

**FARG‘ONA DAVLAT UNIVERSITETI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALR BERUVCHI PhD.03/30.12.2019.K.05.01
RAQAMLI ILMIY KENGASHI**

O‘ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

SIDDIQOVA SEVINCH QUROL QIZI

***CUCUMIS MELO* POLISAXARIDLARINING TUZILISHI VA XOSSALARI**

02.00.10 – Bioorganik kimyo

**KIMYO FANLARI bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi
AVTOREFERATI**

Farg‘ona – 2025

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

Siddiqova Sevinch Qurol qizi <i>Cucumis melo</i> polisaxaridlarining tuzilishi va xossalari.....	3
Сиддикова Севинч Курол кизи Строение и свойства полисахаридов <i>Cucumis melo</i>	21
Siddiqova Sevinch Qurol qizi Structure and properties of polysaccharides of <i>Cucumis melo</i>	40
E’lon qilingan ishlar ro‘uxati Список опубликованных работ List of published works	43

**FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI HUZURIDAGI
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI PhD.03/30.12.2019.K.05.01**

RAQAMLI ILMIY KENGASH

O'ZBEKISTON MILLIY UNIVERSITETI

SIDDIQOVA SEVINCH QUROL QIZI

***CUCUMIS MELO* POLISAXARIDLARINING TUZILISHI VA XOSSALARI**

02.00.10 – Bioorganik kimyo

**KIMYO FANLARI bo'yicha falsafa doktori (PhD) dissertasiyasi
AVTOREFERATI**

Farg'ona – 2025

Falsafa doktori (PhD) dissertasiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2025.1.PhD/B1358 raqam bilan ro‘yxatga olingan.

Doktorlik dissertasiyasi O‘zbekiston Milliy universitetida bajarilgan.

Dissertasiya avtoreferati uchta tilda (o‘zbek, rus, ingliz (rezyume)). Ilmiy kengash veb-sahifasida (www.fdu.uz) va «Ziyonet» Axborot-ta’lim portalida (www.ziyonet.uz) joylashtirilgan.

Ilmiy rahbar :

Mauilyanov Salixjan Alimjanovich
kimyo fanlari nomzodi, dotsent

**Rasmiy
opponentlar:**

Aripova Salimaxon Fazilovna
kimyo fanlari doktori, professor

Turg’unboyev Shavkatjon Shuhratjon o‘g‘li
kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)

Yetakchi tashkilot:

Toshkent farmatsevtika instituti

Dissertatsiya himoyasi Farg‘ona davlat universiteti huzuridagi PhD.03/30.12.2019.K.05.01 raqamli Ilmiy kengashining 2025-yil «___» _____ soat _____ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi. (Manzil: 150100, Farg‘ona sh., Murabbiylar ko‘chasi, 19. Tel. (99873) 244-44-02, faks (998973) 244-44-93).

Dissertatsiya bilan Farg‘ona davlat universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (...raqami bilan ro‘yxatga olingan). (Manzil: 150100, Farg‘ona sh., Murabbiylar ko‘chasi, 19. Tel. (99873) 244-44-02, faks (998973) 244-44-93, e-mail: fardu-info@umail.uz)

Dissertatsiya avtoreferati 2025 yil «___» _____ kuni tarqatildi.
(2025-yil «___» _____ dagi ___ raqamli reestr bayonnomasi)

A.A.Ibragimov
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash raisi
kimyo fanlari doktori, professor

Q.M. Sherg‘oziyev
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash kotibi,
kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)

Sh.V. Abdullayev
Ilmiy darajalar beruvchi
Ilmiy kengash qoshidagi ilmiy seminar raisi kimyo fanlari doktori, professor

KIRISH (falsafa fanlari doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati. Dunyoda zamonaviy farmatsevtika, tibbiyot va oziq-ovqat sanoatining tabiiy biologik faol moddalarga, xususan, o‘simlik polisaxaridlariga qiziqishining ortib borayotganligi ularning inson salomatligi uchun xavfsizligi, biyoslashuvchanligi va ekologik toza manbaa sifatida foydalanish imkoniyatlari bilan bog‘liq. Bundan tashqari, hozirgi vaqtda agrosanoatda hosilni qayta ishlash jarayonidan keyin qoladigan turli xil qishloq xo‘jalik mahsulotlarining ikkilamchi resurslarini to‘g‘ri utilizatsiya qilish va atrof-muhitga zararini kamaytirish bo‘yicha keng qamrovli ishlar olib borilmoqda. Xususan, *Cucumis melo* (qovun) po‘sti shu turdagi ikkilamchi resurslar qatoriga kiradi va o‘z navbatida polisaxaridlar asosida yaratilayotgan yuqori biologik faollikka ega bo‘lgan dori vositalari, funktsional oziq-ovqat qo‘shimchalari yoki biomateriallar sintezi uchun qimmatli xom ashyoga aylantirish imkoniyatini beradi. Ushbu ilmiy tadqiqot *Cucumis melo* po‘stlog‘i polisaxaridlaridan olingan natijalarni nazariy jihatdan umumlashtirish hamda ularni amaliyotda qo‘llash yo‘nalishlarini belgilab beradi.

Jahonda yuqori biologik faollikka ega birikmalarni biosintez qiluvchi o‘simliklardan polisaxaridlarni ajratib olish, tuzilishi va xossalarini tadqiq qilish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Jumladan, o‘simlik polisaxaridlari immunomodulyator, prebiotik, antimikrob va o‘smaga qarshi faolliklarni namoyon qilishi, shuningdek, metabolik sindrom va yallig‘lanishni davolashda samaradorligi tufayli zamonaviy farmakognoziya va tibbiyot amaliyotida keng qo‘llanib kelinmoqda. Bundan tashqari ularni amaliyotda qo‘llashda immunoregulyatorlik yoki dori vositalarini yetkazib berish (transport) xususiyatlari hamda biologik jihatdan xavfsiz va organizmga toksik ta‘sir ko‘rsatmasligiga, allergiya qo‘zg‘atish va pirogen xususiyati mavjud emasligiga alohida e‘tibor berilmoqda.

Respublikamizda atrof-muhitni muhofaza qilish, shuningdek, mahalliy xomashyo manbalari asosida import o‘rmini bosa oladigan milliy mahsulotlar olish hamda ularni amaliyotga tatbiq etish bo‘yicha muhim natijalarga erishmoqda. 2022-2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasida “Milliy iqtisodiyot barqarorligini ta‘minlash va yalpi ichki mahsulotda sanoat ulushini oshirishga qaratilgan sanoat siyosatini davom ettirib, sanoat mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmini 1,4 barobarga oshirish”¹ bo‘yicha vazifalar belgilab qo‘yilgan. Shu maqsadga erishishda mahalliy xom-ashyo *Cucumis melo* L. po‘stlog‘idan foydalanib polisaxaridlar ajratib olish va ularni modifikatsiya qilish hamda biologik faolliklarini o‘rganish asosiy masalalardan hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 26-noyabrdagi "Dorivor o‘simliklarni yetishtirish va qayta ishlash, ularning urug‘chiligini yo‘lga qo‘yishni rivojlantirish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar ko‘lamini kengaytirishga oid chora-tadbirlar to‘g‘risida"gi PQ-4901-sonli, 2022-yil 20-maydagi "Dorivor o‘simliklarni madaniy holda yetishtirish va qayta ishlash hamda davolashda ulardan keng

¹O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-sonli “2022-2026-yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni.

foydalanishni tashkil etish chora-tadbirlari to'g'risida"gi PQ-251-sonli qarorlari, shuningdek 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'nalishlarga bog'liqligi. Mazkur dissertatsiya ishi Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining VI. «Tibbiyot va farmakologiya» hamda VII. «Kimyo texnologiyalari va nanotexnologiyalari» ustuvor yo'nalishlariga muvofiq olib borilgan.

Muammoning o'rganilganlik darajasi. Dunyoning rivojlangan mamlakatlarida D. Ropartz, C.G. Mellinger, T.R. Cipriani, E. Colho, Ch. Jialong, W. Guo, M.Q. Peng, M.A. Soomro, S. Saeidi, M. Hamed, K. Ketha, Yu.S. Ovodov, V.A. Babkin, S.V. Popov, V.F. Mironov, S.T. Minzanova, A.Y. Arbuzov kabi yetakchi olimlar tomonidan tabiiy manbalardan polisaxaridlar ajratib olish, ularni tadqiq qilish hamda ularning qo'llanish sohasini yanada rivojlantirishga doir ko'plab ilmiy tadqiqot ishlari olib borilgan.

O'zbekistonda tabiiy manbalardan polisaxaridlar ajratib olish, ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari, tuzilishini o'rganish va yangi biologik faolliklarini aniqlash bo'yicha R.K. Rahmanberdiyeva, M.X. Malikova, K.S. Jaunbayeva, N.S. Polyakova, N.P. Yuldasheva, D.Z. Azizov, X.N. Aripov va boshqalar shug'ullanishgan, A.S. To'rayev rahbarligida polisaxaridlar va ularning modifikatsiyalangan shakllarining kimyoviy transformatsiyasi, molekulyar va supramolekulyar tuzilmalari, shuningdek ular asosida tibbiy amaliyot va agrosanoat uchun yuqori samarali yo'naltirilgan dori vositalari, preparatlar va jarrohlik materiallarini yaratish bo'yicha fundamental va amaliy tadqiqotlar yuqori darajada amalga oshirib kelinmoqda. Jumladan, qovun po'stlog'i kabi qishloq xo'jaligi chiqindilaridan yuqori qo'shimcha qiymatga ega bo'lgan biologik faol moddalarni olish, atrof-muhitni muhofaza qilish va resurslarni tejash istiqbollari mos keladi. Shuningdek, tabiiy polisaxaridlar asosida yangi samarali dori vositalari ishlab chiqishda *Cucumis melo* polisaxaridlarini o'rganish fundamental va amaliy ahamiyatga egadir.

Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan oliy ta'lim muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi. Dissertatsiya tadqiqoti Mirzo Ulug'bek nomidagi O'zbekiston Milliy universitetining ilmiy-tadqiqot ishlari rejasiga muvofiq "O'zbekistonda o'sadigan dorivor o'simliklarni kimyoviy tadqiq qilish, biologik faol moddalarni ajratib olish, tuzilishini tadqiq qilish, modifikatsiyalash, ta'sir mexanizmini o'rganish, hamda tibbiyot va qishloq xo'jaligi uchun samarador dori vositalar yaratish" mavzusidagi ilmiy yo'nalishi doirasida bajarilgan.

Tadqiqotning maqsadi O'zbekiston hududida keng tarqalgan *Cucumis melo* L. moddalarini olish, ularning tuzilishi va xossalarini aniqlashdan iborat.

Tadqiqotning vazifalari:

qovun po'stlog'i tarkibidan polisaxaridlarni (suvda eruvchan-SEPS, pektin moddalar-PM va gemisellyulolazalar-GMS) ajratib olish;

ajratib olingan polisaxaridlarning fizik-kimyoviy xossalari o'rganish va monosaxarid tarkibini aniqlash;

polisaxarid makromolekulasining tuzilishini fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida o'rganish;

polisaxaridlar (suvda eruvchan polisaxaridlar – SEPS va pektin moddalar-PM) ning biologik (mikroblarga qarshi va prebiotik) faolliklarini o'rganish;

ajratib olingan pektin moddasining ayrim birlamchi aminlar bilan hosilalarini olish, ularning biologik faolligini, o'tkir zaharlilik darajalarini va kumulyativlik xususiyatini o'rganish.

Tadqiqotning obyekti sifatida uch xil navdagi: Torpedo, Obi-novvot, Kassaba qovunlari (*Cucumis melo*) ning po'stlog'i tanlab olingan.

Tadqiqotning predmeti *Cucumis melo* po'stlog'i polisaxaridlari: suvda eruvchan polisaxaridlar, pektin moddalari, gemisellyulozalar va pektin moddalarining ayrim birlamchi aminlar bilan hosilalaridan iborat.

Tadqiqotning usullari. Tadqiqot ishini bajarish jarayonida bioorganik va organik kimyo usullari (ajratib olish, tozalash, kislotali va fermentativ gidroliz, metillash, oksidlash, modifikasiya-pektin moddasining azometin hosilalarini olish) va fizik-kimyoviy usullar (IQ, UB, YaMR spektroskopiya, GX-gaz xromatografiya, GX-MS, SEM- skanerlovchi elektron mikroskop, YuSSX-yuqori samarali suyuqlik xromatografiya, YuESX-yuqori eksklyuzion samarali xromatografiya) dan foydalanilgan.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

ilk bor mahalliy xomashyo *Cucumis melo* 3 xil navi po'stlog'idan polisaxaridlar ajratib olingan va ularning fizik-kimyoviy ko'rsatkichlari hamda monosaxarid tarkibi aniqlangan;

ilk bor mahalliy xomashyo *Cucumis melo* suvda eruvchan polisaxaridlari (SEPS-3) ni qisman gidroliz qilish bilan uning tuzilishi gomogen, ($\rightarrow 4$)- α -Glc-p-(1 \rightarrow) chizikli tuzilishga ega bo'lgan glyukan (GK-2) ekanligi aniqlangan;

Cucumis melo pektin moddasi (PM-3) ni fermentativ gidroliz qilish bilan pektin makromolekulasining asosiy zanjiri poli-D-galakturonan va yon zanjirda glyukoza hamda galaktoza qoldiqlaridan iborat ekanligi isbotlangan;

ilk bor *Cucumis melo* polisaxaridlarining antimikrob va prebiotik faolliklari hamda pektin asosida ayrim birlamchi aminlar bilan olingan Shiff asoslarining antimikrob faolliklari va zaharlilik darajasi (LD₅₀) o'rganildi.

Tadqiqotning amaliy natijalari quyidagilardan iborat:

Respublikamiz hududida o'suvchi *Cucumis melo* po'stlog'idan ajratib olingan suvda eruvchan polisaxaridlar hamda pektin moddasining ayrim birlamchi aminlar bilan olingan Shiff asoslarining antimikrob faollikni namoyish etgani aniqlangan.

Respublikamiz hududida o'suvchi *Cucumis melo* po'stlog'ining prebiotik faollikka ega suvda eruvchan polisaxaridlarning boy tabiiy manbasi sifatida ishlatilishi mumkinligi hamda zaharlilik darajasi va kumulyativlik xususiyatlari aniqlangan.

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi ishda qo'llanilgan IQ, UB, YaMR spektroskopiya, gaz xromatografiyasi (GX), gaz xromato-mass spektrometriya (GX-

MS), skanerlovchi elektron mikroskop (SEM), yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX), yuqori samarali eksklyuzion xromatografiyasi (YuESX) kabi usullardan foydalanilganligi, shuningdek olingan natijalar xalqaro va Respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokama qilinganligi hamda taqriz qilinuvchi xorijiy ilmiy nashrlarda chop etilganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati. Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati mahalliy xomashyo *Cucumis melo* po'stloq qismidan polisaxaridlar ajratib olinib, ularning fizik-kimyoviy xossalari va tuzilishi to'g'risida hamda pektin moddalarini modifikatsiyalash natijasida yangi ma'lumotlar olingani va ularning mikrobgga qarshi va prebiotik faolliklari o'rganilganligi bilan izohlanadi.

