

**O‘SIMLIK MODDALARI KIMYOSI INSTITUTI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.02/30.01.2020. K/T. 104.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**O‘SIMLIK MODDALARI KIMYOSI INSTITUTI**

**QURONBOYEVA MOXINUR ODILBEK QIZI**

***FICUS CARICA VA MORUS MULTICAULIS* O‘SIMLIKLARI  
POLISAXARIDLARINING TUZILISHI, ULARNING BIOLOGIK  
FAOLLIKLARI**

**02.00.10 - Bioorganik kimyo**

**Kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
AVTOREFERATI**

**Toshkent - 2025**

**Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferatining mundarijasi**  
**Оглавление автореферата диссертации доктора философии(PhD)**  
**Contents of dissertation abstract of Doctor of Philosophy (PhD)**

**Quronboyeva Moxinur Odilbek qizi**

*Ficus carica* va *Morus multicaulis* o‘simliklari polisaxaridlarining tuzilishi, biologik faolliklari..... **5**

**Куронбоева Мохинур Одилбек кизи**

Структура и биологическая активность полисахаридов растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis*..... **23**

**Kuronboyeva Mokhinur**

Structure and biological activities of polysaccharides *Ficus carica* and *Morus multicaulis* plants..... **43**

## E‘lon qilingan ishlar ro‘uxati

Список опубликованных работ

List of published works..... **47**

**O‘SIMLIK MODDALARI KIMYOSI INSTITUTI HUZURIDAGI  
ILMIY DARAJALAR BERUVCHI  
DSc.02/30.01.2020. K/T. 104.01 RAQAMLI ILMIY KENGASH**

---

**O‘SIMLIK MODDALARI KIMYOSI INSTITUTI**

**QURONBOYEVA MOXINUR ODILBEK QIZI**

***FICUS CARICA VA MORUS MULTICAULIS O‘SIMLIKLARI  
POLISAXARIDLARINING TUZILISHI, BIOLOGIK FAOLLIKLARI***

**02.00.10 - bioorganik kimyo**

**Kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi  
AVTOREFERATI**

**Toshkent - 2025**

**Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2024.4.PhD/K891 raqam bilan ro‘yxatga olingan.**

Dissertatsiya ishi O‘zR FA O‘simlik moddalari kimyosi institutida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus va ingliz (rezyume)) ([www.uzicps.uz](http://www.uzicps.uz)) va «Ziyonet» axborot-ta’lim portalida ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) joylashtirilgan.

**Ilmiy rahbar:**

**Jauinbayeva Klara Sagindikovna**  
kimyo fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim

**Rasmiy opponentlar:**

**Normaxamatov Nodirali Saxobataliyevich**  
kimyo fanlari doktori

**Shomurotov Shavkat Abduganiyevich**  
kimyo fanlari doktori

**Yetakchi tashkilot:**

**O‘zbekiston Milliy Universiteti**

Dissertatsiya himoyasi O‘simlik moddalari kimyosi instituti huzuridagi DSc.02/30.01.2020.K/T.104.01 raqamli Ilmiy kengashning 2025-yil «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ soat \_\_\_\_ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi (Manzil: 100170, Toshkent sh., Mirzo Ulug‘bek ko‘ch., 77. Tel.: (+99871) 262-59-13, faks: (+99871) 262-73-48, e-mail [plant.inst@icps.org.uz](mailto:plant.inst@icps.org.uz), ixrv@mail.ru).

Dissertatsiya bilan O‘simlik moddalari kimyosi instituti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin ( \_\_\_\_\_ raqami bilan ro‘yxatga olingan). Manzil: 100170, Toshkent sh., Mirzo Ulug‘bek ko‘chasi, 77. Tel.: (+99871) 262-59-13, faks: (+99871) 262-73-48, e-mail: nhidirova@yandex.ru).

Dissertatsiya avtoreferati 2025-yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ da tarqatildi.

(2025-yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ dagi \_\_\_\_\_ raqamli reyestr bayonnomasi)

**Sh. Sh. Sagdullayev**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash  
raisi, akademik

**N.K. Xidirova**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash  
ilmiy kotibi, k.f.n., katta ilmiy xodim

**E.X. Botirov**

Ilmiy darajalar beruvchi ilmiy kengash  
qoshidagi ilmiy seminar raisi, k.f.d., professor

## KIRISH (falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi annotatsiyasi)

**Dissertatsiya ishining dolzarbligi va zarurati.** Hozirgi kunda dunyo bo‘ylab o‘simlik polisaxaridlariga bo‘lgan qiziqish ortib bormoqda, chunki, polisaxaridlar tabiiy xavfsiz, kam zaharli, immunogen xossalarni namoyon qilishi hamda tabiatda keng tarqalganligi bilan alohida e‘tibor qaratadi. O‘simlik polisaxaridlarining bunday biologik faol xususiyatlari uning tarkibi va tuzilishiga bog‘liq. Shu sababli, polisaxaridlarning tarkibi, makromolekulasining tuzilishi, biologik faolligini aniqlash va ularni amaliyotga tadbiiq qilish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Ayniqsa, polisaxaridlar asosida antioksidant, diabetga, yallig‘lanishga, saratonga qarshi hamda immun tizimini faollashtiruvchi preparatlar ishlab chiqarishga bo‘lgan qiziqish ko‘paymoqda.

