый образец соответствует изотерме IV типа с петлей гистерезиса.

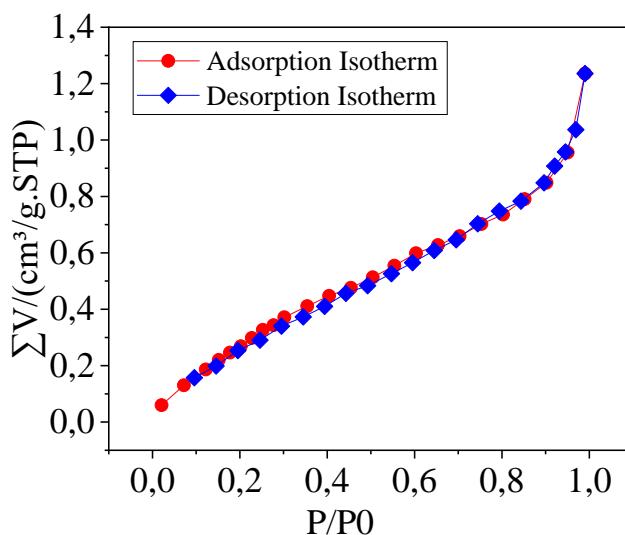


Рис.10. Изотерма сорбции образцов N-CX3/Co²⁺, полученных при 10:90 масс.

По методу БЭТ площадь поверхности образца составила 1,5214 м²/г, а по методу Ленгмюра -4,6272 м²/г. Эти результаты свидетельствуют о том, что образец обладает относительно низкой удельной поверхностью. Методом десорбции ВН определено, что общий объем пор составляет 0,0019 см³/г, а средний диаметр пор - 5,0 нм. По данным метода адсорбции ВН средний диаметр пор составил 4,9 нм, что соответствует размеру мезопор (4-6 нм). Структура N-CX3/Co²⁺ изучена методом ЭПР и подтверждена квантово-химическими расчетами. Электронная конфигурация иона Co²⁺ имеет вид Co²⁺→[Ar]3d⁷. В нем содержится 3 неспаренных электрона, и согласно этой конфигурации ион Co²⁺ является парамагнитным и обладает спиновым состоянием S=3/2. Форма и расположение сигнала ЭПР очень чувствительны к лигандному окружению. Производные ХЗ являются полифункциональными природными полимерами, которые химически связываются с ионами Co²⁺ посредством групп, содержащие активные атомы-доноры.