Ilmiy tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati *Cucumis melo* po'stlog'idan polisaxaridlar ajratib olinganligi, ajratib olingan polisaxaridlar va ular asosida olingan Shiff asoslarining yuqori biologik faollikni namoyon etganligi, ularning tadqiqotlar uchun izlanish obyekti bo'la olishi hamda mikroblarga qarshi va prebiotik dori preparatlarini ishlab chiqarish uchun asos bo'la olishi bilan izohlanadi.

Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi. *Cucumis melo* polisaxaridlarini ajratib olish va tadqiq qilish bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida quyidagilar joriy qilingan:

- *Cucumis melo* po'stlog'i polisaxaridlarining kimyoviy tuzilishi va biologik faolligi natijalaridan «Mahalliy hududdagi yuksak o'simlik polisaxaridlari va oqsillarining xossalari tuzilishi va biologik faolligi» (2021 y.) mavzusidagi bazaviy fundamental tadqiqotlarda (ma'lumotnoma O'zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasining 2025 yil 13 fevraldagi 4/2155-382-son ma'lumotnomasi) foydalanilgan.

- *Cucumis melo* po'stlog'ining suvda eruvchan polisaxaridlari va pektin moddalarini ajratib olish va monosaxarid tarkibini o'rganish natijalaridan "Bioorganik kimyo" nomli o'quv qo'llanma tayyorlashda foydalanilgan (O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2022-yil 19-iyuldagi 233-sonli buyrug'i, 233-0166-sonli guvohnoma). Natijada, oliy o'quv yurtlarida bioorganik kimyo bo'yicha mutaxassislarining bilimlarini mustahkamlash imkonini bergan.

Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi. Mazkur tadqiqot natijalari 12 ta, jumladan 6 ta xalqaro va 6 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarda muhokamadan o'tkazilgan.

Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi. Dissertasiya mavzusi bo'yicha jami 17 ta ilmiy ish chop etilgan, shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy ta'lim fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasining falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta ilmiy maqola, jumladan 2 ta respublika, 2 ta xorijiy va 1 ta Scopus bazasida indeksatsiyalanovchi jurnalda nashr etilgan.

Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi. Dissertasiya tarkibi kirish, uchta bob, xulosalar, foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati va ilovadan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 110 betni tashkil etadi.

Ilmiy tadqiqot ishini olib borishda ko'rsatgan amaliy va ilmiy yordamlari uchun O'zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi O'simlik moddalari kimyosi instituti, yuqori molekulali o'simlik moddalari kimyosi laboratoriyasi mudiri, prof. R.K. Raxmonberdiyeva va laboratoriya jamoasiga o'z minnatdorchiligimni bildiraman.

DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

Kirish qismida dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati asoslab berilgan, maqsad va vazifalar, shuningdek tadqiqotning obyekti va predmeti ifodalangan, tadqiqotning O'zbekiston Respublikasi fan va texnologiyalarni rivojlantirish yo'nalishlariga muvofiqligi keltirilgan, tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy va amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarini amaliyotga joriy qilish, nashr etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo'yicha ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «Polisaxaridlar, ularning tabiatda tarqalishi: glyukanlar va pektin moddalar: tuzilishi, tadqiqi va biologik faolligi» deb nomlangan **birinchi bobida** o'simliklarning polisaxaridlari, ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari, tuzilishi va biologik faolligi, polisaxaridlar asosidaga modifikasiyalar bo'yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar, shuningdek umumiy ma'lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning «*Cucumis melo* L. po'stlog'i polisaxaridlari tadqiqi» nomli ikkinchi bobida tadqiqot bo'yicha olingan shaxsiy natijalar muhokamasi keltirilgan.

Cucumis melo Torpedo navining polisaxaridlari

Suvda eruvchan polisaxaridlar (SEPS-1 va SEPS-i-1) amorf kukun moddalar. bo'lib, suvda yaxshi eriydi, ularning suvdagi nisbiy qovushqoqliklari 1,17–2,3 ni tashkil qildi(1%; H₂O). To'liq kislotali gidroliz, so'ng qog'oz (QX) va gaz xromatografiyasi (GX) usullaridan foydalangan holda monosaxarid tarkibi aniqlandi. Tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, SEPS-1 da asosiy monosaxaridlar sifatida arabinoza (Ara), glyukoza (Glc) va galaktoza (Gal) namoyon bo'ldi, SEPS-i-1 da esa arabinoza (Ara) va glyukoza (Glc). Boshqa monosaxaridlar esa ancha kam miqdorda. Suvdagi eritmalari kraxmalga nisbatan manfiy reaksiya berdi.

Monosaxaridlar nisbatidan ma'lum bo'ldiki, sovuq suvda eruvchan polisaxaridlar (SEPS-1) ni glyukan tipdagi geterogen polisaxaridlar tashkil qiladi. Issiq suvda eruvchan polisaxaridlar (SEPS-i-1)ning tarkibi esa glyukanlar bilan birga glyukoarabinanlar ham borligi to'g'risida xulosa qilish mumkin. SEPS lar IQ spektrida 3339–3418 sm⁻¹ (OH-guruhlar), 1599–1613 sm⁻¹ (HOH), 1415–1418 sm⁻¹ (C=O), 1074–916, 1018–911 sm⁻¹ (α-glikozid bog') sohalarda yutilishlar kuzatildi.

Cucumis melo Torpedo navining pektin moddalari oq rangli, amorf kukun bo'lib, u suvda qovushqoq eritma hosil qilib eriydi. Monosaxarid tarkibi neytral va nordon monosaxaridlardan iborat. Ko'p miqdorda arabinoza (Ara) hamda uron kislotasidan (UrAc) tashkil topganligi aniqlangan. Uron kislotasining mavjudligi karbazol usuli yordamida aniqlangan (72%).

Uning IQ spektrida quyidagi sohalarda yutilishlar kuzatildi: 3434 sm⁻¹ (–OH

guruhlar), 1748 cm^{-1} (C=O ozod va COOH – eterifikatsiyalangan karboksil guruhlar), 1434 cm^{-1} (ionlashgan karboksil guruhlarini tebranishi), 1365 cm^{-1} (–OCH₃), 827 cm^{-1} (α -glikozid bog'i).

Pektin moddalari uchun ularning eterifikatsiyalanish darajasi juda muhim hisoblanib, shunga ko'ra ular past eterifikatsiyalangan, o'rtacha eterifikatsiyalangan va yuqori eterifikatsiyalangan pektinlarga bo'linadi. IQ spektr tahliliga ko'ra, pektin moddasi (PM-1) eterifikatsiyalangan polisaxarid hisoblanadi. Buni tasdiqlash maqsadida, eterifikatsiyalanish darajasini aniqlash uchun titrimetrik analiz o'tkazildi. Natijada karboksil va eterifikatsiyalangan guruhlar miqdori aniqlandi: Ko (ozod karboksil guruhlar) – 8,1%, Ke (eterifikatsiyalangan karboksil guruhlar) – 9,0%. Olingan natijalar pektin moddasining o'rta darajada eterifikatsiyalangan pektin ($\lambda = 52,6\%$) ga teng ekanligini ko'rsatdi. Bu esa pektin moddalarining funksional xossalari va ishlatilish sohasini belgilab berishda muhim o'rin tutadi;

Ishqor yordamida ekstraksiya qilib olingan gemisellyuloza qo'ng'ir rangli amorf kukun bo'lib, uning IQ spektrida quyidagi sohalarida yutilishlar kuzatildi: 3640 cm^{-1} (–OH guruhlar), 1742 cm^{-1} (C=O), 1078 cm^{-1} (piranoza halqasi), 1588 cm^{-1} (COO⁻), 850 cm^{-1} (α -glikozid bog'i).

Cucumis melo po'stlog'idan sovuq suv bilan ekstraksiya qilib ajratib olingan SEPS-1 keyingi izlanishlar uchun tanlab olindi. Sefadex G-75 da o'tkazilgan gel-filtratsiya uning geterogen tarkibga ega ekanligini ko'rsatdi. Gomogen fraksiyalarni olish uchun SEPS-1 spirt bilan fraksiyalanib, 4 ta fraksiya (FI-T, FII-T, FIII-T, FIV-T) olindi va monosaxarid tarkibi aniqlandi.

1-jadval

Cucumis melo po'stlog'i SEPS-1 fraksiyalarining monosaxarid tarkibi

SEPS-1 Fraksiyalar	Unum, %	Mr, kDa	Monosaxarid tarkibi, GX						UAc
			Rha	Ara	Xyl	Man	Glu	Gal	
FI-T	9.0	108	1.8	9.0	6.2	-	65.5	15.0	-
FII-T	18.0	83	2.2	18.0	2.5	-	72.0	5.1	-
FIII-T	10.0	45	4.4	24.5	8.7	-	40.4	22.0	-
FIV-T	54.0	25-10	-	39.5	9.2	4.0	36.0	11.4	+

FI-T–FIII-T fraksiyalar gel-filtratsiya natijasiga ko'ra gomogenlik darajasi va miqdoriy monosaxarid tarkibi bo'yicha farqlanishi aniqlandi. FI-T va FII-T fraksiyalar esa tarkibida glyukozaning ustunligi bilan xarakterlanadi. Unum bo'yicha eng ko'p miqdorda olingan FIV-T fraksiya, past molekulyar birikmalardan iborat. Boshqa fraksiyalardan farqli ravishda u mannoza va uron kislotasini o'z ichiga oladi.

***Cucumis melo* Obi-novvot navining polisaxaridlari**

Cucumis melo Obi-novvot polisaxaridlarining monosaxarid tarkibi to'liq kislotali gidroliz qilinib, YuSSX bilan tekshirilganda sovuq suvda va issiq suvda eruvchan polisaxaridlar tarkibi jihatdan keskin farq qilmaganini ko'rish mumkin.

Ular amorf kukun bo'lib, suvda yaxshi eriydi, ularning suvdagi nisbiy qovushqoqliklari esa 1,15–1,8 (1%; H₂O). SEPS-2 da asosiy monosaxaridlar sifatida mannoza (Man) va ramnoza (Rha) namoyon bo'ldi, SEPS-i-2 da esa mannoza (Man) va arabinoza (Ara). Boshqa monosaxaridlar esa ancha kam miqdorda. Suvdagi eritmalari kraxmalga nisbatan manfiy reaksiya berdi. Suvda eruvchan polisaxaridlar, pektin moddalari va gemisellyulozalarning IQ spektri tahlil qilinganda polisaxaridlarga xos xarakteristik cho'qqilar kuzatiladi. Spirtli fraksiyalash natijasida suvda eruvchan polisaxaridlar uchta fraksiyaga ajratildi (FI-O, FII-O va FIII-O) va ularning har biri unum hamda monosaxarid tarkibi bilan farqlanadi.

2-jadval

Cucumis melo Obi-novvot polisaxaridlarining fraksiyalari va ularning monosaxarid tarkibi

Fraksiyalar	Unum %	Monosaxarid tarkibi, YuSSX						UAc
		Rha	Ara	Xyl	Man	Glu	Gal	
FI-O	1,2	8	51,1	17,1	22,8	-	-	+
FII-O	6,5	-	33,3	-	44,7	21,8	-	-
FIII-O	3,4	6	24,1	-	49,1	10,3	9,1	+

2-jadvaldagi natijalarga ko'ra FI-O fraksiyasi eng kam miqdorda ajraldi (1,2%) va asosan arabinoza (51,1%), ksiloza (22,8%) va ramnoza (8%)dan tashkil topganligini ko'rish mumkin. Bu fraksiyada glyukoza va galaktoza aniqlanmadi. Uron kislotasining (UAc) mavjudligi kislotali polisaxaridlarga mansubligini ko'rsatadi. FII-O fraksiya eng yuqori unum (6,5%) ni tashkil etib, uning tarkibida asosan glyukoza (44,7%) va galaktoza (21,8%) mavjud ekanligini ko'rsatdi. Bu fraksiyada uron kislotasi aniqlanmadi, bu esa FII-O fraksiyaning neytral polisaxarid ekanligiga ishora qiladi. FIII-O fraksiyada (3,4%) esa tarkib jihatdan murakkabroq: glyukoza (49,1%), ksiloza (24,1%), galaktoza (9,1%), arabinoza (10,3%) va ramnoza (6%) dan iborat, uron kislotasiga sifat reaksiyasi esa musbat javob berdi. Bu esa FIII-O fraksiyaning murakkab tuzilgan, kislotali polisaxarid ekanligini bildiradi.

***Cucumis melo* Kassaba navining polisaxaridlari**

Cucumis melo Kassaba polisaxaridlari ajratib olinib YuSSX xromatografiyasida monosaxarid tarkibi o'rganilgandan so'ng chuqurlashtirilgan tadqiq uchun aynan shu nav polisaxaridlari tanlab olindi. Chunki, Kassaba navi polisaxaridlarining eruvchanligi qolgan ikki navga qaraganda yuqori va monosaxarid tarkibining gomogenligi bo'yicha ham ustun ekanligi ko'rildi.

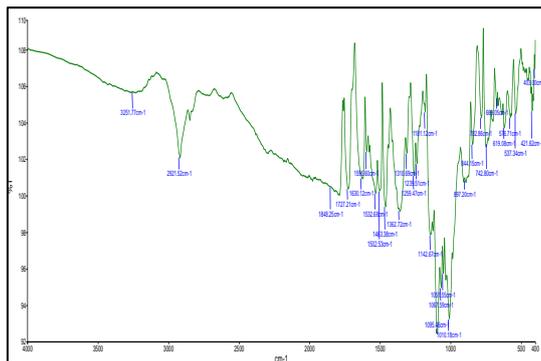
Spirtli fraksiyalash natijasida ajratib olingan uchta fraksiyadan unumi eng yuqorisi va monosaxarid tarkibi bo'yicha (Glc 66,4%) gomogenlikni namoyon qilgan FII-K fraksiya keyingi izlanish uchun tanlab olindi, eruvchanligini oshirish hamda molekulyar massasini kamaytirish uchun 0,1 n HCl bilan qisman gidroliz amalga oshirildi. Natijada etanol bilan quritib olingan polisaxarid Glyukan (GK)

deya nomlandi. Qisman gidrolizdan so‘ng FII-K va GK molekulyar massalari o‘lchanib solishtirilganda, GK ning molekulyar massasi 890 kDa dan 500 kDa gacha kamayib, eruvchanligi ortganligi kuzatildi.

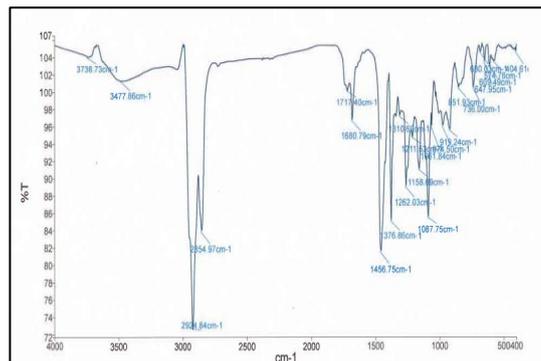
Bu hodisa polisaxarid zanjiridagi glikozid bog‘larning (asosan 1→4 va 1→6) selektiv uzilishi bilan izohlanadi. Kislotali muhitda protonlar gidroksil guruhlarini protonlab, glikozid bog‘larning parchalanishini tezlashtiradi, natijada polimer zanjiri qisqaradi. Molekulyar massaning kamayishi polisaxaridning suv bilan gidratlanish qobiliyatini oshirib, molekulalararo o‘zaro ta‘sirni kamaytiradi, bu esa eruvchanlikning oshishiga olib keladi. Qisman gidroliz jarayoni polisaxaridning asosiy funktsional guruhlarini (-OH, -COOH) saqlab qolgan holda uning fizik-kimyoviy xususiyatlarini yaxshilaydi.