O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirish bo‘yicha harakatlar strategiyasining IV yo‘nalishida «Farmatsevtika sanoatini yanada rivojlantirish, aholi, tibbiyot muassasalarini arzon, sifatli dori vositalari va tibbiyot buyumlari bilan ta‘minlanishini yaxshilash, dori-darmonlar narxlarini o‘shishiga yo‘l qo‘ymaslik bo‘yicha chora-tadbirlarni amalga oshirish»<sup>1</sup> yuzasidan muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu boradagi vazifalarni bajarishda, dorivor o‘simliklar tarkibidan biologik faol polisaxaridlarni ajratib olish, ularning kimyoviy tarkibini turli fizik-kimyoviy usullar yordamida aniqlash hamda ular asosida yangi samarali dori vositalarini yaratish va amaliyotga tadbiiq qilish dolzarb vazifa hisoblanadi.

O‘zbekiston hududida o‘sovchi *Moraceae* oilasiga mansub *Ficus carica L.* va *Morus multicaulis Perr.* o‘simliklarining polisaxaridlari, ularning fizik-kimyoviy xossalari haqida ma‘lumot yetarli emas. Asosan, flavonoidlari o‘rganilgan bo‘lib, O‘zR FA O‘simlik moddalari kimyosi institutida furokumarinlar asosida vitiligo kasalligini davolash uchun psoboran (psoralen va bergapten aralashmasi) preparati yaratilgan. Shuning uchun ma‘lumotlarni kengaytirish maqsadida yetarli xomashyo bazasiga ega bo‘lgan *Moraceae* oilasiga mansub o‘simliklardan olingan polisaxaridlarning turlari, biologik faolligi va makromolekula tuzilishini o‘rganish dolzarb masalardan biri hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 21-yanvardagi «2022-2026 yillarda Respublikaning farmatsevtika tarmog‘ini yanada jadal rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»<sup>2</sup> gi PF-55-son farmoni, 2022-yil 28-yanvardagi «Yangi O‘zbekistonning 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan rivojlanish strategiyasi to‘g‘risida»<sup>3</sup>gi PF-60-son farmoni, hamda bu sohada qabul qilingan normativ hujjatlar, nazarda tutilgan vazifalarni bajarishda ushbu dissertatsiya ishi muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning Respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga bog‘liqligi.** Mazkur tadqiqot Respublika fan va texnologiyalar

---

<sup>1</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2017-yil 7-fevraldagi PF-4947-son farmoni

<sup>2</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 21-yanvardagi PF-55-son farmoni

<sup>3</sup> O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-son farmoni

rivojlanishining VI. «Tibbiyot va farmakologiya» va VII. «Kimyo texnologiyalari va nanotexnologiyalari» ustuvor yo‘nalishlariga muvofiq bajarilgan.

**Muammoni o‘rganilganlik darajasi.** *Moraceae* oilasiga mansub *Ficus carica* o‘simliklari polisaxaridlarining xossalari, tuzilishi va biologik faolliklari quyidagi xorijiy yetakchi olimlar X. Jiang, L. Ye, A. Almeahmadi, M. Shahrabian, F. Li, G. Rao, R. Bashir, S. Z. Hussain, T. A. Hajam, H.S. Saleem, M.T. Gharibzahedi, B. Smit, Y. Guo, S.A. Mazhin, M.A. Zaker, H.B. Shahbazian, M.E. Azemi, N. Madanchi, H. Acay, Yang, V. Vang, E.Vang, Huiqing Lv, Changfeng Hu, Zhijun Xie, Ping Wang, Xuezhi, Chengping Wen, J. Du, M. Ergül va boshqalar tomonidan tadqiq qilingan.