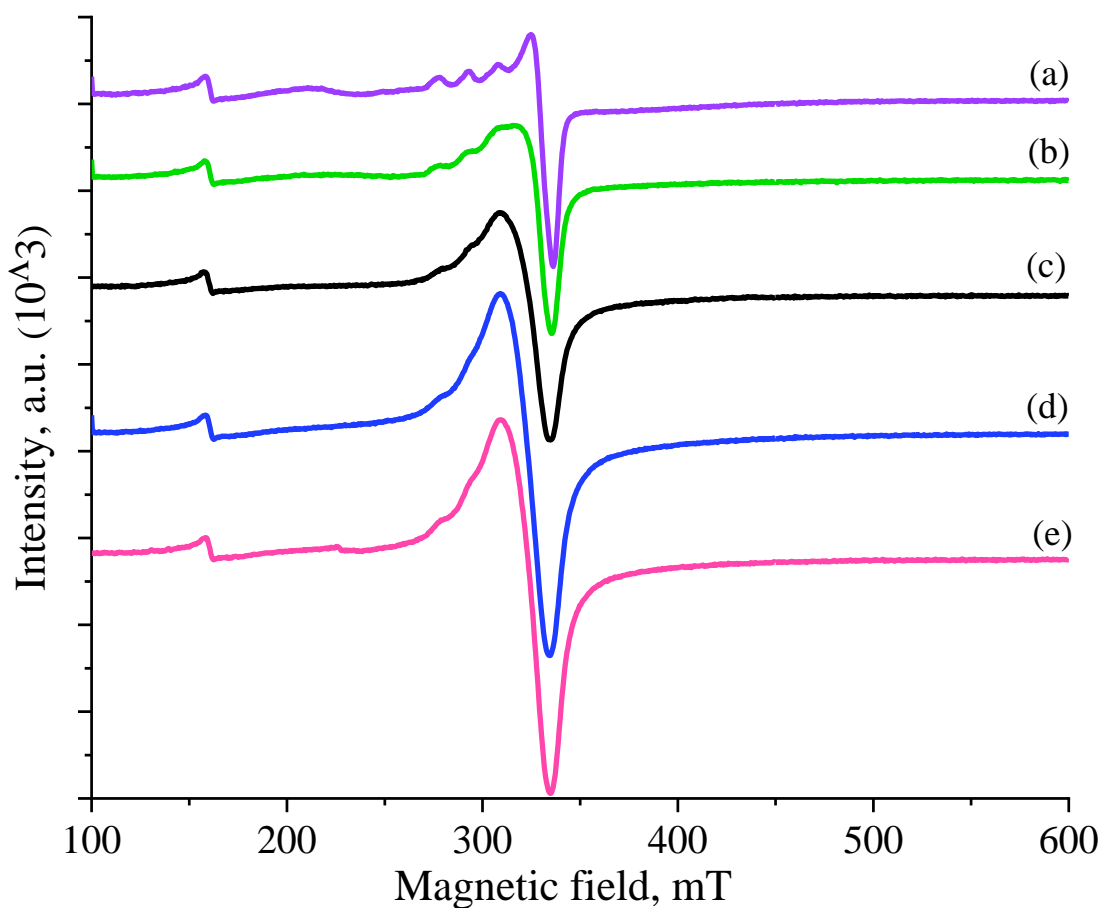


Рис. 11. ЭПР спектры металлокомплексов N-CX3/Co²⁺, синтезированных в различных массовых соотношениях:
а) 90:10, б) 70:30, в) 50:50, г) 30:70, д) 10:90

В частности, N-CX3 содержат функциональные группы -ОН, -СООН, -О- NH₂, которые могут взаимодействовать с Co²⁺ по донорно-акцепторному механизму по атомами О или N, образуя октаэдрическую структуру. В таких системах электронная среда иона Co²⁺ неопределенная, поэтому спектр ЭПР имеет анизотропный характер. Основные параметры спектра: Основной

переход ЭПР в состоянии Co^{2+} (d^7 , $S=3/2$): $\Delta M_s = \pm 1$ переход $|S=2 \rightarrow M_s = \pm 1/2 \leftrightarrow \pm 3/2$. В спектре ЭПР основной переход ($|\pm 1/2\rangle \leftrightarrow |\pm 3/2\rangle$) наблюдался в низком поле (обычно $g_{\text{эфф}} \approx 4.2882$). В металлокомплексе N-CX3/ Co^{2+} обычно наблюдались следующие состояния: $g_{\text{эфф}} \approx 4.3 \pm 0.1$ (основной переход), значение дополнительного g-фактора около 2,1-2,3, спектральные линии широкие, анизотропные, в большинстве случаев в аксиальной симметрии, сигнал был широким и слабым, поскольку он был получен при 22 °C (рис. 11).

Сигнал $g_{\text{эфф}} \approx 4.3$ характерен для типичного октаэдрического центра Co^{2+} ($S=3/2$). Этот сигнал указывает на наличие нарушения аксиальной или ромбической симметрии ($D > h\nu$). В полисахаридной среде лигандное поле вокруг Co^{2+} значительно слабее из-за связи с атомами кислорода, что стабилизирует высоко-спиновое состояние. Поэтому в этих комплексах сохраняется активный центр ЭПР. Спектр ЭПР: получен X-диапазон ($\approx 9,4$ ГГц). Образец растворяли в 10^{-3} М уксусной кислоте. Ширина линии: 100-600 Г. В металлокомплексах N-CX3/ Co^{2+} среднее значение $g_{\text{эфф}} \approx 4,29$ и имеет октаэдрическую форму, анизотропный, широкополосный, дополнительные значения g фактора в среднем равны $g \approx 2,3545$.

Взаимодействие N-CX3/ Co^{2+} так же было изучено полуэмпирическим методом РМЗ. На данном уровне теории были определены суммарные дипольные моменты, энергии НОМО (высшая занятая молекулярная орбиталь) и LUMO (низшая свободная молекулярная орбиталь), термодинамические параметры и распределение электронов.