GK ning tuzilishini aniqlash maqsadida Ciucanu usulida metillandi va to‘liq metillangan hosila olindi. To‘liq metillanishni IQ spektri yordamida 3400-3200 cm^{-1} sohada -OH guruh kamayishi bilan tekshirib turildi. Olingan permetilatlar metanoliz qilinib, asetillangandan so‘ng, hosilalar olindi.

GK-2 ning IQ spektridan -OH guruhiga xos bo‘lgan xarakteristik cho‘qqining yo‘qolishidan to‘liq metillashga erishilganini ko‘rish mumkin, shuningdek 1158 cm^{-1} dagi cho‘qqilar glikozid bog‘ning 1→4 bog‘lanish, 919 cm^{-1} dagi xarakteristik cho‘qqi α holatda ekanligini ko‘rsatadi (1,2-rasm).

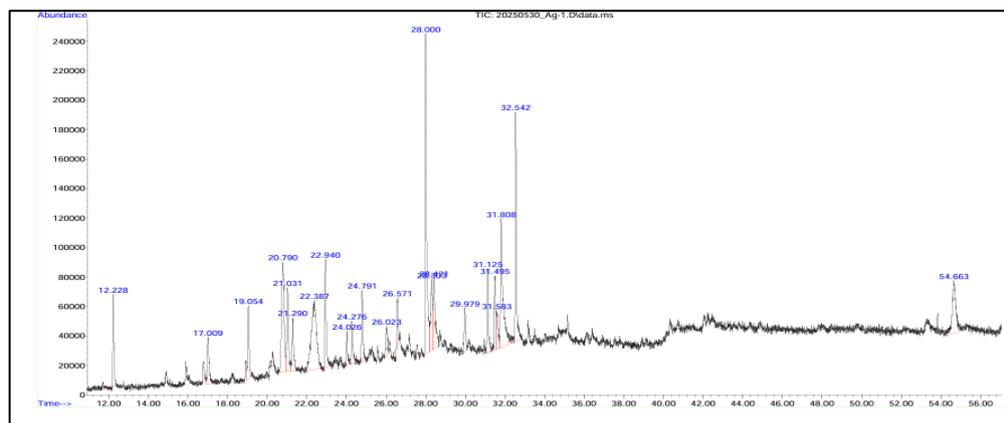


1-rasm. GK-1 ning 1-metillanish mahsuloti



2-rasm. GK-1ning 2-metillanish mahsuloti (GK-2)

Bunga qo‘shimcha ravishda glikozid bog‘ tabiatini o‘rganish maqsadida, permetilat yupqa qatlam xromatografiyasida tekshirilganda asosiy mahsulot sifatida 2,3,4,6- tetra-O-Me-D-Glcp va 2,3,6-tri- O-Me-D-Glcp identifikasiya qilindi bu esa geksoza qoldiqlari orasida 1→4 bog‘lanish mavjudligiga ishora qiladi. Namuna GX/MS usulida o‘rganilganda ham bu natija tasdiqlandi (3-rasm).



3-rasm. GK-2 ning GX-MS xromatogrammasi

Metillash usuli orqali o‘tkazilgan tahlil asosida, tadqiq qilinayotgan namuna asosan (1→4)-glikozid bog‘lanishlarga ega bo‘lgan chiziqli α-D-glyukan ekanligi to‘g‘risida xulosani qilish imkonini berdi.

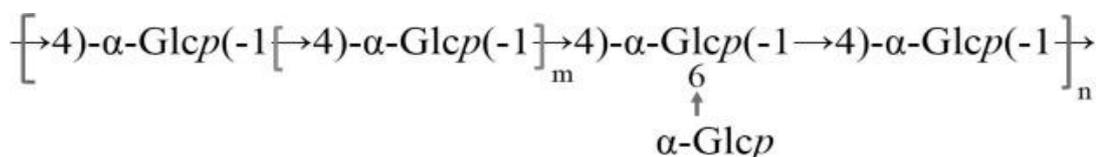
GK-2 ning GX Fizik-kimyoviy usullar yordamida olingan natijalarni tasdiqlash maqsadida YaMR spektroskopiyaga murojaat qildik. GK-2 ning ¹³C va ¹H spektrlarida (2.16- va 2.17-rasmga qarang) →4)-α-Glcp-(1→ va →6)-α-Glcp-(1→ C1 qoldig‘iga xos bo‘lgan kimyoviy siljishlar 97.8 m.u. da va 99.0 m.u. da namoyon bo‘ldi. 69.59 m.u. (C-6) dagi va 3.81 (H-4) dagi signallar esa almashingan glyukoza qoldiqlariga xos. C-4 signalining kuchsiz maydonga siljishi (0.25 m.u.) C-6 bo‘yicha almashinish borligidan dalolat beradi. Qolgan signallarga xos kimyoviy siljishlar 3-jadvalda keltirildi.

3-jadval

GK-2 fragmentining ¹H va ¹³C YaMR spektridagi (δ, ppm) kimyoviy siljishlar

Monosaxarid qoldig‘i	C1/ H1	C2/ H2	C3/ H3	C4/ H4	C5/ H5	C6/ H6
→4)-α-Glcp-(1→	97.8	71.48	73.47/	-	71.48/	-
	-	3.45	3.61	3.56	3.87	3.77
→4,6)- α-Glcp-(1→		71.48	72.9	-	72.9	69.59
		3.44		3.81	3.61	3.40
→6)-α-Glcp-(1→	99.0	73.47	72.9	70.51	71.48	65.52
	-	3.45	3.61	3.40	3.87	3.87

Xulosa qilib shuni aytish mumkinki, metillash natijalari va YaMR tahlili, GK-2 ning glyukanlar sinfiga kiruvchi α-Glcp qoldiqlariga ega bo‘lgan, chiziqli α-(1→4)-glyukan tuzilishli ekanligini tasdiqladi hamda quyidagicha tuzilishga ega ekanligi to‘g‘risida xulosa qilish imkonini beradi:



Pektin ekstraksiyasi usullarining solishtirma tahlili va uning pektin tuzilishiga ta'sirni o'rganish maqsadida, pektin ajratib olish uchun oksalat kislota (0,5% ammoniy oksalat-oksalat kislota eritmasi, pH 2,0), xlorid kislota bilan (0,25%) va limon kislota (1%) bilan ekstraksiya jarayoni olib borildi.

4-jadval

Pektin moddalarining titrimetrik tahlil natijalari

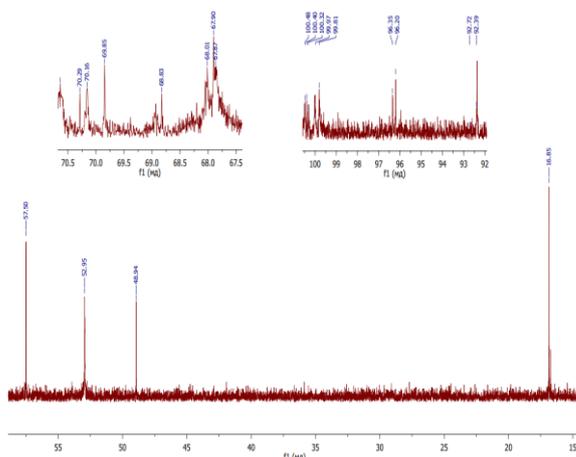
Pektin moddalari	Unum (gr)	η_{nis} (1%; H ₂ O)	Kc (%)	Ke (%)	Ku (%)	De (%)
PM-3	3,7	2,1	4,5	8,1	12,6	64,2
PM-4	2,5	1,2	3,2	10,8	14,0	77,1
PM-5	1,7	2,7	5,6	7,4	13,0	56,9

Natijalar pektin ajratishda eng yuqori samaradorlik oksalat kislota bilan ekstraksiyada (3,7 g; PM-3) ekanligini, limon kislota (2,5 g; PM-4) va xlorid kislotada (1,7 g; PM-5) kamroq ekanligini ko'rsatdi (4-jadval).

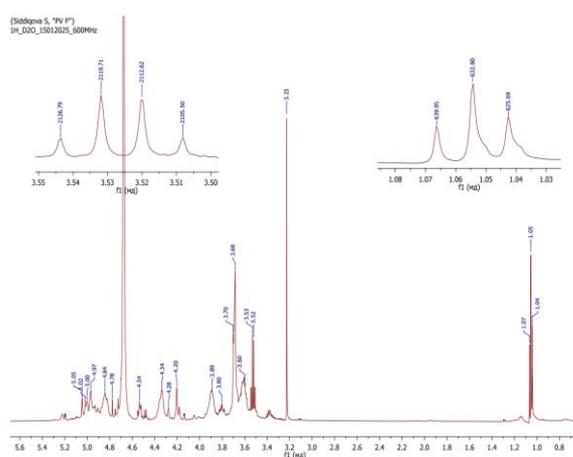
Pektin moddasi (PM-3) ning tuzilishini aniqlash uchun fermentativ gidroliz usulidan foydalanildi, ya'ni pektinaza fermenti yordamida gidroliz qilindi. Ushbu ferment bilan ishlov berilganda, α -1,4-bog'langan D-galakturonan kislota bo'lgan to'g'ri zanjirli qismlar parchalab yuboriladi, natijada gidrolizatda erkin D-galakturonan kislota hosil bo'ladi va tarmoqlangan qismlardan kislotali fragmentlar ajraladi. PM-3 pektin moddalari 1,4- α -D-glukopiranoziluronaza (pektinaza) fermenti yordamida 37°C haroratda 3 soat davomida fermentativ gidrolizga uchratildi. Natijada boshlang'ich pektin moddasidan neytral monosaxaridlardan xoli bo'lgan va faqat D-galakturon kislota qoldiqlaridan tashkil topgan polimer – galakturonan cho'kmaga tushdi. Karbazol usuli yordamida aniqlangan galakturonan kislotaning miqdori 78% ni tashkil etdi. Uron kislotalarning yuqori miqdori PM-3 pektin moddasining asosiy zanjiri 1,4- α -D-galakturonandan iborat ekanligini ko'rsatadi va uni pektin moddalari sinfiga kiritishga asos beradi

Fermentativ gidrolizdan so'ng cho'kma ustidagi eritmani spirt bilan cho'ktirilib, aseton bilan quritildi. Quritib olingan polisaxaridni QX va YuSSX yordamida tekshirilganda, tarkibidagi asosiy monosaxaridlar –glyukoza va galaktoza ni tashkil etdi.

Tadqiq qilinayotgan PM-3 pektin moddasining tuzilishini aniqlash maqsadida ¹H va ¹³C spektrlari olinganda, pektin gidrolizatining YaMR tahlili (¹H, ¹³C, COSY, HSQC, HMBC) →4)- α -GlcP-(1→ ga xos (H1/C4 5.05/100.17 ppm va ¹³C 100.49/70.08 m.u. signallari bilan tasdiqlangan) va de-eterifikatsiyani (COOH 170.79 m.u.) aniqladi, bu pektinazaning selektiv ta'siri bilan mos keladi (4,5-rasm).



**4-rasm.PM-3 ning ¹³C
YaMR spektri**



**5-rasm.PM-3 ning ¹H
YaMR spektri**

Gidrolizga chidamli g'ayrioddiy shoxlanishlar — glyukoza (Glc, COSY: H1/H2 5.08/4.96 m.u.; ¹³C: 99.02 m.u.) va galaktoza (Gal, HSQC: 5.20/92.45 m.u.) topildi, ramnoza signallarining yo'qligi esa, pektin moddasining ramnogalakturonan tipiga mos emasligini tasdiqlaydi (5-jadval).

5-jadval

Kassaba PM-3 ning ¹H va ¹³C YaMR spektridagi (δ, m.u.) kimyoviy siljishlar

Monosaxarid qoldig'i	C1/ H1	C2/H2	C3/H3	C4/H4	C5/H5	C6/H6
→4)-α-Glcp-(1→	100.02/ 4.84	72.51/ 3.53	73.43/ 3.60	71.40/ 3.52	68.94/ 3.89	57.51/ 3.23
→4)-α-Galp-(1→	92.38/ 5.23	69.68/ -	70.18/ 4.20	70.64/ 4.18	71.25/ 4.34	67.90/ 3.69

***Cucumis melo* Kassaba navi pektin moddalarining modifikatsiyasi**

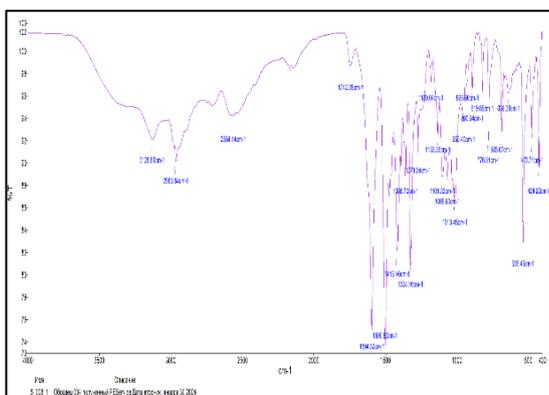
Pektin moddalarining ayrim birlamchi aminlar bilan hosilalarini olish uchun avval oksidlandi va pektin moddasining polialdegidi (PM-3-P) (0,27 gr) 54% unum bilan olishga muvaffaq bo'lindi, oksidlanish jarayoni IQ spektroskopiya va titrlash usulida nazorat qilindi. IQ spektrda polialdegidga xos xarakteristik cho'qqilar kuzatildi. Polialdegid tuzilishining IQ spektroskopiya orqali tasdiqlanishidan so'ng, polimerning xossalari oksidlanish sharoitlariga bog'liq ekanligi hisobga olinib, HIO₄ konsentratsiyasini o'zgartirib, bir necha bor oksidlash amalga oshirildi. Buning natijasida, -CHO guruhlari miqdorining suvda eruvchanlikka sezilarli ta'siri aniqlandi ya'ni oksidlanish darajasining oshib borishi bilan (6,1% dan 18,71 % gacha) ,polimerning suvda eruvchanligi ham qiyinlashib bordi. Buni -CHO guruhlarning esa gidroksil guruhlarga nisbatan qutbliligi pastroq ekanligi va suv bilan zaifroq o'zaro ta'sirga kirishishi bilan tushuntirish mumkin.. Shuning uchun, oksidlanish darajasi oshgani sari (ya'ni -CHO ko'paygani sari) polimerning gidrofob

xususiyati kuchayadi va eruvchanlik kamayadi. Modifikatsiya jarayoni uchun eng optimal hisoblangan 15,22% oksidlanish darajasiga ega, eng yaxshi eruvchanlikni namoyon qilgan polialdegid (PM-3-P) tanlab olindi.