*Moraceae* oilasiga mansub tut o‘simliklari polisaxaridlarining xossalari, biologik faolliklari va tuzilishlari bo‘yicha tadqiqot ishlari quyidagi xorijiy olimlar: Y. Zhang, S. Yadav, J. Ai, R. Chen, X. Chjou, Q. Deng, M. Yang, S. Li, Q. Chjan, Y. Sun, H. Chen, F. Qiu, T. Z. He, R. Li, J. Zhou, X. Zhang, T. Zhang, J. Wang, M. Zhang, C. He, H. Chen, Q. Ma, R.K. Santhanam, Z. Xue, Q. Guo, X. Gao, H. Chen, M. P. Dimitrova, X. Chen, Z. Sheng, S. Qiu, H. Yang, J. Jia, J. Wang, C. Iang, S. Lim va boshqalar tomonidan olib borilgan.

Yurtimizda faoliyat olib borgan olimlaridan D.A. Raximov, M.X. Sanavova tomonidan tutning *Morus alba*, *Morus rubra* va *Morus nigra* turlarining suvda eruvchan polisaxaridlari, pektin moddalari, gemitsellulozalari ajratib olingan bo‘lib, polisaxaridlarning faqat tarkibi, miqdorlari va *M. alba* o‘simligi polisaxaridining qandli diabetga qarshi faolligi aniqlangan. O‘zR FA O‘simlik moddalari kimyosi instituti olimlari X.N. Aripov, Sh.Sh. Sagdullayev, T.S. Sadikov, B.J. Elmuradov, R.K. Karimov, G.V. Zuxurova, S.S. Saidov, A.Sh. Abdurazaqovlar tomonidan benzimidazol xosilalari asosida qator tadqiqot ishlari amalga oshirilgan va «Al‘bendazol», «Atsetamizol», «Propidamizol» preparatlarining yangi analoglari ishlab chiqilgan. Pektin, «Al‘bendazol» asosida «Al‘pek» preparati olingan va uning gel, kukun, tabletka dori shakllari ishlab chiqilgan.

**Tadqiqotning dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasidagi ilmiy-tadqiqot ishlari bilan bog‘liqligi.** Dissertatsiya ishi O‘zR FA O‘simlik moddalari kimyosi institutining Yuqori molekulyar O‘simlik moddalari kimyosi laboratoriyasida “Mahalliy hudud o‘simliklarining polisaxaridlari, oqsillari xususiyatlari, tuzilishi va biologik faolliklari” mavzusidagi bazaviy fundamental Davlat byudjeti asosida amalga oshirilgan (2022-2024 yy).

**Tadqiqotning maqsadi.** O‘zbekiston hududida o‘sovchi *Ficus carica*, *Morus multicaulis* o‘simliklari barglaridan polisaxaridlarni ajratib olish, ularning xossalari, tuzilishi va biologik faolliklarini aniqlashdan iborat.

#### **Tadqiqotning vazifalari:**

-*Ficus carica* va *Morus multicaulis* o‘simliklari barglaridan turli tipdagi polisaxaridlarni (suvda eruvchan polisaxaridlar, pektin moddalar, gemitsellulozalar) ajratib olish va ularning xossalari (miqdori, suvda eruvchanligi, qovushqoqligi, monosaxarid tarkiblari va molekulyar og‘irliklarini) tadqiq etish;

-*Ficus carica* va *Morus multicaulis* o‘simliklarining suvda eruvchan polisaxaridlarini fraksiyalab cho‘ktirish orqali gomogen polisaxaridlarni ajratib olish;

-*Ficus carica* va *Morus multicaulis* o'simliklari glyukogalaktanlarining tuzilishini kimyoviy va spektral (GX, GX/MS va YaMR spektroskopiya) usullar bilan aniqlash;

-*Ficus carica* va *Morus multicaulis* o'simliklarining suvda eruvchan polisaxaridlari, pektin moddalarining biologik faolliklarini aniqlash;

-*Ficus carica* va *Morus multicaulis* o'simliklari pektin moddalarining atsetamizol, substansiyasi bilan kompleksini yaratish uchun muqobil sharoitlarini tanlash va biologik faolligini aniqlash.

**Tadqiqotning obyektlari** sifatida O'zbekiston hududida o'suvchi *Ficus carica* va *Morus multicaulis* o'simliklarining barglari olingan.

**Tadqiqotning predmeti:** suvda eruvchan polisaxaridlar, pektin moddalar, gemitsellulozalar, glyukogalaktanlar.

**Tadqiqotning usullari.** Polisaxaridlarning tuzilishini o'rganish uchun kimyoviy: ekstraksiya, to'liq kislotali gidroliz, qisman kislotali gidroliz, metillash, atsetillash, xromli oksidlash;

analitik usullar: polisaxaridlarning tarkibini sifat va miqdoriy tahlil qilish, pektin moddalarining eterifikatsiyalanish darajasini aniqlash va titrimetrik usuli.