Квантово-механические расчеты проводились с использованием программ *Chen3DPro 12.0* и *Hyperchem 8.0*. Согласно НОМО наибольшая электронная плотность локализована на атомах кислорода карбонильных групп и частично на атомах азота амидного фрагмента. Это указывает на то, что данные части молекулы обладают донорным характером и могут служить основными центрами координации для электрофильных частиц, таких как ионы Co^{2+} . НОМО отражает способность молекулы отдавать электроны и участвовать в процессах нуклеофильной атаки.

LUMO расположены преимущественно в карбоксильных группах сукцинильного заместителя, что указывает на акцепторную природу этих областей. Таким образом, именно эти кислородсодержащие фрагменты определяют направление переноса электронов при взаимодействии с внешними донорами. Такое распределение электронной плотности соответствует высокой реакционной способности карбоксильных групп по отношению к электрофильным центрам.

По результатам проведенных физико-химических методов исследования и теоретических расчетов был предложен предполагаемый механизм реакции соединения N-CX3/ Co^{2+} :

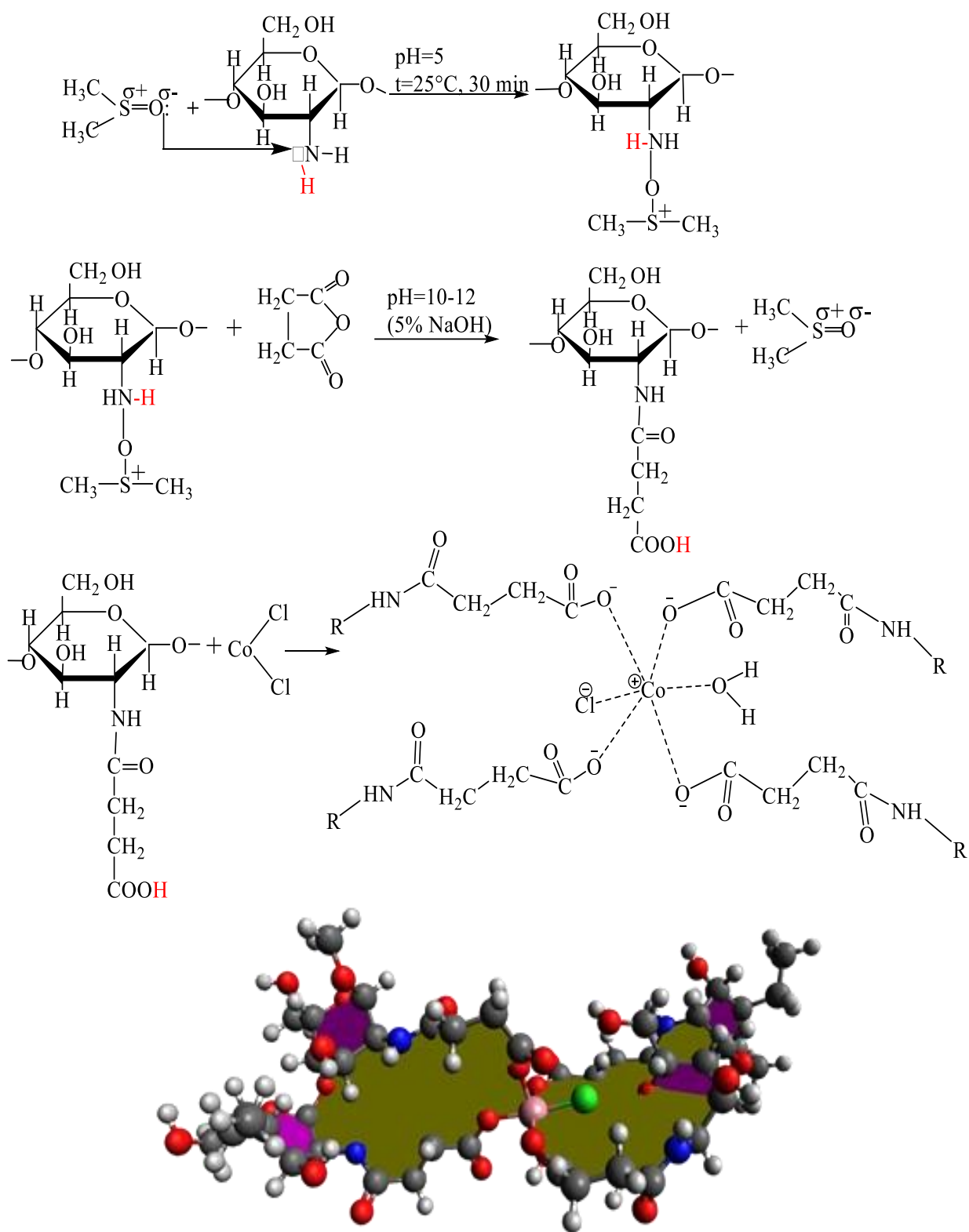


Рис. 12. Предполагаемый механизм образования N-CX₃ и N-CX₃/Co²⁺

Анализ полученных значений по инсектицидной эффективности исследуемых растворов производных ХЗ в исследуемых концентрациях дал следующий результат: у термитов, питавшихся фильтровальной бумагой, пропитанной раствором в концентрации 0,25%, на 3-е сутки отмечена смертность 7,5%, на 5-е сутки наблюдения 12,5%, а на 7-е сутки смертность составила 73,3%.