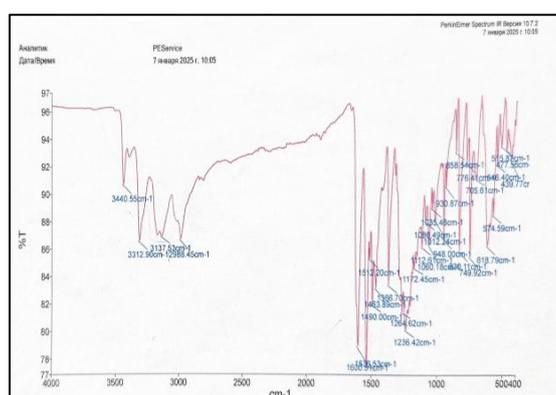
Shu o'rinda polimerlar uchun asosiy xarakteristik belgilardan biri molekulyar massaga fermentativ gidroliz va oksidlanish jarayonining ta'sirini o'rganish maqsadida YuSEX dan foydalanildi. PM-3, PM-3-F (fermentativ gidroliz qilingan pektin) va PM-3-P ning molekulyar massalari o'rganilib quyidagi xulosaga kelindi: PM-3 ning molekulyar massasi 1580 kDa ni tashkil qilib, fermentativ gidroliz uning molekulyar massasini 560 kDa gacha kamaytirdi, bu esa polimerning asosiy zanjiridagi glikozid bog'larining qisman uzilganini ko'rsatadi. Keyingi bosqichda yod kislota bilan oksidlanish molekulyar massani 400 kDa gacha tushirdi, bu esa yon tarmoqlarda joylashgan galaktoza yoki gkyukoza qoldiqlaridagi yaqin joylashgan diol strukturalarining parchalanishini anglatadi.

PM-3-P (Mr-400 kDa, -CHO%=15,22%) ni modifikatsiyasi uchun benzilamin va 2-oksibenzilamin birlamchi aminlari tanlab olindi. O'tkazilgan tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, pektin asosida benzilamin (PB) va salitsilamin (PS) bilan shiff asoslarini sintezi qilish bir qator muhim qonuniyatlarni namoyon qiladi. Reaksiya sharoitlarini pH 5.5 atsetat buferi muhitida, 50°C haroratda va 24 soat davomida optimallashtirish yuqori unumga erishish imkonini berdi: PB uchun 85.7% (120 mg) va PS uchun 88.6% (124 mg). Polisaxaridlar bilan kondensatsiya reaksiyalarini o'tkazishning qiyinligini hisobga olsak, bu ko'rsatkichlar sintezning yuqori samaradorligini tasdiqlaydi.

Reaksiyaning muvaffaqiyatli o'tganligining asosiy isboti IQ-spektrlarda 1720 cm^{-1} da karbonil guruhining xarakteristik cho'qqining yo'qolishi va 1594-1600 cm^{-1} sohasida yangi yutilish cho'qqilarining paydo bo'lishi bo'lib, ular hosil bo'lgan Shiff asoslaridagi C=N bog'lanishlariga mos keladi. Ayniqsa, bu piklar joylashuvidagi farq - PB uchun 1594 cm^{-1} va PS- chun 1600 cm^{-1} - alohida qiziqish uyg'otadi, bu PS uchun fenol gidroksili ishtirokida ichki molekulyar vodorod bog'ining hosil bo'lishi natijasida imin guruhining qo'shimcha barqarorlashuvi bilan izohlanishi mumkin (6,7-rasm).



6-rasm. PB ning IQ spektri



7-rasm. PS ning IQ spektri

UB-spektroskopik tahlil natijalari solishtirilganda, boshlang'ich modda ya'ni PM-3-P (polialdegid) va Shiff asoslari PS va PB larningning spektrlarida sezilarli farqlari qayd etildi.

Pektin asosida olingan boshlang'ich polialdegid PM-3-P hamda uning benzilamin va salitsilamin asosidagi hosilalari (PS, PB) ning sirt morfologiyasini tahlil qilish maqsadida, ularning skanerlovchi elektron mikroskopi (SEM) yordamida tasviri o'rganildi. Elektron mikroskop (SEM) natijalari tekshirilgan namunalarning ust-molekulyar strukturalaridagi aniq farqni ko'rsatdi, ularning o'rtacha zarrachalari 20 va 50 nm da o'rganildi.

Olib borilgan tadqiqotda nafaqat *Cucumis melo* Kassaba po'stlog'ining polisaxaridlari, balki uning asosiy tarkibiy qismlari – aminokislotalar va makro hamda mikroelementlar tahliliga ham e'tibor qaratildi.

Kassaba qovuni po'stlog'ining noyob aminokislotali tarkibi unga bir qator muhim biologik xususiyatlar beradi. Aminokislota tarkibi YuSSX da o'rganildi, natijalarga ko'ra: asosan, glitsin (1.04 mg/g), alanin (1.01 mg/g) va valin (2.28 mg/g) ning yuqori miqdorda bo'lishi bilan ajralib turishi kuzatildi. Bu ko'rsatkichlar odatdagi o'simlik chiqindilariga nisbatan 3-10 baravar yuqori. Ayniqsa, valinning rekord darajadagi miqdori (2.28 mg/g) bifidobakteriyalarning o'sishini faollashtirishga, shuningdek qisqa zanjirli yog' kislotalarining ishlab chiqarilishini oshirishga yordam beradi.

Bundan tashqari, *Cucumis melo* Kassaba po'stlog'ining makro- va mikroelement tarkibi asosida, quyidagi xulosalarni keltirish mumkin (hisobot **6-ildovada** keltirildi): makroelementlar (Ca 0.44%, Mg 0.44%, K 0.23%) fiziologik jihatdan muhim diapazonlarda bo'lib, to'qimalarning tuzilishini va ferment faolligini ta'minlaydi, fosforning past miqdori (0.02%) biroz past bo'lib, aksincha temirning rekord darajadagi miqdori (0.12%) *Cucumis melo* po'stlog'ining antioksidant xususiyatlarini oshirishi mumkin. Zn (71.2 µg/g) va Cu (18.9 µg/g) ning optimal kontsentratsiyalari esa fermentlar uchun kofaktor sifatida ahamiyatini tasdiqlaydi. K/Na (1.5:1) va Ca/Mg (1:1) nisbatlarining muvozanatli bo'lishi xom ashyoni funktsional oziq-ovqat mahsulotlari, qishloq xo'jaligi uchun mineral qo'shimchalar va bioremediatsiya uchun istiqbolini namoyon qiladi.

***Cucumis melo* polisaxaridlarining mikroblarga qarshi faolligi**

Cucumis melo po'stlog'idan ajratib olingan polisaxaridlar va pektin moddalarining hamda pektin asosidagi Shiff asoslarining mikroblarga qarshi faolligi Mikrobiologiya instituti xodimlari tomonidan o'rganilib, SEPS-1 (Torpedo navi, 20 mm), SEPS-3 (Obi-novvot navi, 20 mm) va PM-3 (Kassaba navi, 12 mm) moddalari *Serratia marcescens* shartli-patogen mikroorganizmiga qarshi antimikrob faollikka ega ekanligi aniqlandi. Bundan tashqari, polialdegid asosida birlamchi aminlar bilan olingan hosilalarning 7 ta shartli-patogen mikroorganizmlar shtammlaridan 4 tasi: *Escherichia coli* 002673/477 (22 mm), *Staphylococcus aureus* (20 mm), *Pseudomonas aeruginosa* (24 mm), *Serratia marcescens* (9 mm) shtammlariga qarshi yuqori darajadagi antimikrob ta'sir namoyon qildi.

Kimyoviy modifikatsiya qilingan pektin moddalarining antimikrob faolligi o'zgarishlarini tushuntirish uchun ularning tuzilishidagi o'zgarishlarini hisobga olish kerak. Dastlabki tabiiy pektin faqat *Serratia marcescens* bakteriyasiga qarshi faollik ko'rsatishini (20 mm ingibirlash zonasi), pektinning karboksil guruhlari

bakteriya uchun muhim bo'lgan metall ionlarini bog'lashi bilan tushuntirish mumkin. Biroq, pektinni benzilamin bilan modifikatsiya qilganimizda (Shiff asosini hosil qilganimizda), uning *Serratia marcescens* ga qarshi faolligi ikki baravar kamaydi (10 mm). Bu o'zgarish, karboksil guruhlarning imin bog'lanishi tufayli kamroq metal ionlarini bog'lashi va molekulaning gidrofob xususiyatlarining oshishi natijasida bakterial hujayra bilan o'zaro ta'sirning qiyinlashuvi bilan izohlanishi mumkin.

Aksincha, pektinni salisilamin bilan modifikatsiya qilganimizda, yangi bakteriyalarga qarshi yuqori faollik kuzatildi: *Escherichia coli* (22 mm), *Pseudomonas aeruginosa* (24 mm) va *Staphylococcus aureus* (20 mm). Bu effekt, salitsilamin tarkibidagi fenol guruhi (-OH) tufayli yuzaga kelgan bo'lishi mumkin, chunki salisil kislotasi o'zining antibakterial xususiyatlari bilan mashhur. Modifikatsiyalangan pektin molekulasi gidrofil (pektin qismi) va aromatik (fenol halqasi) qismlarni birlashtirgani uchun turli bakteriyalarning hujayra devorlariga osonlikcha kirib boradi. Fenol guruhi bakterial membranalarning buzilishiga olib kelishi mumkin, imin bog'lanishi (-C=N-) esa bakterial fermentlar bilan o'zaro ta'sirlashib, ularning faolligini pasaytirishi mumkin. Shu bilan birga, modifikatsiyalangan pektinning *Serratia marcescens*ga qarshi faolligining pasayishi, yangi birikmaning ta'sir mexanizmining o'zgarganligini ko'rsatadi

***Cucumis melo* polisaxaridlarining prebiotik faolligi**

Ilmiy izlanishlar *Cucumis melo* polisaxaridlarining antimikrob va prebiotik faolligi O'zR FA Mikrobiologiya instituti "Probiyotiklar mikrobiologiyasi va biotexnologiyasi" laboratoriyasi xodimlari bilan hamkorlikda olib borildi.

Cucumis melo polisaxaridlarining bifidobakteriyalari assotsiatsiyasi o'sishiga stimullovchi ta'siri amaliyotda qo'llanilib kelinayotgan olma pektini bilan qiyoslab o'rganiladi. Olingan ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki, o'rganilayotgan prebiotiklarning ozuqa muhiti tarkibiga kiritilishi ularning faol ishlashiga yordam beradi va shu bilan birga tirik hujayralar sonini ko'paytiradi. Agar *Pediococcus acidilactici* o'sishini MRS-sho'rva ozuqa muhiti va prebiotik qo'shimchalar qo'shilgan muhit bilan taqqoslansa, ikkinchisi tirik hujayralarning yuqori titrini ta'minlashini ko'rish mumkin.

Yuqorida sanab o'tilgan polisaxaridlardan – PM-3 (Kassaba navi), PM-1 (Torpedo navi), SEPS-3 (Kassaba navi), SEPS-1 (Torpedo navi) va SEPS-2 (Obinovvot navi) bifidobakteriyalarning o'sishiga sezilarli hissa qo'shgan. Prebiotiklar qo'shilgan muhitda 48 soat davomida etishtirilganda, bifidobakteriyalarning 2% hajmdagi miqdori mos ravishda 10^{11} , 10^{11} , 10^{11} , 10^{11} va 5×10^{10} KOE/ml ni tashkil etdi, bu nazorat guruhiga nisbatan yuqori ko'rsatkichdir.

Natijalar shuni ko'rsatdiki, polisaxaridlarning o'sishni rag'batlantiruvchi ta'siri olma pektiniga nisbatan bifidobakteriyalarning hayotiyiligiga kuchliroq ta'sir ko'rsatdi. Bu *Cucumis melo* (qovun) po'stlog'idagi polisaxaridlarning samaraliroq prebiotik faollikka ega ekanligidan dalolat beradi.

***Cucumis melo* polisaxaridlari va birlamchi aminlar bilan hosilalarining o'tkir**

zaharlilik darajasi va kumulyativlik xususiyatlari

Tadqiqotlarda polisaxaridlarning toksik xususiyatlarini va organizmda to'planish darajasini aniqlash maqsadida ularning o'tkir va surunkali ta'siri Biofizika va biokimyoy institutining Metabolomika laboratoriyasi katta ilmiy xodimi M. Mustafakulov bilan hamkorlikda o'rganildi. Tadqiqotning natijalari 6-jadvalda ko'rsatilgan.

6-jadval

Cucumis melo polisaxaridlarining o'tkir zaharliligini aniqlash

Pre-parat	Tarkibi	Erituv-chi	<i>In vitro</i> mkg/ml
1	PM-3 (Kassaba navi pektini)	H ₂ O	100/250/500/750/1000
2	PM-3-P (Pektin moddasining polialdegidi)	H ₂ O	100/250/500/750/1000
3	PB (Pektin-benzilamin)	H ₂ O	100/250/500/750/1000
4	PS (Pektin-salitsilamin)	H ₂ O	100/250/500/750/1000

Olingan ma'lumotlar ko'rsatadiki, tadqiq qilingan barcha birikmalar IV sinf - past xavfli moddalar guruhiga kiradi. Bu xulosani №1-4 preparatlarining bir marotaba og'iz orqali kiritilganda o'rtacha o'lim dozasi (LD₅₀) 670, 610, 570, 540 mg/kg ekanligi tajriba hayvonlarida o'lim hollari va gematologik-biokimyoviy ko'rsatkichlarda sezilarli o'zgarishlarning yo'qligi tasdiqlaydi.

Hisoblangan natijaga ko'ra $Kk > 1$ bo'ldi, bundan ko'rinib turibdiki (№1, №2, №3, №4) kumulyativ xossaga ega emas. Ya'ni, №1-4 preparatlarining 5,0; 10,0 va 20,0 mg/kg dozalarda kalamushlar oshqozoniga ko'p martalab kiritilganda buyraklar funksional holatiga zaharli ta'sir ko'rsatmadi. Xususan, barcha testlarda sezilarli patologik o'zgarishlarning yo'qligi, shuningdek immunomodulyator ta'sirning mavjudligi, bu polisaxaridlarning inson organizmi uchun yuqori biologik xavfsizligini va ularni funksional oziq-ovqat mahsulotlarida qo'llash imkoniyatini ko'rsatadi.

Dissertatsiyaning uchinchi bobi «**Tajribalar qismi**» deb nomlangan bo'lib, polisaxaridlarni ajratib olish usullari, ularning monosaxarid tarkibini, fizik-kimyoviy xossalari, tuzilishi va biologik faolligini aniqlash metodikalari yoritilgan.

Dissertatsiyani shakllantirishda adabiyotlar ro'yxati qismida 136 ta foydalanilgan ilmiy manbalar keltirilgan.

XULOSALAR

1. O'zbekiston Respublikasida keng tarqalgan *Cucumis melo* L. o'simligining (Torpedo, Kassaba va Obi-novvot navlari) po'stloq qismining uglevodlar kompleksi o'rganilib, mos ravishda 8, 3, 4.5 % unum bilan sovuq suvda eruvchan polisaxaridlar, 1, 1.4, 2.1 % unum bilan issiq suvda eruvchan polisaxaridlar, 5, 3.7,

4.1 % unum bilan pektin moddalari va 2, 1.95, 1.8 % unum bilan gemitsellyulozalar tashkil etishi ko'rsatildi.

2. *Cucumis melo* Kassaba navining pektin moddalari yuqori eterifikatsiya darajasiga, *Cucumis melo* Torpedo va Obi-novvot navining o'rta eterifikatsiyalanish darajasiga ega ekanligi ko'rsatildi hamda ularning monosaxarid tarkibining tahlili amalga oshirildi.

3. Birinchi marotaba mahalliy *Cucumis melo* Kassaba navining suvda eruvchan polisaxaridi α -Glc p qoldiqlariga ega bo'lgan, chiziqli α -(1 \rightarrow 4)-glyukan tuzilishli ekanligi taklif qilindi.