fizik-kimyoviy usullar: SEM, EDS, IQ, GX, GX/MS,  $^{13}\text{C}$  va  $^1\text{H}$  YaMR spektroskopiyasi, ikki o'lchamli gomo- ( $^1\text{H}$ , COSY, TOCSY) va geteroyadroli ( $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  YaMR (HSQC, HMBC) spektral va biologik usullardan foydalanilgan.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

ilk bor *Ficus carica* (GG-Fc) va *Morus multicaulis* (GG-Mm) o'simliklari polisaxaridlari glyukogalaktanlardan tashkil topganligi aniqlangan. *Ficus carica* (GG-Fc) makromolekulasining asosiy zanjiri  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3 galaktoza qoldiqlaridan iborat bo'lib, tarkibidagi glyukoza qoldiqlari  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3,  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4,  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 6 glikozid bog'laridan iborat. GG-Mm makromolekulasi kam tarmoqlangan polisaxarid bo'lib, asosiy zanjiri  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 3 galaktoza qoldig'idan tashkil topgan. Yon zanjiridagi glyukoza qoldig'i asosiy zanjirdagi galaktozaning C-4 atomiga birikkanligi bilan izohlangan;

*Ficus carica* va *Morus multicaulis* pektin moddalarini qisman kislotali gidroliz qilish natijasida, asosiy zanjiri  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 galakturonandan tashkil topganligi, *Morus multicaulis* pektin moddasining asosiy zanjiri ramnogalakturonandan iborat ekanligi aniqlangan;

*Ficus carica* o'simligidan ajratib olingan suvda eruvchan polisaxaridi yallig'lanishga qarshi, *Morus multicaulis* o'simligining suvda eruvchan polisaxaridi II tip diabetga qarshi yuqori faollikni namoyon qilishi aniqlangan;

ilk bor *Morus multicaulis* o'simligidan ajratib olingan pektin moddasining atsetamizol substansiyasi bilan suvda eruvchan kompleksini olishning muqobil sharoiti ishlab chiqilgan. *Morus multicaulis* o'simligi pektin moddasining eterifikatsiyalanish darajasining pastligi, uning tarkibidagi erkin karboksil (COOH) guruhlari miqdori yuqori ekanligi aniqlangan va uning atsetamizol bilan ion bog'lar orqali kompleks hosil qilganligini IQ, SEM, EDS usullarida isbotlangan.

**Tadqiqotning amaliy natijalari** quyidagilardan iborat:

*Ficus carica* o'simligidan ajratib olingan suvda eruvchan polisaxaridi shamollashga, yallig'lanishga hamda *Morus multicaulis* o'simligining suvda eruvchan polisaxaridi esa II tip diabetga qarshi faolliklari yuqori ijobiy natijalarni namoyon etishi aniqlangan;

*Morus multicaulis* pektin moddalarining atsetamizol substansiyasi bilan kompleksi antigelmint preparatlarning eruvchanligining oshishi hisobiga kam dozada ham yuqori faollikni namoyon qilishi aniqlangan. Ushbu kompleks qo'ylarda uchraydigan marshallagioz, nematodiroz, oshqozon-ichak strongilyatozlariga qarshi yuqori natija ko'rsatganligi hamda atsetamizol substansiyasiga nisbatan, bir yarim barobar yaxshi samara berganligi aniqlangan;

olingan natijalar bioorganik kimyo va farmatsevtika sohalarida suvda eruvchan polisaxarid, pektin moddalar, gemitsellulozalarni ajratib olish va tuzilishini aniqlashda, shuningdek, o'quv va ilmiy-tadqiqot ishlarida amaliy dastur bo'lib xizmat qilishi mumkun.

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Tadqiqot natijalarining ishonchligi, polisaxaridlarning tarkibi, tuzilishi kimyoviy usullar, xromotografik (QX, GX YSSX, YSEX), zamonaviy fizik-kimyoviy (IQ, GX/MS,  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , COSY, HMBC, HSQC, TOCSY) YaMR spektrlari usullari hamda biologik usullarni qo'llash yordamida asoslangan va tasdiqlangan. Olingan natijalarning ishonchli ekanligi, ularni taqriz qiluvchi xorijiy ilmiy nashrlarda chop etilganligi, xorijiy anjumanlarda muhokamadan o'tganligi bilan ishonchli tarzda izohlangan.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.** Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundan iboratki, ilk bor O'zbekiston hududida o'suvchi *Ficus carica* va *Morus multicaulis* o'simliklari barglaridan ajratib olingan suvda eruvchan polisaxaridlar, pektin moddalarning tarkibi, xossalari va tuzilishlari aniqlangan. *Morus multicaulis* pektin moddasining atsetamizol substansiyasi bilan kompleksi, atsetamizolning amino guruhi ( $\text{NH}_2$ ) va pektin molekulasining karboksil guruhi ( $\text{COOH}$ ) bilan o'zaro ta'sirlashib kompleks tuz hosil qilishi natijada, kompleks eruvchanligining oshishi, ularning farmakologik samaradorligiga ijobiy ta'sir etishi bilan izohlangan.

Tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyati shundan iboratki, *Ficus carica*, *Morus multicaulis* o'simliklarining suvda eruvchan polisaxaridlari yallig'lanishga va qandli diabetga qarshi faolliklari asosida kelgusida tabiiy biologik faol qo'shimcha (BFQ) yoki dorivor vosita yaratish mumkunligi aniqlangan. *Morus multicaulis* pektin moddasining atsetamizol substansiyasi bilan antigelmint faollikni namoyon etuvchi kompleksining olinishi, kelgusida veterinariya sohasi uchun yangi samarali dori vositalari yaratishda qo'llanilishi mumkinligi bilan izohlangan.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** *Ficus carica*, *Morus multicaulis* o'simligi bargidan ajratib olingan suvda eruvchan polisaxaridlari, pektin moddalari, ularning makromolekulasi tuzilishi va biologik xossalarini aniqlash bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

2022-2024 yillarda O'simlik moddalari kimyosi institutining Yuqori molekulari o'simlik moddalari kimyosi laboratoriyasida olib borilgan fundamental tadqiqotlar doirasida *Ficus carica* barglaridan ajratib olingan suvda eruvchan polisaxarid

makromolekulasi tuzilishi, fizik kimyoviy xossalari, hamda ularning yallig‘lanishga qarshi, analgetik (og‘riq qoldiruvchi) va antipiretik (isitmani pasaytiruvchi) faolliklari aniqlangan. Mazkur natijalar institutning bazaviy hisobotlariga kiritilgan (O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasining 2024-yil 27- dekabrda №4/1255-2911-son ma’lumotnomasi). Natijada polisaxaridlar asosida suvda eruvchan biologik faol qo‘shimcha (BFQ) yoki yallig‘lanishga qarshi tabiiy dori vositasi yaratish imkoniyatini beradi;

*Morus multicaulis* o‘simligi bargidan ajratib olingan suvda eruvchan polisaxaridlar II tip qandli diabetga qarshi (gipoglikemik) faollik namoyon qilganligi aniqlangan. Bu natijalar institutning Yuqori molekullari o‘simlik moddalari kimyosi laboratoriyasida 2022–2024 yillarda olib borilgan fundamental tadqiqotlar doirasida o‘rganilgan va bazaviy ilmiy hisobotlariga kiritilgan (O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasining 2024-yil 18-dekabrda №4/1255-2807-son ma’lumotnomasi). Olingan ilmiy natijalar kelgusida suvda eruvchan biologik faol qo‘shimcha (BFQ) yoki tabiiy antidiabetik vositasi yaratish imkoniyatini beradi;

*Morus multicaulis* pektin moddasining atsetamizol substansiyasi bilan kompleksining gelmintlarga qarshi faolligi qo‘ylarda sinab ko‘rilgan va olingan ijobiy natijalar O‘zR Qishloq xo‘jaligi vazirligi huzuridagi Veterinariya chorvachilikni rivojlantirish qo‘mitasi tomonidan tasdiqlangan (2025-yil 15-yanvar, №109/02-23-son ma’lumotnoma). Natijada, gelmintlarga qarshi yuqori samarali suvda oson eruvchan antigelmint kompleksni olish va amaliyotda qo‘llash imkoni yaratilgan.

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur tadqiqot ishi natijalari 8 ta, jumladan 5 ta xalqaro, 3 ta respublika ilmiy- amaliy anjumanlarida ma’ruza qilingan va muhokamadan o‘tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e‘lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo‘yicha jami 13 ta ilmiy ish nashr qilingan, shulardan O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta‘lim, fan va innovatsiyalar vazirligi huzuridagi OAKning kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyalarining asosiy ilmiy natijalarini chop qilishga tavsiya etilgan ilmiy nashrlarida 5 ta maqola, jumladan 2 tasi Scopus bazasida indekslangan xalqaro ilmiy jurnallarda, 3 tasi mahalliy ilmiy jurnallarida nashr etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, uchta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 85 betni tashkil etadi.

## DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI

**Kirish** qismida tadqiqotning dolzarbligi, zaruriyati asoslab berilgan va respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining ustuvor yo‘nalishlariga mosligi ko‘rsatilgan. Shuningdek, maqsad va vazifalari, tanlangan obyekt va predmetlari ifodalangan. Tadqiqotning ilmiy yangiligi, amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ilmiy ahamiyati ochib berilgan hamda tadqiqot natijalarini joriy qilish, chop etilgan ishlar va dissertatsiya tuzilishi bo‘yicha ham ma’lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“O‘simlik polisaxaridlari orasida glukogalaktanlarning o‘rni va biologik faolligi”** deb nomlangan **birinchi bobida** mavzu bo‘yicha olib

borilgan tadqiqotlarning natijalari, xorijiy va mahalliy adabiyotlar tahlili batafsil yoritilgan. Ma'lumotlar umumlashtirilgan va ilmiy-tahliliy xulosalar chiqarilgan hamda ilmiy adabiyotlardagi ma'lumotlar asosida dissertatsiya ishining maqsadi, vazifalari, dolzarbligi va muhimligi belgilab berilgan.

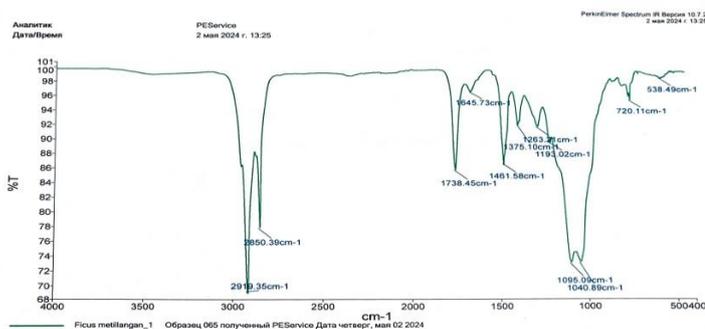
Dissertatsiyaning "***Moraceae* oilasiga mansub o'simliklar polisaxaridlari**" deb nomlangan ikkinchi bobida ikkita har xil turkumga mansub *Ficus carica* va *Morus multicaulis* o'simliklarini o'rganish natijasida olingan tadqiqot natijalari keltirilgan.

### ***Ficus carica* o'simligining suvda eruvchan polisaxaridlari**

*Ficus carica* o'simligi bargidan unumi 3.5% bo'lgan suvda eruvchan polisaxarid (SEPS) ajratib olingan va ularning monosaxarid tarkibi, fizik-kimyoviy parametrlari keltirilgan. SEPS tarkibi ramnoza, ksiloza, arabinoza, glukoza, galaktozadan 1.0:2.3:2.4:3.4:5.4 va uron kislotalaridan iboratligi aniqlangan. Uron kislotalari karbazol usulida aniqlanib, 34% ni tashkil etgan. Bundan SEPS neytral va kislotali polisaxarid aralashmasi ekanligini ma'lum bo'lgan. SEPSni neytral va kislotali polisaxaridlarga ajratish uchun dastlab DEAE-sellulozali kolonkadan (OH-shakli) suv bilan yuvilib, tarkibi arabinoza, glyukoza va galaktozadan iborat unumi 35% bo'lgan neytral polisaxarid (NPS) ajratib olingan. So'ngra, shu kolonka 0.1N NaOH eritmasi bilan yuvilib, monosaxarid tarkibi ramnoza, ksiloza, arabinoza, glyukoza, galaktoza va uron kislotasidan tashkil topgan, unumi 5.3% bo'lgan kislotali polisaxarid (KPS) ajratib olingan. NPS ni suvda eritib, etil spirtida fraksiyalab cho'ktirish natijada to'rtta fraksiya ajratib olingan, ulardan III fraksiya unumi jihatdan eng yuqori bo'lib, 36.4% ni tashkil etgan va sefadeks G-50 gel xromatografiya kolonkasidan o'tkazilganda gomogen deb topilib, glyukogalaktan GG-Fc deb nomlangan.

GG-Fc IQ spektrida 3259, 2300, 1567, 1410, 1195, 1086, 1045, 880  $\text{sm}^{-1}$ , monosaxarid qoldiqlariga xos xarakterli yutilish sohalarini namoyon etgan va 880 $\text{sm}^{-1}$  da yutilish sohalarining mavjudligi monosaxarid qoldiqlarining o'zaro  $\beta$ -glikozid bog'lari bilan bog'lanishini bildiradi. Ushbu taxminni tasdiqlash uchun polisaxarid dastlab asetillanib, so'ng xrom angidridda sirka kislota ishtirokida to'liq oksidlangan va gidrolizatda monosaxaridlar yo'qligi, polisaxaridlarning o'zaro  $\beta$ -glikozid bog'lari bilan bog'langanligini ko'rsatadi.

GG-Fcni makromolekulasidagi monosaxarid qoldiqlari qanday glikozid bog'lar bilan bog'langanligini bilish uchun, Xakomori usulida metillandi. Permetilatning to'liq metillanganligini IQ spektrida gidroksil guruhlarining 3259  $\text{sm}^{-1}$  da yutilish sohalari yo'qligidan va 1378  $\text{sm}^{-1}$  sohada metil guruhlarining mavjudligidan ko'rish mumkin (1-rasm).