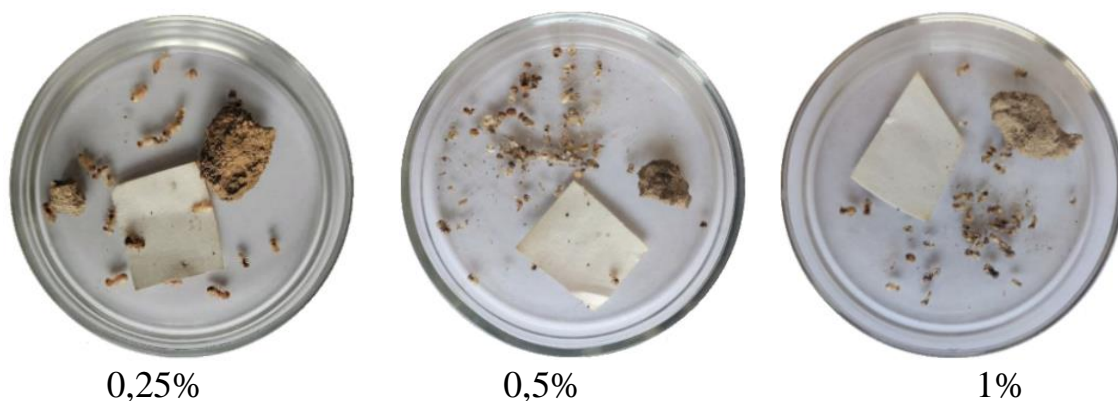


Рис. 13. Зависимость между концентраций и инсектицидной активности растворов N-CX3/Co²⁺ против термитов

При повышении концентрации раствора на 2 раза (0.5%) смертность термитов составляет 5,0; 62,5 и 80,0%, соответственно. Следовательно выявлено, что 1,0% раствор N-CX3/Co²⁺ оказывает эффективное действие против термитов, что на 3-5-7 дни зафиксирована 15,0%-62,5%-86,7% смертность.

В результате исследований, проведенных в диссертации доктора философии (PhD) на тему "Синтез, структура и инсектицидные свойства N-сукцинилхитозана *Bombyx mori* и его металлокомплексов", были представлены следующие

ВЫВОДЫ

1. Исследовано химическое взаимодействие хитозана *Bombyx mori* и янтарной кислоты в водных растворах. Установлены оптимальные условия: температура 15°C, pH=6,5 соотношение исходных веществ ХЗ/ЯК =1:1,2 моль, продолжительность 30 минут. Выявлено, что макромолекула взаимодействует с низкомолекулярной кислотой посредством Н-Н связей и электростатических сил.

2. Разработаны оптимальные условия синтеза N-сукцинилхитозана путем взаимодействия хитозана *Bombyx mori* и янтарного ангидрида в мольном соотношении 1:1 в присутствии ДМСО при 25°C, pH=5,5 и 30 минут соответственно, и выявлено образование -NH-CO-ковалентных связей.