4. *Cucumis melo* po'stlog'idan ajratib olingan suvda eruvchan polisaxaridlar, pektin moddalarining biologik (mikroblarga qarshi va prebiotik) faolliklari isbotlandi.

5. Birinchi marotaba *Cucumis melo* pektin moddalarning benzilamin va 2-oksibenzilamin hosilalari olinib, ularning *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* va *Staphylococcus aureus* mikroblariga qarshi biologik faolligi isbotlandi, shuningdek, bir marotaba og'iz orqali kiritilganda o'rtacha o'lim dozasi (LD₅₀) 670, 610, 570, 540 mg/kg ni tashkil etishi va kumulyativ xossaga ega emasligi ko'rsatildi.

6. Ajratib olingan polisaxaridlar va ular asosida olingan Schiff asoslarining yuqori biologik faollikni namoyon etganligi, ularning keying tadqiqotlar uchun izlanish ob'ekti bo'la olishi hamda mikroblarga qarshi va prebiotik dori vositalarini ishlab chiqarish uchun asos bo'la olishi mumkinligi taklif qilindi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
PhD.03/30.12.2019.К.05.01 ПРИ ФЕРГАНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ**

НАЦИОНАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ УЗБЕКИСТАНА

СИДДИКОВА СЕВИНЧ КУРОЛ КИЗИ

СТРОЕНИЕ И СВОЙСТВА ПОЛИСАХАРИДОВ *CUCUMIS MELO*

02.00.10 – Биоорганическая химия

**АВТОРЕФЕРАТ диссертации доктора философии (PhD)
ПО ХИМИЧЕСКИМ НАУКАМ**

Фергана – 2025

Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве Высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан под номером B2025.1.PhD/B1358.

Диссертация выполнена в Национальном университете Узбекистана.

Автореферат диссертации доктора философии (PhD) на трех языках (русском, узбекском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета при Ферганского государственного университета (www.fdu.uz) и на информационно-образовательном портале «ZiyoNet» по адресу (www.ziyo.net.uz).

Научный руководитель:

Маулянов Салихжан Алимжанович
кандидат химических наук, доцент

**Официальные
оппоненты:**

Арипова Салимахон Фазиловна
доктор химических наук, профессор

Тургунбаев Шавкатжон Шухратжон угли
доктор философии по химическим наукам, доцент

Ведущая организация:

Ташкентский фармацевтический институт

Защита состоится «_____» _____ 2025 г. в _____ часов на заседании Научного совета PhD.03/30.12.2019.K.05.01 при Ферганском государственном университете. (Адрес: 150100, г. Фергана, ул. Мураббийлар, 19-дом. Тел. (99873) 244-44-02, факс (998973) 244-44-93).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ферганского государственного университета (регистрационный номер _____). (Адрес: 150100, г. Фергана, ул. Мураббийлар, 19-дом. Тел. (99873) 244-44-02, факс (998973) 244-44-93); e-mail: fardu-info@umail.uz

Автореферат диссертации разослан: «_____» _____ 2025 года.
(реестр протокола рассылки _____ от «_____» _____ 2025 года).

А.А.Ибрагимов
Председатель Научного совета по
присуждению учёной степени,
доктор химических наук, профессор

К.М. Шергозиев
Ученый секретарь Научного
Совета по присуждению учёной
степени, доктор философии
по химическим наукам

Ш.В. Абдуллаев
Председатель Научного семинара
при научном совете по присуждению
учёной степени, доктор
химических наук, профессор

ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))

Актуальность и востребованность темы диссертации. В мире наблюдается растущий интерес современной фармацевтической, медицинской и пищевой промышленности к природным биологически активным веществам, в частности, к полисахаридам растений, что связано с возможностями их использования в качестве безопасных для здоровья человека, биосовместимых и экологически чистых источников. Кроме того, в настоящее время в агропромышленном комплексе ведутся масштабные работы по проблеме рациональной утилизации вторичных ресурсов – различных видов сельскохозяйственных отходов, остающихся после переработки урожая, и снижения их негативного воздействия на окружающую среду. В частности, к таким вторичным ресурсам относятся кожура *Cucumis melo* (дыни), которые, в свою очередь, представляют собой ценное сырье для синтеза обладающих высокой биологической активностью лекарственных средств, функциональных пищевых добавок или биоматериалов на основе полисахаридов. Данное научное исследование направлено на теоретическое обобщение результатов, полученных при изучении полисахаридов из кожуры *Cucumis melo*, и определяет направления их практического применения.

В мире проводятся научные исследования по выделению, изучению структуры и свойств полисахаридов из растений, осуществляющих биосинтез соединений с высокой биологической активностью. В частности, полисахариды растений находят широкое применение в современной фармакогнозии и медицинской практике благодаря проявлению такой активности, как иммуномодулирующая, пребиотическая, антимикробная и противоопухолевая, а также благодаря эффективности при лечении метаболического синдрома и воспалительных процессов. Кроме того, при их практическом использовании особое внимание уделяется таким свойствам, как иммунорегуляторная способность или доставка (транспорт) лекарственных средств, а также биологической безопасности и отсутствию токсического воздействия на организм, не вызывают аллергические реакции и пирогенные свойства.

В нашей Республике достигнуты значительных результаты в области охраны окружающей среды, а также в получении и реализации импортозамещающей национальной продукции на основе местного сырья.

Настоящее диссертационное исследование в определенной степени способствует выполнению задач, утвержденных Президентом Республики Узбекистан в стратегии развития Нового Узбекистана на 2022–2026 годы, где поставлена цель “Обеспечить устойчивость национальной экономики, продолжить промышленную политику, направленную на увеличение доли промышленности в ВВП, и увеличить объем производства промышленной продукции в 1,4 раза”¹; указах и постановлениях Президента Республики Узбекистан ПП-4901 от 26 ноября 2020 года “О мерах по расширению масштабов научных исследований в области выращивания и переработки лекарственных растений, а также развития их семеноводства”, ПП-251 от 20

мая 2022 года “О мерах по организации культурного выращивания и переработки лекарственных растений, а также их широкого использования в лечебной практике” а также других нормативно-правовые документах, связанных с этой деятельностью.

Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий в республике Узбекистан. Данная диссертационная работа выполнена в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики VI. «Медицина и фармакология» и VII. «Химические технологии и нанотехнологии».

Степень изученности проблемы. В развитых странах мира ведущими учеными, такими как D. Ropartz, C.G. Mellinger, T.R. Cipriani, E. Colho, Ch. Jialong, W. Guo, M.Q. Peng, M.A. Soomro, S. Saeidi, M. Hamed, K. Ketha, Ю.С. Оводов, В.А. Бабкин, С.В. Попов, В.Ф. Миронов, С.Т. Минзанова, А.Ю. Арбузов, выполнены многочисленные научные исследования по выделению полисахаридов из природных источников, их изучению, а также дальнейшему развитию областей их применения.

В Узбекистане исследованиями по выделению полисахаридов из природных источников, изучению их физико-химических свойств и структуры, а также установлению новых видов биологической активности занимались Р.К. Рахманбердиева, М.Х. Маликова, К.С. Жаунбаева, Н.С. Полякова, Н.П. Юлдашева, Д.З. Азизов, Х.Н. Арипов и другие. Под руководством А.С. Тураева на высоком уровне проводятся фундаментальные и прикладные исследования по химической трансформации полисахаридов и их модифицированных форм, их молекулярной и супрамолекулярной структуре, а также по созданию на их основе высокоэффективных направленных лекарственных средств, препаратов и хирургических материалов для медицинской практики и агропромышленного комплекса. В частности, получение биологически активных веществ с высоким содержанием добавок из отходов сельского хозяйства, таких как кожура дыни, соответствует перспективам охраны окружающей среды и ресурсосбережения. Кроме того, изучение полисахаридов *Cucumis melo* имеет фундаментальное и прикладное значение для разработки новых эффективных лекарственных средств на основе природных полисахаридов.

Связь диссертационного исследования с планами научно-исследовательских работ высших учебных и научно-исследовательских заведений. Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ кафедры природных соединений и прикладной химии Национального университета Узбекистана “Химические исследования лекарственных растений, произрастающих в Узбекистане, выделение биологически активных веществ, изучение их структуры, модификация, изучение механизма действия, а также создание эффективных препаратов для медицины и сельского хозяйства”.

Целью исследования является выделение полисахаридов из широко распространённого на территории Узбекистана вида *Cucumis melo* L., а также

установление их структуры и свойств.

Задачи исследования:

выделение полисахаридов из кожуры дыни (водорастворимых полисахаридов – ВРПС, пектиновых веществ – ПВ и гемицеллюлоз – ГМЦ);

изучение физико-химических свойств выделенных полисахаридов и определение их моносахаридного состава;

исследование структуры полисахаридных макромолекул с использованием физико-химических методов анализа;

изучение биологической активности полисахаридов (водорастворимых полисахаридов – ВРПС и пектиновых веществ – ПВ), включая их антимикробные и пребиотические свойства;

получение производных выделенных пектиновых веществ с первичными аминами и исследование их биологической активности, острой токсичности и кумулятивных свойств.

Объекты исследования представлены кожурой трех сортов дыни (*Cucumis melo*): Торпедо, Оби-новот и Кассаба.

Предмет исследования включает полисахариды кожуры *Cucumis melo*: водорастворимые полисахариды (ВРПС), пектиновые вещества (ПВ), гемицеллюлозы и производные пектиновых веществ с первичными аминами.

Методы анализа. В ходе работы применялись методы биоорганической и органической химии (выделение, очистка, кислотный и ферментативный гидролиз, метилирование, окисление, модификация с получением азометиновых производных пектина) и физико-химические методы (ИК, УФ, ЯМР спектроскопия, газовая хроматография, ГХ-МС, сканирующая электронная микроскопия, ВЭЖХ, ВЭЭХ)

Научная новизна исследования заключается в том, что

впервые проведено выделение полисахаридов из кожуры трех местных сортов *Cucumis melo* с изучением их физико-химических показателей и моносахаридного состава;

впервые методом частичного гидролиза водорастворимых полисахаридов (ВРПС-3) местного сырья *Cucumis melo* было установлено, что его структура является гомогенной и представляет собой глюкан (ГК-2) с линейной структурой ($\rightarrow 4$)- α -GlcP-(1 \rightarrow);

было доказано, что путем ферментативного гидролиза пектинового вещества (ПМ-3) *Cucumis melo* основная цепь макромолекулы пектина представляет собой поли-D-галактуронан, а боковая цепь состоит из остатков глюкозы и галактозы;

впервые изучены антимикробная и пребиотическая активность полисахаридов *Cucumis melo*, антимикробная активность оснований Шиффа на основе пектина, а также уровень их токсичности (LD50).

Практическая значимость работы заключается в следующем:

установлено, что выделенные водорастворимые полисахариды из кожуры *Cucumis melo* растущей на территории нашей республики, а также основание Шиффа, полученное из пектинового вещества с некоторыми

первичными аминами, проявляют антимикробную активность..

установлено, что водорастворимые полисахариды кожуры *Cucumis melo* растущей на территории нашей республики может быть использован как богатый природный источник, обладающий пребиотической активностью, а также определены их уровень токсичности и кумулятивные свойства.

Достоверность результатов исследования подтверждается применением современных аналитических методов, включая ИК, УФ и ЯМР спектроскопию, газовую хроматографию (ГХ), газовую хромато-масс-спектрометрию (ГХ-МС), сканирующую электронную микроскопию (СЭМ), высокоэффективную жидкостную хроматографию (ВЭЖХ) и высокоэффективную эксклюзионную хроматографию (ВЭЭХ), что обеспечило всестороннюю характеристику полученных данных.

Научная и практическая значимость результатов исследования заключается в том, что впервые выделены полисахариды из кожуры местного сырья *Cucumis melo*, получены новые данные об их физико-химических свойствах и структуре, а также о продуктах модификации пектиновых веществ; изучены их антимикробная и пребиотическая активности.

Практическая значимость результатов научного исследования обусловлена тем, что разработан способ выделения полисахаридов из кожуры *Cucumis melo*, показана высокая биологическая активность выделенных полисахаридов и полученных на их основе оснований Шиффа. Результаты работы демонстрируют потенциал данных соединений в качестве объекта для дальнейших научных изысканий, а также базы для разработки новых противомикробных и пребиотических лекарственных препаратов.

Внедрение результатов исследования. На основании полученных научных результатов по выделению и изучению полисахаридов *Cucumis melo* было внедрено следующее:

результаты по изучению химической структуры и биологической активности полисахаридов кожуры *Cucumis melo* были использованы при выполнении фундаментальных исследований по теме: «Свойства, структура и биологическая активность полисахаридов и белков высших растений местной флоры» (2021 г.) (справка о использовании № 4/2155-382 от 13 февраля 2025 г., выданная Академией наук Республики Узбекистан).

результаты по выделению водорастворимых полисахаридов и пектиновых веществ из кожуры были использованы при подготовке учебного пособия «Биоорганическая химия», утвержденного Министерством высшего и среднего специального образования Республики Узбекистан (Приказ № 233 от 19 июля 2022 г., свидетельство № 233-0166). Проведенная работа способствует закреплению и углублению знаний специалистов в области биоорганической химии в высших учебных заведениях.

Апробация результатов исследования. Результаты диссертационного исследования доложены и обсуждены на 12 научно-практических конференциях и научных симпозиумах, в том числе на 6 международных и 6 республиканских.

Публикация результатов исследования включает 17 научных работ по теме диссертации, из них 2 статьи в республиканских 2 в зарубежных журналах и научных изданиях, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертаций на соискание степени доктора философии (PhD), и 1 статья в журнале, индексируемом в базе данных Scopus.

Структура и объем диссертации включает введение, три главы, выводы, список использованной литературы и приложения. Общий объем диссертационной работы составляет 110 страниц.

Выражаю искреннюю благодарность за оказанную научную и практическую помощь руководителю лаборатории химии высокомолекулярных растительных веществ Института химии растительных веществ Академии наук Республики Узбекистан, профессору Р.К. Рахмонбердиевой и коллективу лаборатории.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснована актуальность и необходимость выбранной темы диссертационного исследования, четко сформулированы цель и задачи работы, определены объект и предмет исследования. Показано соответствие темы исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики Узбекистан. Подробно изложены научная новизна и практические результаты проведенных исследований, раскрыты научная и практическая значимость полученных данных. Приведены сведения о внедрении результатов исследования в практику, список публикаций по теме диссертации и информация о структуре работы.

Первая глава диссертации “**Полисахариды, их распространение в природе: глюканы и пектиновые вещества: структура, исследование и биологическая активность**” содержит обзор литературных данных о растительных полисахаридах, их физико-химических свойствах, структуре и биологической активности, научные исследования по модификациям на основе полисахаридов, а также представлены общие сведения по научным исследованиям.

Во второй главе под названием “**Исследование полисахаридов кожуры *Cucumis melo* L.**” приведено обсуждение полученных результатов исследования.

Полисахариды *Cucumis melo* сорта Торпедо

Полисахариды *Cucumis melo* сорта Торпедо представлены водорастворимыми полисахаридами (ВРПС-1 и ВРПС-г-1), которые представляют собой аморфные порошкообразные вещества, хорошо растворимые в воде с относительной вязкостью водных растворов 1,17-2,3 (1% раствор в H₂O). Методами кислотного гидролиза с последующей бумажной

(БХ) и газовой хроматографией (ГХ) был определен моносахаридный состав. Результаты показали, что в ВРПС-1 преобладают арабиноза (Ara), глюкоза (Glc) и галактоза (Gal), тогда как в ВРПС-г-1 основными компонентами являются арабиноза (Ara) и глюкоза (Glc). Другие моносахариды в незначительном количестве. Водные растворы давали отрицательную реакцию на крахмал.