**1-Rasm.** GG-Fc metil mahsulotining IQ-spektri

Permetilat formoliz, gidroliz qilindi, soʻngra atsetillab, gidrolizat GX/MS da koʻrilgan va natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

**1-Jadval.** GG-Fc permetilatining gidrolizat tarkibini GX/MS usulida tahlili

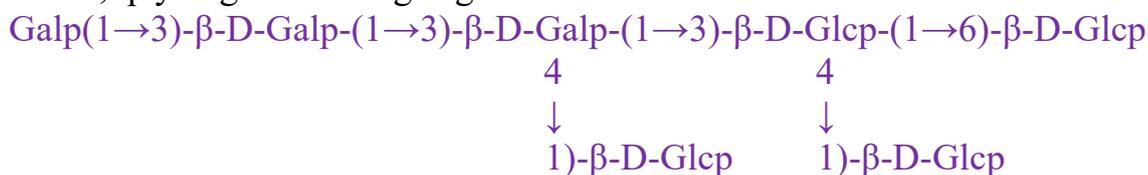
Metil mahsulotlari	Fragmentlar tuzilishi	Unumi, %
2,3,4,6-tetra-OMe-Galp	$\beta$ -Galp1) $\rightarrow$	25.9
2,4,6-tri-OMe- Galp	$\rightarrow$ 3)- $\beta$ -Galp-(1 $\rightarrow$	25.2
2,6-di-OMe-Galp	$\rightarrow$ 3,4)- $\beta$ -Galp-(1 $\rightarrow$	10.1
2,3,4,6-tetra-OMe-Glcp	$\beta$ -Glcp- (1 $\rightarrow$	18.3
2,6-di-OMe-Glcp	$\rightarrow$ 3,4)- $\beta$ -Glcp1 $\rightarrow$	10.3
2,3,6-tri-OMe- Glcp	$\rightarrow$ 4)- $\beta$ -Glcp- (1 $\rightarrow$	2.5
2,3,4-tri-OMe-Glcp	$\rightarrow$ 6)- $\beta$ - Glcp-(1 $\rightarrow$	7.3

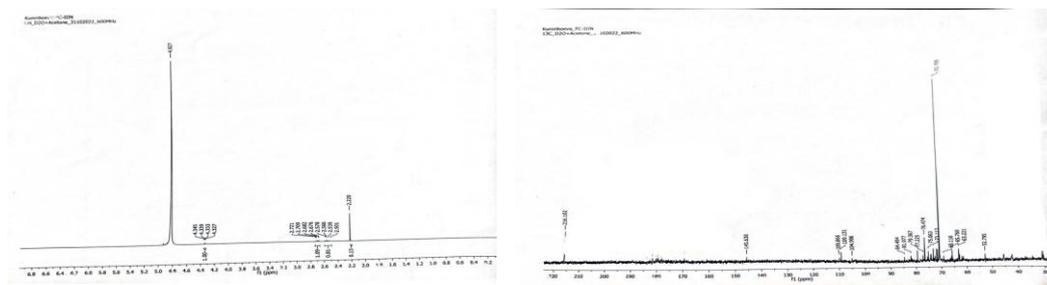
Asosiy mahsulot sifatida 2,4,6-tri-OMe-Galp mavjudligi GG-Fc makromolekulasidagi asosiy zanjiri 1,3 bogʻdan tashkil topgan, galaktopiranoza qoldiqlaridan iborat ekanligini koʻrsatadi. 2,3,4-tri-OMe-Glcp, 2,3,6-tri-OMe-Glcp, 2,6-di-OMe-Glcp boʻlishi glyukoza qoldiqlarining 1 $\rightarrow$ 6, 1 $\rightarrow$ 4, 1 $\rightarrow$ 3 glikozid bogʻlari bilan bogʻlanganligini koʻrsatadi.

GG-Fc tuzilishini  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  YaMR, HSQC va HMBC spektroskopiyasi yordamida oʻrganildi.