3. Установлено, что ДМСО, будучи «хорошим растворителем» для ХЗ, в его среде изменяется конформация полимера на расплывчатые или линейные структуры и аминокислотные группы переходят в активное реакционное состояние. ДМСО как высокополярный растворитель, приводит к поляризации макромолекул, способствующей делокализации электронов между атомами С, N, O, вследствие чего модификация хитозана происходит в N-положении.

4. Показано, что в процессе модификации в результате компактизации и аморфизации структур, гидродинамические размеры частиц в ряду хитозан-N-сукцинилхитозан-N-сукцинилхитозан/Co²⁺ уменьшились до 86 нм. А также, а при изучении сорбционной способности комплексов 50:50 и 10:90 масс. наблюдалось увеличение площади поверхности с 0,9889 м²/г до 1,5214 м²/г.

5. ЭПР-методом и теоретическими расчетами установлено, что в образце N-сукцинилхитозана/ Co^{2+} центральный атом – ионы Co^{2+} имеют октаэдрическую форму и образуют полимерметаллокомплексы с сукцинильными группами макролиганда и низкомолекулярными лигандами в соответствии с координационным числом 6.

6. На основе изучения физико-химических и инсектицидных свойств всех синтезированных образцов выявлена взаимосвязь “синтез-структура-свойство”, а также выявлены инсектицидные свойства против личинок вредителей *Aphis pomi*, *Caliroa cerasi*, *Helicoverpa armigera* Hbn и *Anacanthotermes turkestanicus*, и показано, что инсектицидная активность 1% раствор N-сукцинилхитозана/ Co^{2+} равна к $92 \pm 5\%$.

7. Изучены токсические свойства образцов хитозана сукцината, N-сукцинилхитозана и N-сукцинилхитозана/ Co^{2+} . Установлено, что допустимая суточная доза составляет 7,2-0,12 мг/кг, доза LD_{50} превышает 5000,0 мг/кг, что относит эти соединения к IV классу - малотоксичным веществам.

**THE SCIENTIFIC COUNCIL FOR AWARDING SCIENTIFIC DEGREES
DSc.02/30.12.2019.K/FM/T.36.01 AT THE INSTITUTE
OF POLYMER CHEMISTRY AND PHYSICS**

INSTITUTE OF POLYMER CHEMISTRY AND PHYSICS

MAMASALIEV ULUGBEK MAKHAMMATOVICH

**SYNTHESIS, STRUCTURE, AND INSECTICIDAL PROPERTIES OF N-
SUCCINYLCITOSAN FROM *BOMBYX MORI* AND ITS METAL
COMPLEXES**

02.00.06 – High-molecular compounds

**DISSERTATION ABSTRACT OF THE DOCTOR
OF PHILOSOPHY (PhD) ON CHEMICAL SCIENCES**

Tashkent – 2025

The theme of the doctoral dissertation (PhD) on chemistry sciences has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan with the numbers B2024.2.PhD/K773.

The dissertation was carried out at the Institute of Polymer Chemistry and Physics.

The abstract of the doctoral dissertation in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) is available on the website of the Research Council (polchemphys.uz) and the «ZiyonET» information and educational portal (www.ziyonet.uz)

Scientific supervisor: **Vokhidova Noira**
Doctor of Chemical Sciences, Professor

Official opponents: **Mukhamediev Mukhtarjan**
Doctor of Chemical Sciences, Professor

Yuldoshov Sherzod
Doctor of Chemical Sciences, senior researcher

Leading organization: **Bukhara State University**

The defense of the dissertation will take place on «19» 12 of 2025 at «14⁰⁰» o'clock, at a meeting of Scientific council DSc.02.30.12.2019.K/FM/T.36.01 at the Institute of Polymer Chemistry and Physics (Address: 100128, Tashkent, Abdulla Kadiri str., 7⁶, Tel.: (998-71)-241-85-94; fax: (998-71) 241-26-61; e-mail: polymer@academy.uz).

The doctoral dissertation has been registered at the Informational Resource Centre of the Institute of Polymer Chemistry and Physics (registration number 49) (Address: 100128, Tashkent, Abdulla Kadiri str., 7⁶, Ph.: (998-71)-241-85-94).

The abstract of the dissertation is distributed on «7» of 12 2025 y.
(Protocol at the register № 4 dated «7» of «12» 2025 y).