Анализ количественного соотношения моносахаридов позволил установить, что полисахариды, растворимые в холодной воде (ВРПС-1) представляют собой гетерогенные глюканы, тогда как растворимые в горячей воде полисахариды (ВРПС-г-1) содержат наряду с глюканами также глюкоарабинаны. В ИК спектрах ВРПС наблюдались характерные полосы поглощения: 3339-3418 cm^{-1} (ОН-группы), 1599-1613 cm^{-1} (Н-ОН), 1415-1418 cm^{-1} (С=О), 1074-916 и 1018-911 cm^{-1} (α -гликозидные связи).

Пектиновые вещества *Cucumis melo* Торпедо представляют собой белый аморфный порошок, образующий в воде вязкий раствор. Моносахаридный состав включает нейтральные и кислые моносахариды с преобладанием арабинозы (Ara) и уоновых кислот (UrAc, 72% по карбазольному методу). В ИК спектрах наблюдались следующие характерные полосы поглощения: 3434 cm^{-1} (-ОН группы), 1748 cm^{-1} (С=О свободных и СООН-этерифицированных карбоксильных групп), 1434 cm^{-1} (колебания ионизированные карбоксильных групп), 1365 cm^{-1} (-ОСН₃), 827 cm^{-1} (α -гликозидные связи).

Для пектиновых веществ степень этерификации является важнейшей характеристикой, в соответствии с которой их классифицируют на низкоэтерифицированные, среднеэтерифицированные и высокоэтерифицированные. ИК спектроскопический анализ показал, что исследуемое пектиновое вещество (ПВ-1) относится к этерифицированным полисахаридам. Для количественного подтверждения этого вывода был проведен титриметрический анализ, позволивший определить содержание свободных (8,1%) и этерифицированных (9,0%) карбоксильных групп. Рассчитанная степень этерификации ($\lambda = 52,6\%$) однозначно свидетельствует, что данный пектин относится к среднеэтерифицированным, что имеет принципиальное значение для его функциональных свойств и потенциальных областей применения.

Гемицеллюлозы, выделенные щелочной экстракцией, представляют собой коричневатый аморфный порошок с характерными ИК полосами: 3640 cm^{-1} (-ОН), 1742 cm^{-1} (С=О), 1078 cm^{-1} (пиранозные кольца), 1588 cm^{-1} (СОО⁻), 850 cm^{-1} (α -гликозидные связи).

Для дальнейших исследований был отобран ВРПС-1, выделенный экстракцией в холодной воде.

Гель-фильтрация на сефадексе G-75 подтвердила его гетерогенность. Спиртовое фракционирование позволило получить 4 фракции (ФI-Т, ФII-Т, ФIII-Т, ФIV-Т) с последующим анализом их моносахаридного состава (Таблица 1)

Таблица 1

Моносахаридный состав фракций ВРПС-1 из кожуры *Cucumis melo*

Фракции ВРПС-1	Выход, %	Mr, кДа	Моносахаридный состав, ГХ						UAc
			Rha	Ara	Xyl	Man	Glu	Gal	
ФI-Т	9.0	108	1.8	9.0	6.2	-	65.5	15.0	-
ФII-Т	18.0	83	2.2	18.0	2.5	-	72.0	5.1	-
ФIII-Т	10.0	45	4.4	24.5	8.7	-	40.4	22.0	-
ФIV-Т	54.0	25-10	-	39.5	9.2	4.0	36.0	11.4	+

Результаты анализа фракций ФI-Т–ФIII-Т выявили существенные различия по степени гомогенности (по данным гель-фильтрации) и количественному моносахаридному составу. При этом фракции ФI-Т и ФII-Т характеризуются преобладанием глюкозы в своем составе. Наибольший по выходу продукта фракционный образец ФIV-Т состоит преимущественно из низкомолекулярных компонентов и, в отличие от других фракций, содержит значимые количества маннозы и уроновых кислот.

Полисахариды *Cucumis melo* сорта Оби-новвот

Проведенный методом полного кислотного гидролиза с последующим анализом методом ВЭЖХ моносахаридный состав полисахаридов *Cucumis melo* сорта Оби-новвот показал, что полисахариды, растворимые в холодной и горячей воде не имеют существенных различий в составе. Обе фракции представляют собой аморфные порошки с хорошей водорастворимостью, демонстрирующие относительную вязкость водных растворов в диапазоне 1,15-1,8 (1% раствор в H₂O). В составе ВРПС-2 преобладают манноза (Man) и рамноза (Rha), тогда как в ВРПС-г-2 основными компонентами выступают манноза (Man) и арабиноза (Ara), с незначительными примесями других моносахаридов. Водные растворы всех фракций дают отрицательную реакцию на крахмал. ИК спектроскопический анализ водорастворимых полисахаридов, пектиновых веществ и гемицеллюлоз выявил характерные для полисахаридных соединений пики поглощения. Спиртовое фракционирование водорастворимых полисахаридов позволило выделить три фракции (ФI-О, ФII-О и ФIII-О), различающиеся по выходу продукта и моносахаридному составу.

Таблица 2

Фракционный состав и моносахаридный анализ водорастворимых полисахаридов *Cucumis melo* сорта Оби-новвот:

Фракции	Выход %	Моносахаридный состав, ВЖХ						UAc
		Rha	Ara	Xyl	Man	Glu	Gal	
ФI-О	1,2	8	51,1	17,1	22,8	-	-	+
ФII-О	6,5	-	33,3	-	44,7	21,8	-	-
ФIII-О	3,4	6	24,1	-	49,1	10,3	9,1	+

По данным 2 таблицы, фракция ФI-О с наименьшим выходом (1,2%) преимущественно состоит из арабинозы (51,1%), ксилозы (22,8%) и рамнозы (8%), при этом полностью отсутствуют глюкоза и галактоза. Наличие уроновых кислот (UAc) указывает на кислый характер данного полисахарида. Фракция ФII-О демонстрирует максимальный выход (6,5%) и содержит преимущественно глюкозу (44,7%) и галактозу (21,8%), при полном отсутствии уроновых кислот, что свидетельствует о нейтральной природе этого полисахарида. Наиболее сложный состав наблюдается у фракции ФIII-О (выход 3,4%), включающей глюкозу (49,1%), ксилозу (24,1%), галактозу (9,1%), арабинозу (10,3%) и рамнозу (6%), с положительной реакцией на уроновые кислоты, что указывает на кислый характер и сложную структуру данного полисахаридного комплекса.

Полисахариды *Cucumis melo* сорта Кассаба

В результате хроматографического анализа (ВЭЖХ) моносахаридного состава полисахаридов *Cucumis melo* сорта Кассаба было установлено их превосходство по растворимости и гомогенности состава по сравнению с другими изученными сортами, что послужило основанием для выбора данного сорта для углубленных исследований.

Спиртовое фракционирование позволило выделить три фракции, среди которых фракция ФII-К с максимальным выходом и выраженной гомогенностью состава (содержание глюкозы 66,4%) была отобрана для дальнейшего изучения. Для улучшения растворимости и снижения молекулярной массы фракция ФII-К подверглась частичному кислотному гидролизу (0,1 н HCl), в результате чего был получен продукт под названием Глюкан (ГК).

Сравнительный анализ молекулярных масс ФII-К и ГК после частичного гидролиза показал снижение с 890 кДа до 500 кДа, что сопровождалось повышением растворимости.

Этот эффект объясняется селективным разрывом гликозидных связей (преимущественно 1→4 и 1→6) в кислой среде, где протонирование гидроксильных групп ускоряет деполимеризацию полисахаридной цепи. Уменьшение молекулярной массы усиливает гидратационную способность полимера и снижает межмолекулярные взаимодействия, что приводит к улучшению растворимости. Процесс частичного гидролиза улучшает физико-химические свойства полисахарида, сохраняя при этом его основные функциональные группы (-ОН, -СООН).

Для структурной характеристики ГК был применен метод метилирования по Сiusanu с получением полностью метилированного производного. Полнота метилирования контролировалась по исчезновению характеристической полосы ОН-группы (3400-3200 см⁻¹) в ИК спектре. Последующий метанолиз и ацетилирование позволили получить производные для анализа.

ИК спектроскопия ГК-2 подтвердила завершенность метилирования

(отсутствие полосы ОН-групп), при этом характерные пики при 1158 см^{-1} ($1\rightarrow4$ гликозидные связи) и 919 см^{-1} (α -конфигурация) обеспечили надежную идентификацию структурных особенностей полисахарида (рис. 1,2).

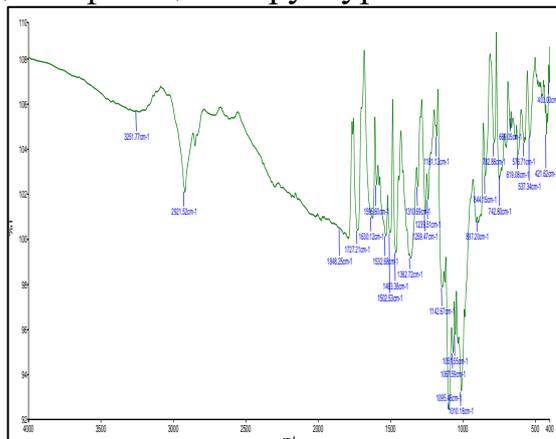


Рис. 1. Продукт первичного метилирования ГК-1

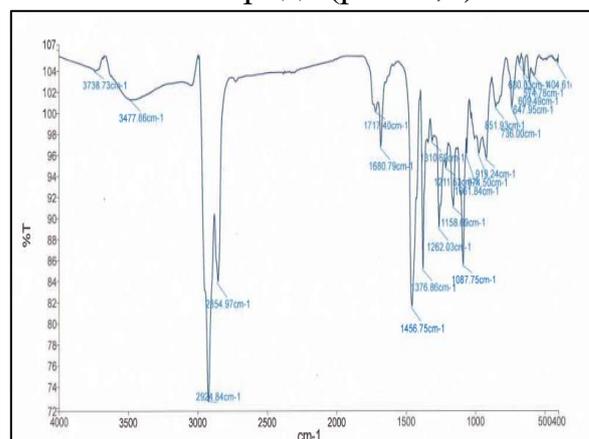


Рис. 2. Продукт вторичного метилирования ГК-2

Для изучения природы гликозидных связей дополнительно был проведен анализ перметилированного образца методом тонкослойной хроматографии. Результаты показали идентификацию двух основных продуктов: 2,3,4,6-тетра-О-метил-D-глюкопиранозы (2,3,4,6-tetra-O-Me-D-Glcp) и 2,3,6-три-О-метил-D-глюкопиранозы (2,3,6-tri-O-Me-D-Glcp). Это свидетельствует о наличии $1\rightarrow4$ связей между гексозными остатками в структуре полисахарида. Этот результат также подтвердился, когда образец был исследован методом ГХ/МС (рис. 3).

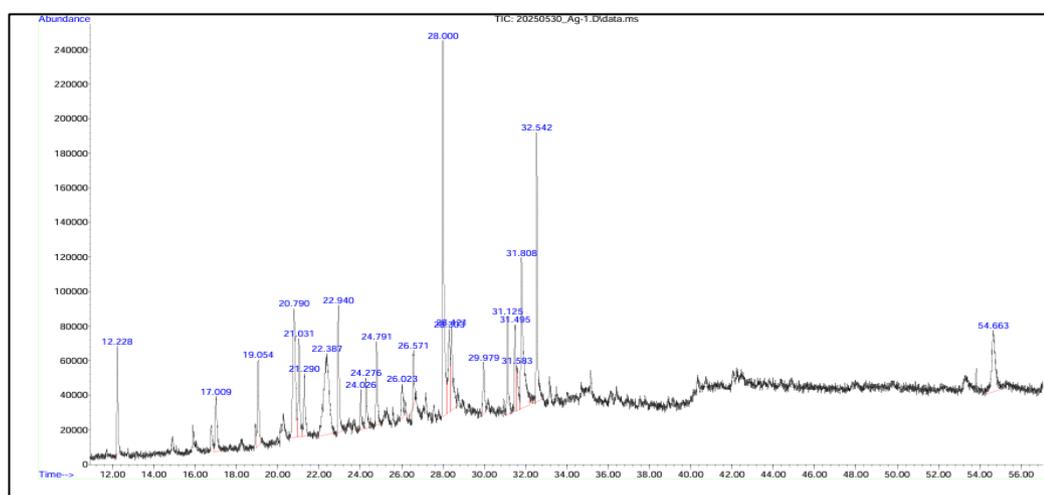


Рис. 3. Хроматограмма ГХ-МС ГК-2

Метод метилирования позволил установить, что исследуемый образец представляет собой линейный α -D-глюкан с преимущественными ($1\rightarrow4$)-гликозидными связями. Для подтверждения этих данных методами ЯМР спектроскопии были проанализированы спектры ^{13}C и ^1H ГК-2, где обнаружены характерные химические сдвиги: 97.8 м.д. для $\rightarrow4$ - α -Glcp-($1\rightarrow$ и 99.0 м.д. для $\rightarrow6$ - α -Glcp-($1\rightarrow$ при C1. Сигналы 69.59 м.д. (C-6) и 3.81 м.д. (H-4) соответствовали замещенным остаткам глюкозы. Сдвиг сигнала к слабому

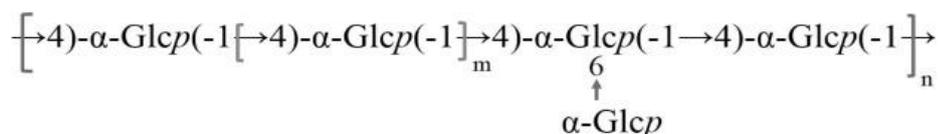
полю С-4 (0.25 м.д.) свидетельствовал о замещении по С-6. Остальные характерные химические сдвиги представлены в таблице 3.

Таблица 3

Химические сдвиги (δ , ppm) в спектрах ^1H и ^{13}C ЯМР фрагмента ГК-2

Моносахаридный остаток	C1/ H1	C2/ H2	C3/ H3	C4/ H4	C5/ H5	C6/ H6
$\rightarrow 4$)- α -GlcP-(1 \rightarrow	97.8 -	71.48 3.45	73.47/ 3.61	- 3.56	71.48/ 3.87	- 3.77
$\rightarrow 4,6$)- α -GlcP-(1 \rightarrow		71.48 3.44	72.9	- 3.81	72.9 3.61	69.59 3.40
$\rightarrow 6$ - α -GlcP-(1 \rightarrow	99.0 -	73.47 3.45	72.9 3.61	70.51 3.40	71.48 3.87	65.52 3.87

Результаты метилирования и ЯМР анализа позволили сделать заключение, что ГК-2 представляет собой линейный α -(1 \rightarrow 4)-глюкан с остатками α -D-глюкопиранозы (α -GlcP), относящийся к классу глюканов. Полученные данные позволяют предложить следующую структурную формулу:



Для сравнения методов экстракции пектина и изучения их влияния на структуру пектина были проведены процессы экстракции щавелевой кислотой (0,5% раствор оксалата аммония-щавелевой кислоты, pH 2,0), соляной кислотой (0,25%) и лимонной кислотой (1%).