S. Rashidova
S. Rashidova
Chairman of the Scientific Council for awarding scientific degrees, Doctor of Chemical Sciences, professor, academician

M. Usmanova
M. Usmanova
Scientific Secretary of the Scientific Council for the awarding of scientific degrees, PhD in chemical sciences, senior researcher

V. Kudishkin
V. Kudishkin
Deputy Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific Council for the Award, Doctor of chemical sciences, Professor

INTRODUCTION (abstract of PhD dissertation)

The aim of the research work Synthesis of succinate chitosan, N-succinylchitosan and its polymer-metal complexes with Co^{2+} ions, study of their structure, physicochemical and insecticidal properties.

The objects of research work the products were chitosan succinate, N-succinylchitosan, and N-succinylchitosan/ Co^{2+} complexes.

The scientific novelty of dissertation research consists:

for the first time, the fundamental aspects of obtaining N-succinylchitosan and succinate chitosan by the chemical interaction of *Bombyx mori* chitosan with succinic anhydride and succinic acid, in a dimethyl sulfoxide medium and water, respectively, were studied. The peculiarities of the interactions were revealed, which are that succinic anhydride reacts with the polysaccharide macromolecule through the formation of covalent bonds, while the bond between succinic acid and the chitosan macromolecule has an ionic nature.

the relationship has been established between the synthesis conditions (molecular mass and deacetylation degree of chitosan, solution concentration, pH value, chemical nature of the solvent, synthesis duration, component ratio, etc.) and chemical structures (succinate chitosan and N-succinylchitosan), as well as their physicochemical properties;

the proposed mechanism for obtaining polymer-metal complexes has been established, and it has been demonstrated that N-succinylchitosan/ Co^{2+} complexes possess high biological effectiveness when used as an insecticide.

Implementation of the research results:

Based on the scientific results obtained, "Synthesis, structure and insecticidal properties of N-succinyl chitosan *Bombyx mori* and its metal complexes":

the insecticidal properties of HCL solutions were studied and recommended for implementation at the Agency for Quarantine and Plant Protection of Uzbekistan, Institute of Quarantine and Plant Protection (reference no. 07/02-11-59 dated April 7, 2025) and in the "National Center for Knowledge and Innovation of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan" (reference no. 05/06-02-557 dated June 2, 2025)";

The obtained data on the synthesis of N-succinylchitosan and the study of their physico-chemical properties were used to create new materials and their physico-chemical analysis in 4 journals with a high impact factor (IF) (International Journal of Biological Macromolecules 2024, V.131808, Elsevier, IF=7,7; Carbohydrate Research, 2024, V.109192, Elsevier, IF=8,4; Polymer Bulletin, 2024, V.81, Springer, IF=3,2; Advances in Polymer Technology. - 2025, V. 1631, Springer, IF=2,0). The results of the study made it possible to synthesize N-succinyl chitosan based on chitosan and succinate anhydride;

N-succinylchitosan samples were used to produce nanocapsules of N-succinylchitosan and its modifications containing Cu nanoparticles as part of the PIFI Project 2024 PVB, carried out at the Dalian Institute of Chemical Physics of the Chinese Academy of Sciences, (according to Certificate No. 116023) dated September 22, 2025. As a result, their biostimulating effect on the plant *Astragalus membranaceus* was revealed and high biological efficiency was achieved.

Structure and scope of the dissertation. The structure of the dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references, and appendices. The volume of the dissertation is 120 pages.

E'LON QILINGAN ISHLAR RO'YXATI
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I bo'lim (I част; part I)

1. Vokhidova N.R., Mamasoliev U.M., Yugay S.M., Rashidova S.Sh.; Synthesis and study of the structure of N-succinyl chitosan *Bombyx mori* and their biological applications. Polymer Bulletin, 2023, 80 (12), 12907-12921. (№ 3. Scopus, IF-2.5)
2. Vokhidova N.R., Mamasoliev U.M., Yugay S.M., Rashidova S.Sh. Study of the Structure of Chitosanum Succinate *Bombyx mori*. American Journal of Applied Chemistry 2017 p.96-100. (02.00.00; №2)
3. Mamasoliev U.M., Vokhidova N.R., Akhmedova Z.Y., Iskandarov T.I., Rashidova S.Sh. On the Synthesis of N-Succinylchitosan *Bombyx Mori* Complexes with Cobalt (II) Ions and Their Insecticidal Properties Against Termites Isoptera. Progress on chemistry and application of chitin and its derivatives (PCACD). V. XXX, 2025, Pp-184-204 (№ 3. Scopus, IF-1.1)
4. Мамасолиев У.М., Вохидова Н.Р., Ахмедова З.Ю., Рашидова С.Ш. N-сукцинилхитозан кобальтти комплексларининг синтези ва уларнинг инсектицидлик хоссалари. Агро кимё ҳимоя ва ўсимликлар карантини. Махсус сон. 2024. 165-167.б. (06.00.00; №11)
5. Мамасолиев У.М., Вохидова Н.Р., Юсупова М.Н., Рашидова С.Ш. Влияние сукцината хитозана против вредных насекомых хлопчатника. Журнал “Agroilm” Махсус сон 2021 й.60-63 б. (06.00.00; №1)

II bo'lim (II chast; part II)

1. Mamasoliev U.M., Vohidova N.R., Axmedova Z.Y., Rashidova S.Sh. N-suksinilxitozan kobalt kompleksi sintezi va uning *Helicoverpa armigera Hbn* hasharotiga qarshi qo'llanilishi. “O'zbekiston zoologiya fani: hozirgi zamon muammolari va rivojlanish istiqbollari” VI respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 15-noyabr 2024. 161-162 b.
2. Mamasoliev U.M., Vohidova N.R., Axmedova Z.Y., Rashidova S.Sh. Synthesis of complexes of N-succinylchitosan cobalt and their insecticidal properties against the insect *Helicoverpa armigera hbn*. Узбекско-Таджикский Симпозиум с Международным участием «Современное состояние и перспективы развития науки о полимерах: синтез, структура, свойства и применение». Ташкент. 24-25 октября 2024. С. 62-63.
3. Mamasoliev U.M., Vokhidova N.R., Rashidova S.Sh. About the synthesis and the study of the properties of N-succinilchitosan *Bombyx mori*. Научная молодежная конференция «Фундаментальные и практические аспекты функциональных полимеров». Ташкент 17-18 марта 2023. С. 207-208.
4. Mamasoliev U.M., Vokhidova N.R., Rashidova S.Sh. Synthesis and insecticidal properties of N-succinylchitosan cobalt (II) compounds. Казахско-

Узбекского Симпозиума «современные проблемы науки о полимерах». Алматы. 2023. С. 50-51.

5. Mamasoliev U.M., Vokhidova N.R., Rashidova S.Sh. Synthesis of the cobalt salt of N-succinylchitosan and its insecticidal properties Международная конференция «Фундаментальные и прикладные аспекты исследований хитина и его производных». Ташкент. 2-3 августа 2023. С.84-86

6. Mamasoliyev U.M., Vokhidova N.R., Rashidova S.Sh. Синтез N-сукцинил-хитозана *Bombyx mori*. «Перспективы науки о полимера на тему: «Нанополимеры: синтез, структура и применение» Симпозиум посвящен 32 летию Независимости Республики Узбекистан, а также 80 летию Академии наук Республики Узбекистан. Ташкент. 2-3 ноябрь 2023. С. 91-93

7. Мамасолиев У.М., Вохидова Н.Р., Карева Н.Д., Рашидова С.Ш. *Bombyx mori* хитозани асосида N-сукцинил хитозан синтези ва микробиологик хоссалар. Биоорганик кимё долзарб муаммолари” X-Республика ёш кимёгарлар илмий-амалий анжумани. НамДУ. 2022. 25-26 ноябрь. 30-31 б.

8. Мамасолиев У.М., Вохидова Н. Р., Рашидова С.Ш. Хитозан *Bombyx mori* асосида сукцинат хитозан синтези ва хоссалари. Наука и инновации. Международная научная конференция молодых учёных. Ташкент. 2022. 280-282 б.

9. Mamasoliev U.M., Shomirzoev A.A. Raxmonov U.N. Respublikamizda qovunning keng tarqalgan fusarium oxysporum, zamburug‘i qo‘zg‘atadigan kasalliklari va ularga qarshi kurash chora tadbirlari. Агро кимё химоя ва ўсимликлар карантини. Илмий-амалий журнал. Махсус сон. 2022. 94-96 б.