Таблица 4

Результаты титриметрического анализа пектиновых веществ

Пектиновые вещества	Выход (г)	$\eta_{\text{отн}}$ (1%; H ₂ O)	Кс (%)	Кэ (%)	Ко (%)	Сэ (%)
ПВ-3	3,7	2,1	4,5	8,1	12,6	64,2
ПВ-4	2,5	1,2	3,2	10,8	14,0	77,1
ПВ-5	1,7	2,7	5,6	7,4	13,0	56,9

Результаты показали, что наибольшая эффективность выделения пектиновых веществ наблюдалась при экстракции щавелевой кислотой (3,7 г; ПМ-3), меньшая – лимонной кислотой (2,5 г; ПМ-4) и соляной кислотой (1,7 г; ПМ-5) (таблица 4).

Для определения структуры пектинового вещества ПВ-3 был применен ферментативный гидролиз с использованием пектиназы. При обработке данным ферментом происходит избирательное расщепление линейных участков α -1,4-связанной D-галактуроновой кислоты, что приводит к образованию свободной D-галактуроновой кислоты в гидролизате и

выделению кислых фрагментов из разветвленных областей. Пектиновый материал ПВ-3 подвергали ферментативному гидролизу с помощью 1,4- α -D-глюкопиранозидураназы (пектиназы) в течение 3 часов при 37°C. В результате из исходного пектинового вещества был получен осажденный полимер – галактуронан, очищенный от нейтральных моносахаридных остатков и состоящий исключительно из остатков D-галактуроновой кислоты. Количественное определение по карбазольному методу показало содержание галактуроновой кислоты на уровне 78%. Высокое содержание уроновых кислот демонстрирует, что основная цепь пектинового вещества ПВ-3 состоит из 1,4- α -D-галактуронана, что служит основанием для классификации данного соединения в группу пектиновых веществ.

После ферментативного гидролиза надосадочную жидкость осаждали спиртом с последующей сушкой ацетоном, что позволило выделить полисахаридную фракцию, которая при исследовании методами бумажной хроматографии (БХ) и высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) показала преобладание глюкозы и галактозы в качестве основных структурных компонентов.

При получении ЯМР спектров ^1H и ^{13}C для определения структуры исследуемой пектиновой субстанции ПВ-3 ЯМР анализ гидролизата пектина (ЯМР ^1H , ^{13}C , COSY, HSQC, HMBC) выявил характерные сигналы для $\rightarrow 4$)- α -GlcP-(1 \rightarrow (подтверждено сигналами H1/C4 5,05/100,17 м.д. и ^{13}C ЯМР 100,49/70,08 м.д.) и деэтерификации (COOH 170,79 м.д.), что согласуется с селективным действием пектиназы (рис. 4,5).

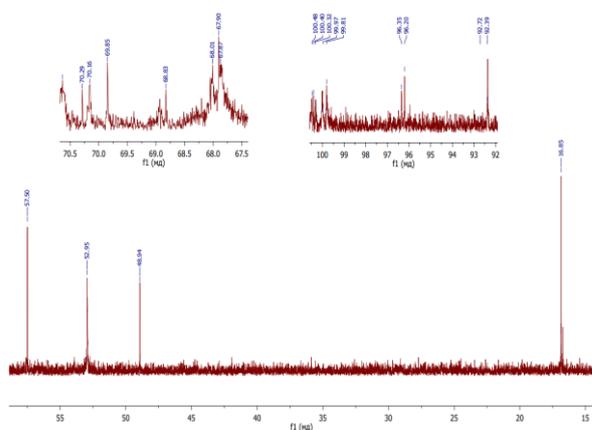


Рис. 4. ^{13}C ЯМР спектр ПВ-3

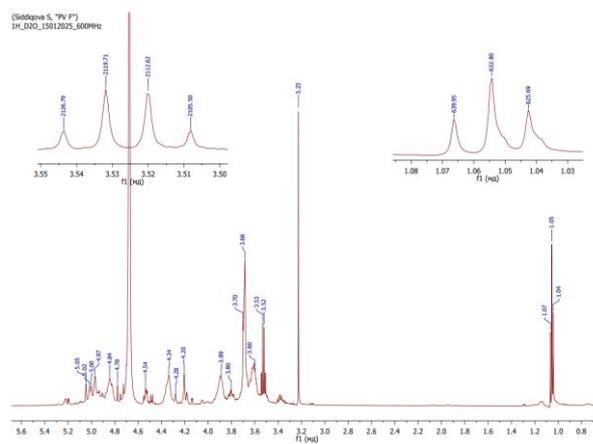


Рис. 5. ^1H ЯМР спектр ПВ-3

Таблица 5

Химические сдвиги (δ , м.д.) в спектрах ^1H и ^{13}C ЯМР пектина Кассаба ПВ-3

Моносахаридный остаток	C1/ H1	C2/H2	C3/H3	C4/H4	C5/H5	C6/H6
$\rightarrow 4$)- α -GlcP-(1 \rightarrow	100.02/ 4.84	72.51/ 3.53	73.43/ 3.60	71.40/ 3.52	68.94/ 3.89	57.51/ 3.23
$\rightarrow 4$)- α -GalP-(1 \rightarrow	92.38/ 5.23	69.68/ -	70.18/ 4.20	70.64/ 4.18	71.25/ 4.34	67.90/ 3.69

Обнаружение устойчивых к гидролизу боковых цепей по сигналам глюкозы (Glc, COSY: H1/H2 5,08/4,96 м.д.; ¹³C ЯМР: 99,02 м.д.) и галактозы (Gal, HSQC: 5,20/92,45 м.д.), и отсутствие сигналов рамнозы подтверждало, что пектиновое вещество не соответствует типу рамногалактуронана (таблица 5).

Модификация пектиновых веществ *Cucumis melo* сорта Кассаба

Модификация включала окисление пектина с целью получения полиальдегидной формы (ПВ-3-П), которая была успешно синтезирована с выходом 54% (0.27 грамм). Процесс окисления контролировали методами инфракрасной спектроскопии и титрования, при этом в инфракрасных спектрах наблюдали характерные пики, соответствующие альдегидным группам. После подтверждения структуры полиальдегида методом инфракрасной спектроскопии, учитывая зависимость свойств полимера от условий окисления, провели серию окислительных реакций с варьированием концентрации йодной кислоты. Результаты показали существенное влияние содержания альдегидных групп на растворимость: по мере увеличения степени окисления с 6.1% до 18.71% наблюдали постепенное ухудшение растворимости полимера в воде, что объясняется более низкой полярностью альдегидных групп по сравнению с гидроксильными и их слабым взаимодействием с молекулами воды. По мере роста степени окисления (и увеличения количества альдегидных групп) усиливались гидрофобные свойства полимера и снижалась его растворимость. Для последующей модификации отобрали полиальдегид (ПВ-3-П) с оптимальной степенью окисления 15.22%, демонстрирующий наилучшую растворимость.

Исследование влияния ферментативного гидролиза и процесса окисления на молекулярную массу полимеров проводилось методом высокоэффективной эксклюзионной хроматографии. Были изучены молекулярные массы образцов ПВ-3, ПВ-3-Ф (ферментативно гидролизованный пектин) и ПВ-3-П, что позволило сделать следующие выводы: исходная молекулярная масса ПВ-3 составляла 1580 кДа, после ферментативного гидролиза она уменьшилась до 560 кДа, что свидетельствует о частичном разрыве гликозидных связей в основной цепи полимера. На последующем этапе окисление йодной кислотой привело к дальнейшему снижению молекулярной массы до 400 кДа, что указывает на разрушение диольных структур, расположенных в боковых цепях галактозных или глюкозных остатков.

Для модификации ПВ-3-П (молекулярная масса 400 кДа, содержание альдегидных групп 15,22%) были отобраны первичные амины - бензиламин и 2-оксибензиламин. Проведенные исследования демонстрируют, что синтез оснований Шиффа на основе пектина с бензиламином (ПБ) и салициламином (ПС) подчиняется ряду важных закономерностей. Оптимизация условий реакции в ацетатном буфере при pH 5,5, температуре 50°C и продолжительности 24 часа позволила достичь высоких выходов: 85,7% (120 мг) для ПБ и 88,6% (124 мг) для ПС. Учитывая сложность проведения реакций

конденсации с полисахаридами, эти показатели подтверждают высокую эффективность синтеза.

Основным доказательством успешного протекания реакции служат изменения в ИК спектрах: исчезновение характерного пика карбонильной группы при 1720 см^{-1} и появление новых полос поглощения в области $1594\text{--}1600\text{ см}^{-1}$, соответствующих образованию связей $\text{C}=\text{N}$ в основаниях Шиффа. Особый интерес представляет различие в положениях этих пиков: для РВ наблюдается полоса при 1594 см^{-1} , тогда как для ПС - при 1600 см^{-1} . Данное различие может быть объяснено дополнительной стабилизацией иминной группы в случае ПС за счет образования внутримолекулярной водородной связи с участием фенольного гидроксила, что приводит к смещению характеристического поглощения связи $\text{C}=\text{N}$ в область более высоких волновых чисел. Это явление подтверждает формирование более устойчивой структуры основания Шиффа в производном салициламина по сравнению с бензиламиновым аналогом (рис. 6,7).

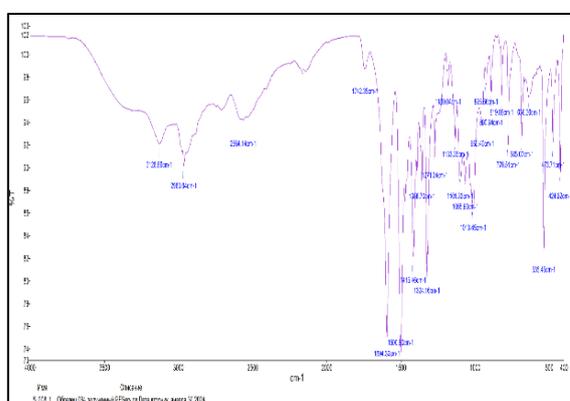


Рис. 6. ИК спектр РВ

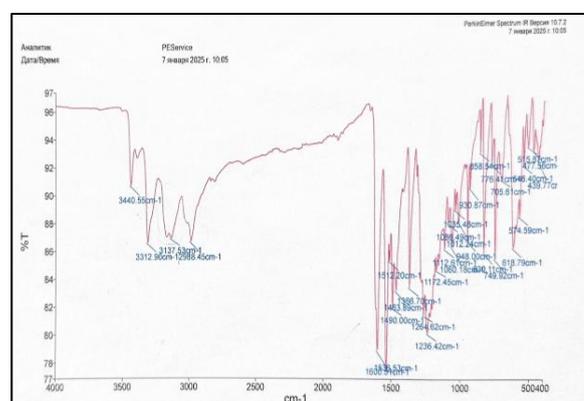


Рис. 7. ИК спектр ПС

При сравнении результатов УФ спектроскопического анализа были отмечены существенные различия в спектрах исходного вещества (полиальдегида ПВ-3-П) и оснований Шиффа ПС и РВ. Для анализа морфологии поверхности исходного полиальдегида ПВ-3-П на основе пектина и его производных (ПС, РВ) с салициламином и бензиламином были изучены их изображения с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Результаты электронной микроскопии показали четкие различия в надмолекулярной структуре исследуемых образцов, при этом средний размер частиц составлял от 20 до 50 нм.

В ходе проведенного исследования внимание было уделено не только полисахаридам кожуры *Cucumis melo* сорта Кассаба, но и анализу ее основных компонентов – аминокислот и макро- и микроэлементов. Уникальный аминокислотный состав кожуры дыни Кассаба придает ей ряд важных биологических свойств. Аминокислотный состав изучали методом ВЭЖХ, результаты показали преимущественное содержание глицина (1.04 мг/г), аланина (1.01 мг/г) и рекордного количества валина (2.28 мг/г), что в 3-10 раз превышает показатели обычных растительных отходов. Особенно высокая концентрация валина (2.28 мг/г) способствует активации роста

бифидобактерий и повышению выработки короткоцепочечных жирных кислот.

Кроме того, на основе анализа макро- и микроэлементного состава кожуры *Cucumis melo* Кассаба (приведен в Приложении 6 дисс-ии) можно сделать следующие выводы: макроэлементы (Ca 0.44%, Mg 0.44%, K 0.23%) находятся в физиологически значимых диапазонах, обеспечивая структурную целостность тканей и ферментативную активность, при этом относительно низкое содержание фосфора (0.02%) компенсируется рекордным уровнем железа (0.12%), что может усиливать антиоксидантные свойства кожуры *Cucumis melo*. Оптимальные концентрации цинка (71.2 мкг/г) и меди (18.9 мкг/г) подтверждают их важность как кофакторов ферментов. Сбалансированные соотношения K/Na (1.5:1) и Ca/Mg (1:1) демонстрируют перспективность использования данного сырья для функциональных пищевых продуктов, минеральных добавок в сельском хозяйстве и биоремедиации.

Антимикробная активность полисахаридов *Cucumis melo*

Активность была изучена сотрудниками Микробиологического института, где исследовали действие выделенных из кожуры дыни полисахаридов, пектиновых веществ и производных Шиффа на основе пектина. Результаты показали, что вещества ВРПС-1 (сорт Торпедо, 20 мм зона ингибирования), ВРПС-3 (сорт Оби-новвот, 20 мм) и ПВ-3 (сорт Кассаба, 12 мм) проявляют активность против условно-патогенного микроорганизма *Serratia marcescens*. Кроме того, производные на основе полиальдегида с первичными аминами продемонстрировали высокую антимикробную активность против четырех из семи тестируемых условно-патогенных штаммов: *Escherichia coli* 002673/477 (22 мм), *Staphylococcus aureus* (20 мм), *Pseudomonas aeruginosa* (24 мм) и *Serratia marcescens* (9 мм).

Изменения в антимикробной активности химически модифицированных пектиновых веществ объясняются структурными преобразованиями. Исходный природный пектин проявлял активность только против *Serratia marcescens* (зона ингибирования 20 мм), что может быть связано со способностью карбоксильных групп пектина связывать металлические ионы, важные для бактерий. Однако после модификации пектина бензиламином (с образованием основания Шиффа) его активность против *Serratia marcescens* снизилась вдвое (10 мм). Это изменение можно объяснить уменьшением способности связывать металлические ионы из-за образования иминных связей, а также увеличением гидрофобных свойств молекулы, что затрудняет взаимодействие с бактериальной клеткой.

Напротив, модификация пектина салициламином привела к появлению высокой активности против новых бактерий: *Escherichia coli* (22 мм), *Pseudomonas aeruginosa* (24 мм) и *Staphylococcus aureus* (20 мм). Этот эффект, вероятно, обусловлен наличием фенольной группы (-ОН) в салициламине, известном своими антибактериальными свойствами. Модифицированная

молекула пектина сочетает гидрофильную (пектиновую) и ароматическую (фенольное кольцо) части, что облегчает проникновение в клеточные стенки различных бактерий. Фенольная группа может вызывать повреждение бактериальных мембран, а иминная связь ($-C=N-$) способна взаимодействовать с бактериальными ферментами, снижая их активность. При этом снижение активности модифицированного пектина против *Serratia marcescens* указывает на изменение механизма действия нового соединения.