10. Мамасолиев У.М., Вохидова Н.Р., Рашидова С.Ш., Юсупова М.Н. Получение сукцината хитозана *Bombyx mori* с биоактивными свойствами. //ЎЗРФА Ёш олимлар кенгаши, XXI асп –интеллектуал ёшлар асри мавзусидаги Республика илмий ва илмий-назарий анжуман материаллари. Тошкент. 24 апрель. 2021. 156 б.

11. Мамасолиев У.М., Н.Р. Вохидова, С.Ш. Рашидова Взаимодействие хитозана *Bombyx mori* с янтарной кислотой. “Замонавий кимёнинг долзарб муаммолари” Республика миқёсидаги хорижий олимлар иштирокидаги онлайн илмий-амалий анжумани. Бухоро. 4-5 декабрь 2020. С. 175-177.

12. Мамасолиев У.М., Вохидова Н.Р., Юсупова М.Н., Рашидова С.Ш. Синтез сукцината хитозана *Bombyx mori* и его инсектицидные свойства. Научная молодежная конференция «Современные проблемы науки о полимерах» 25-26 ноябрь 2020. С. 51-53.

13. Мамасолиев У.М., Вохидова Н.Р., Юсупова М.Н., Рашидова С.Ш. Синтез сукцината хитозана с инсектицидными свойствами. “Қишлоқ хўжалиги экинларини зарарли организмлардан уйғунлашган химоя қилишнинг ҳозирги ҳолати ва истиқболлари” мавзусидаги академик Султон Нурматович Алимухамедовнинг 90 йиллик хотирасига бағишланган халқаро илмий-амалий конференция материаллари. –Тошкент. 2019. 220-223 б.

14. Mamasoliev U.M. Синтез сукцината хитозана с биологически активными свойствами «Вестник молодых ученых», Институт химии и физики полимеров АН РУз. Ташкент. 2018. С. 59-61

15. Мамасолиев У.М., Вохидова Н.Р., Карева Н.Д., Рашидова С.Ш. О взаимодействии янтарного ангидрида с хитозаном *Bombyx mori*. Углубление интеграции науки о полимерах и образования в инновационном развитии отраслей экономики, Институт химии и физики полимеров АН РУз. Ташкент. 10-ноября. 2017. С 33-34

16. Mamasoliev U.M., Vokhidova N.R., Rashidova S.Sh. Study of the interaction of chitosan *Bombyx mori* succinate with anhydride in aqueous solutions Republican Scientific and Practical Conference. Urgench. 2017. С. 9-10.

17. Мамасолиев У.М., Вохидова Н.Р., Югай С.М., Рашидова С.Ш. Изучение структуры сукцината хитозана *Bombyx mori*. Актуальные проблемы физики и химии полимерных композитов, а также технология конструктивных материалов». Наманган. 12-13 июля 2017. С. 242-244.

18. Мамасолиев У.М., Вохидова Н.Р., Рашидова С.Ш. Получение сукцината хитозана на основе Хитозана *Bombyx mori*. Международная конференция «Современные проблемы науки О полимерах» Сборник тезисов докладов. 14 ноября 2016. Ташкент. С. 75-76

19. Мамасолиев У.М., Вохидова Н.Р., Рашидова С.Ш. Синтез сукцината хитозана на основе хитозана *Bombyx mori*. Институт общей и неорганической химии. Республиканская научная конференция молодых ученых. «Высокотехнологические разработки в производстве». Ташкент. 2016. С. 53-54.

Avtoreferat “O‘zbekiston Polimerlar jurnali” tahririyatida tahrirdan o‘tkazilib,
o‘zbek, rus va ingliz tillaridagi matnlar o‘zaro muvofiqlashtirildi.



№ 10-3279

Bosishga ruxsat etildi: 06.12.2025.

Bichimi: 60x84 ^{1/16} «Times New Roman»
garniturada raqamli bosma usulda bosildi.

Shartli bosma tabog‘i 2,9. Adadi 100. Buyurtma: № 206

Tel: (99) 832 99 79; (77) 300 99 09

Guvohnoma reestr № 10-3279

“IMPRESS MEDIA” MChJ bosmaxonasida chop etildi.

Manzil: Toshkent sh., Yakkasaroy tumani, Qushbegi ko‘chasi, 6-uy.