Пребиотическая активность полисахаридов *Cucumis melo*

Пребиотическая активность полисахаридов *Cucumis melo* изучалась в рамках научных исследований, проведенных совместно с сотрудниками лаборатории "Микробиология и биотехнология пробиотиков" Института микробиологии Академии наук Республики Узбекистан. Стимулирующее влияние полисахаридов *Cucumis melo* на рост ассоциации бифидобактерий сравнивалось с широко применяемым в практике яблочным пектином. Полученные данные демонстрируют, что включение исследуемых пребиотиков в состав питательной среды способствует их активному функционированию и одновременно увеличивает количество жизнеспособных клеток. При сравнении роста *Pediococcus acidilactici* в питательной среде MRS-бульон и среде с добавлением пребиотиков наблюдается обеспечение более высокого титра жизнеспособных клеток во втором случае. Среди вышеупомянутых полисахаридов - ПВ-3 (сорт Кассаба), ПВ-1 (сорт Торпедо), ВРПС-3 (сорт Кассаба), ВРПС-1 (сорт Торпедо) и ВРПС-2 (сорт Оби-новот) - все внесли значительный вклад в рост бифидобактерий. При культивировании в среде с добавлением пребиотиков в течение 48 часов количество бифидобактерий в объеме 2% составило соответственно 10^{11} , 10^{11} , 10^{11} , 10^{11} и 5×10^{10} КОЕ/мл, что является значительно более высоким показателем по сравнению с контрольной группой. Результаты свидетельствуют, что стимулирующее рост действие полисахаридов оказало более сильное влияние на жизнеспособность бифидобактерий по сравнению с яблочным пектином. Это указывает на то, что полисахариды из кожуры *Cucumis melo* (дыни) обладают более эффективной пребиотической активностью.

Острая токсичность и кумулятивные свойства полисахаридов *Cucumis melo* и их производных с первичными аминами

Исследование токсикологических свойств полисахаридов и их кумулятивного потенциала проводилось в сотрудничестве с ведущим научным сотрудником лаборатории метаболомики Института биофизики и биохимии М. Мустафакуловым. Результаты исследований представлены в таблице 6.

Таблица 6

Определение острой токсичности полисахаридов *Cucumis melo*

Образец	Состав	Растворитель	<i>In vitro</i> (мкг/мл)
1	ПВ-3 (Пектин сорта Кассаба)	H ₂ O	100/250/500/750/1000
2	ПВ-3-П (Полиальдегид пектинового вещества)	H ₂ O	100/250/500/750/1000
3	ПБ (Пектин-бензиламин)	H ₂ O	100/250/500/750/1000
4	ПС (Пектин-салициламин)	H ₂ O	100/250/500/750/1000

Полученные данные свидетельствуют о том, что все исследованные соединения относятся к IV классу - группе малоопасных веществ. Этот вывод подтверждается тем, что средняя летальная доза (LD₅₀) при однократном пероральном введении препаратов №1-4 составила 670, 610, 570 и 540 мг/кг соответственно, при этом в экспериментах на животных не наблюдалось случаев гибели и значительных изменений гематолого-биохимических показателей.

Рассчитанные результаты показали, что коэффициент кумуляции (Kк) больше 1, что свидетельствует об отсутствии кумулятивных свойств у образцов № 1-4. В частности, многократное введение образцов в дозах 5,0; 10,0 и 20,0 мг/кг в желудок крыс не оказывало токсического воздействия на функциональное состояние почек. Особенно важно отметить отсутствие значительных патологических изменений во всех тестах, а также наличие иммуномодулирующего действия, что демонстрирует высокую биологическую безопасность данных полисахаридов для человеческого организма и возможность их применения в функциональных пищевых продуктах.

Третья глава диссертации называется «**Экспериментальная часть**», в которой описаны методы выделения полисахаридов, их моносахаридный состав, физико-химические свойства, установление структуры и определение биологической активности выделенных соединений.

Список литературы включает 136 научных источников, использованных при подготовке диссертации.

ВЫВОДЫ

1. Был изучен углеводный комплекс корковой части широко распространенного в республике Узбекистан растения *Cucumis melo* L. (сорта Торпедо, Кассаба и Оби-новвот), и было показано, что его составляют водорастворимые полисахариды с выходами 8%, 3% и 4,5%, соответственно; горячеводорастворимые полисахариды с выходами 1%, 1,4% и 2,1%; пектиновые вещества с выходами 5%, 3,7% и 4,1%; гемицеллюлозы с выходом 2%, 1,95% и 1,8%, соответственно.

2. Было установлено, что пектиновые вещества дыни сорта *Cucumis melo* Кассаба характеризуются высокой степенью этерификации, в то время

как у сортов Торпедо и Оби-новвот этот показатель является средним. Кроме того, был проведён анализ их моносахаридного состава.

3. Впервые предложена структура водорастворимого полисахарида из местного сорта *Cucumis melo* Кассаба в виде линейного α -(1 \rightarrow 4)-глюкана, построенного из остатков α -Glcр.

4. Была доказана биологическая активность (антимикробная и пребиотическая) выделенных из коры *Cucumis melo* водорастворимых полисахаридов и пектиновых веществ.

5. Впервые были получены производные пектиновых веществ *Cucumis melo* с бензиламином и 2-оксибензиламином и доказана их биологическая активность в отношении микроорганизмов *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* и *Staphylococcus aureus*, кроме того, показано, что при однократном пероральном введении средняя летальная доза (LD50) составляет 670, 610, 570 и 540 мг/кг соответственно, и соединения не обладают кумулятивными свойствами.

6. Высокая биологическая активность выделенных полисахаридов и синтезированных на их основе оснований Шиффа позволяет рассматривать их в качестве перспективных объектов для дальнейших исследований и потенциальной основы создания новых противомикробных и пребиотических препаратов.

**SCIENTIFIC COUNCIL ON AWARDING OF SCIENTIFIC DEGREES
PhD.03/30.12.2019.K.05.01 AT FERGANA STATE UNIVERSITY**

NATIONAL UNIVERSITY OF UZBEKISTAN

SIDDIQOVA SEVINCH QUROL QIZI

**STRUCTURE AND PROPERTIES OF POLYSACCHARIDES OF
*CUCUMIS MELO***

02.00.10 – Bioorganic chemistry

**DISSERTATION ABSTRACT of the doctor of philosophy (PhD)
on CHEMICAL SCIENCES**

Fergana – 2025

The subject of the PhD thesis has been registered with the Higher Attestation Commission under the Ministry of Higher education, science and innovation of the Republic of Uzbekistan under the number B2025.1.PhD/B1358.

The doctoral dissertation completed at the National university of Uzbekistan.

The abstract of the PhD dissertation in three languages (uzbek, russian, english (resume)) is posted on the webpage of the Scientific Council at Fergana state university (www.fdu.uz) and on the informational-educational portal "ZiyoNET" at (www.ziyo.net).

Academic Supervisor:

Maulyanov Salixjan Alimjanovich
Candidate of chemical sciences, associate professor

Official opponents:

Aripova Salimakhon Fazilovna
doctor of chemical sciences, professor
Turgunboev Shavkatjon Shuhratjon o'g'li
PhD in chemical Sciences

Leading organization:

Tashkent pharmaceutical institute

The defense will take place on «___» _____ 2025 at _____ o'clock at the meeting of the scientific Council PhD.03/30.12.2019.K.05.01 at Fergana state university. (Address: 150100, Fergana, Murabbiylar Street, 19. Tel. (99873) 244-44-02, fax (998973) 244-44-93).

The dissertation can be reviewed at the information resource center of Fergana state university (registration number ____). (Address: 150100, Fergana, Murabbiylar Street, 19. Tel. (99873) 244-44-02, fax (998973) 244-44-93, e-mail: fardu-info@umail.uz)

Abstract of dissertation is distributed on _____ 2025.
(Protocol at the register No __ dated _____ 2025).

A.A. Ibragimov
Chairman of the scientific
Council awarding scientific degrees,
doctor of chemical sciences, professor

Q.M. Sherg'oziyev
Scientific secretary of the scientific
Council awarding scientific degrees, (PhD)

Sh.V. Abdullaev
Chairman of the Scientific Seminar at the Scientific
Council on the award of a scientific degree,
Doctor of chemical sciences, professor

INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

The aim of the research is the extraction of polysaccharides from *Cucumis melo* L., a species widely distributed in the territory of Uzbekistan, and the elucidation of their structure and properties.

The objects of the study were represented by the peels of three melon (*Cucumis melo*) cultivars: Torpedo, Obi-novvot, and Kassaba.

The scientific novelty of the research is as follows:

for the first time, polysaccharides have been extracted from the peel of three different cultivars of local *Cucumis melo* raw material, and their physicochemical parameters and monosaccharide composition have been established.

for the first time, the structure of a glucan (GK-2), possessing a homogeneous linear structure of the $(\rightarrow 4)\text{-}\alpha\text{-GlcP-(1}\rightarrow)$ type, has been determined by partial hydrolysis of the WSP-3 fraction.

enzymatic hydrolysis of the P-3 fraction proved that the main chain of the pectin macromolecule is a poly-D-galacturonan with side chains composed of glucose and galactose residues.

The implementation of the research results is reflected in the following:

the findings on the chemical structure and biological activity of *Cucumis melo* peel polysaccharides were utilized in fundamental research on the topic: "Properties, Structure, and Biological Activity of Polysaccharides and Proteins of Higher Plants from Local Flora" (2021) (Certificate of Use No. 4/2155-382, dated February 13, 2025, issued by the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan);

the results on the extraction of water-soluble polysaccharides and pectic substances from *Cucumis melo* peel and the study of their monosaccharide composition have been incorporated into the competency requirements for the educational program "60530100-Chemistry". Furthermore, they are used to enhance student knowledge in the course "Bioorganic Chemistry". The materials were applied in the preparation and publication of the textbook "Bioorganic Chemistry", as confirmed by Certificate No. 233-0166, issued in accordance with Order No. 233 dated July 19, 2022, from the Ministry of Higher and Secondary Specialized Education of the Republic of Uzbekistan.

The structure and volume of the thesis. The dissertation consists of an introduction, three chapters, conclusions, a list of references, and appendices, with a total volume of 110 pages.

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

I bo'lim (I часть; I part)

1. Siddiqova S.Q., Eshbekov A.E., Maulyanov S.A. Content of polysaccharides *Cucumis Kassaba*. // O'zMU xabarлари. – Т., 2023. – № 3/2/2. –Р. 196-199. (02.00.00. № 12).

2. Сиддикова С.Қ, Эшбеков А. Э., Маулянов С.А., Элова Н. ПЕКТИНОВЫЕ вещества кожуры *Cucumis melo*. // O'zMU xabarлари. – Т., 2024. – № 3/2/1. – В. 492-495. (02.00.00. № 12).

3. Siddiqova S.K., Eshbekov A.E., Maulyanov S.A., Azizov D.Z. Study of Polysaccharides and Their Antimicrobial Effect. // International Journal of Materials and Chemistry. 2024. – Vol.14. – №5 – P.81-85. (02.00.00. № 13).

4. Siddiqova S.K., Azizov D., Eshbekov A., Maulyanov S., Elova N., Azimova A. Polysaccharides of the Peel of Two Types of *Cucumis melo* (Torpedo, Obinavvat) and their Antimicrobial and Prebiotic Activity // Biomedical & Pharmacology Journal. 2024. – Vol. 7.– № 4 – P. 2759-2768. Scopus.

5. Siddiqova S.K., Eshbekov A.E., Maulyanov S.A., Azizov D.Z. Partial acid hydrolysis of polysaccharides from *Cucumis melo* var. Kassaba: effect on molecular weight and solubility. // International Journal of Materials and Chemistry. 2025. – Vol. 15. – № 2 – P. 20-24 (02.00.00. № 13).

II bo'lim (II часть; II part)

6. Siddiqova S.Q., Maulyanov S.A., Eshbekov A.E. Pektin moddalarining oziq-ovqat sanoatida qo'llanilishi // Analitik kimyoning dolzarb muammolari” mavzusidagi xalqaro professor o'qituvchilar va yosh olimlar ishtirokidagi respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallari to'plami. – Toshkent, 2023. - В. 518.

7. Сиддикова С.К., Маулянов С.А., Эшбеков А.Э. Изучение водорастворимых полисахаридов *Cucumis melo* // Фундаментальные и практические аспекты функциональных полимеров. Материалы международной научно-практической конференции. – Ташкент, 2023. – С. 291-294.

8. Siddiqova S.Q., Eshbekov A.E., Maulyanov S.A., “*Cucumis melo*” o'simligining pektin moddalari // Abu ali Ibn Sino va zamonaviy farmatsevtika innovatsiyalar mavzusidagi VI xalqaro ilmiy-anjumani materiallari. – Toshkent, 2023. - В. 257-258.

9. Siddiqova S.Q., Eshbekov A.E., Maulyanov S.A., The monosaccharide composition of *Cucumis melo* (Kassaba) // Kimyo fani va sanoatining dolzarb muammolari mavzusidagi xalqaro ilmiy-anjuman materiallari. – Farg'ona, 2023. – В. 296.

10. Siddiqova S.Q., Eshbekov A.E., Maulyanov S.A. Extraction of polysaccharides from natural resources // 15th International Symposium on the Chemistry of Natural Compounds. – Antalya, 2023. – P. 33.
11. Siddikova S.K., Azizova D.Sh., Maulyanov S.A., Eshbekov A.E. Galacturonans of *Cucumis melo* // International conference on medical plants and natural drug research. – Almaty, 2024. – P. 42.
12. Siddikova S.K., Elova N., Eshbekov A.E., Maulyanov A.S. Polysaccharides of obi-navvat peel and their prebiotic activity // International scientific and technical conference. – Tashkent, 2024. – P. 160.
13. Siddiqova S.Q., Eshbekov A.E., Maulyanov S.A., Boboyev B.N., Xamidova G.R. Mahalliy qovun po‘stlog‘i polisaxaridlari // Nodir va noyob metallar kimyosi va texnologiyasi: bugungi holati, muammolari va istiqbollari respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi. – Termiz, 2023. – B. 336.
14. Siddiqova S.Q., Maulyanov S.A., Eshbekov A.E. Cucumis kassaba po‘stlog‘i polisaxaridlari // Zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullarining ilmiy va ishlab chiqarish sohasidagi integratsiyasi. – Toshkent, 2023. – B. 106.
15. Siddiqova S.Q., Maulyanov S.A., Eshbekov A.E., Yo‘ldosheva M.N. *Cucumis melo* polisaxaridlarining kimyoviy tadqiqi // Barqaror rivojlanishda kimyo fanining roli. – Toshkent, 2024. – B. 4.
16. Сиддикова С.К., Эшбеков А.Э., Маулянов С.А., Азизов Д.З. // Окисление полисахаридов *Cucumis melo* // Биоорганик kimyo fani muammolari. – Namangan, 2024. – B. 179.
17. Сиддикова С.К., Эшбеков А.Э., Маулянов С.А., Азизов Д.З. // Влияние метода экстракции на свойства пектинов из *Cucumis melo*: сравнительный анализ. Келажакка кимё билан интиламиз. – Тошкент, 2025. – С. 7.

Avtoreferat “_____” tahririyatda tahrirdan o‘tkazildi.

Bosishga ruxsat etildi:_____yil.
Qog‘oz bichimi 60x84 1/16. Adadi____-nusxa.
Buyurtma №_____

“_____” bosmaxonasida chop etildi.
Toshkent sh.