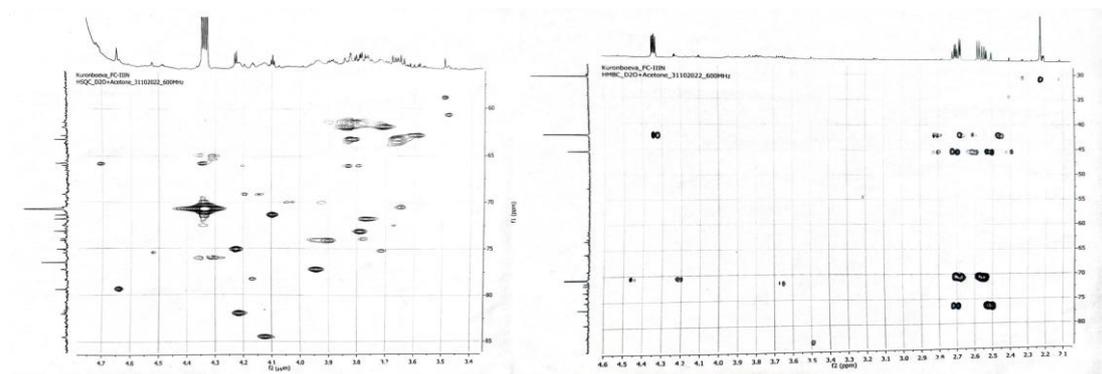
Spektrdagi 84.2 m.u. va 83.8 m.u. kimyoviy siljishlar 1,3-bogʻlangan galaktoza qoldiqlari va 69.1 m.u. esa 1,6-bogʻlangan glyukoza qoldiqlari mavjudligini koʻrsatadi. 81.9 m.u. va 79.3 m.u. signallari galaktoza va glyukoza qoldiqlarining C-4 da tarmoqlanganligini tasdiqlaydi.

Olingan natijalardan shuni aytish mumkinki, GG-Fc tarmoqlangan polisaxarid boʻlib, quyidagi koʻrinishga ega:





(a) (b)  
2-Rasm. GG-Fc <sup>1</sup>H (a) va <sup>13</sup>C (b) YaMR spektri



(a) (b)  
3-Rasm. GG-Fc HSQC (a) va HMBC (b) YaMR spektri

### *Ficus carica* o‘simligi pektin moddalarining fizik-kimyoviy xossalari

*Ficus carica* o‘simligining pektin moddalari (PM) oq rangli amorf kukun bo‘lib, suvda to‘liq eriydi, suvdagi qovushqoqliklari  $\eta_{\text{nis}} = 4.3$  (1.0%, H<sub>2</sub>O). Molekulyar og‘irliklari 67.7 kDa. PM miqdori va monosaxarid tarkiblari 2- jadvalda keltirilgan.

#### 2-Jadval. *Ficus carica* o‘simligi pektin moddalarining fizik-kimyoviy xossalari

PS	Unumi, %	M.o. kDa	Monosaxarid tarkibi va nisbatlari, GX					UAc, %
			Rham	Xyl	Ara	Glu	Gal	
PM	10.0	67.7	1.0	1.2	3.5	1.4	4.8	84.4
	$\eta_{\text{nis}}$ (c 1%, H <sub>2</sub> O)	PM ning titrimetrik tahlil natijalari, %						
	4.3	$K_e$ , %	$K_s$ , %	$\Xi_D$ , %				
		2.25</						

olingan natijaga ko‘ra, PM yuqori eterefikatsiyalangan PM qatorida bo‘lib, uning eterifikatsiya darajasi (ED) 72.2% ni tashkil etgan.

*Ficus carica* PM qisman kislotali gidroliz qilindi (1N. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 4s, 100<sup>0</sup> C) va natijada asosiy zanjiri galakturon kislotasi qoldiqlaridan iborat galakturonan olindi. IQ spektrining yutilish sohalari quyidagi sohalarni qayd etgan: 3600-3487 sm<sup>-1</sup> (OH- guruhi), 1750-1747 sm<sup>-1</sup> (COOH- guruhi) va 830 sm<sup>-1</sup> (α-glikozid bog‘i). PM tarkibidagi piranoz halqasining tripleti 910, 875, 830 sm<sup>-1</sup>da galakturon kislotasi qoldiqlariga tegishli bo‘lib, 830 sm<sup>-1</sup> glikozid bog‘larining α-holatda ekanligini ko‘rsatadi. *Ficus carica* galakturonanning <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C YaMR spektrlari 3-jadvalda keltirilgan.

### 3-Jadval. *Ficus carica* galakturonanining <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C YaMR spektrlari

PS qoldiqlari	kimyoviy siljishlari, D <sub>2</sub> O					
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H
→4)- α-D-GalpA-(→	98.8/4.81	68.2/3.95	71.3/4.12	77.8/4.02	67.9/3.90	175.3/-
						52.8/3.81

*Ficus carica* galakturonanining <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C YaMR spektrida anomer signallari 4.81 m.u. va 98.8 m.u sohalarda namoyon bo‘lgan. <sup>13</sup>C YaMR spektrida galakturonanning 1.4 bog‘idan iborat ekanligi 77.8 m.u. sohalarda keltirilgan va karboksil guruhi 175.3 m.u. sohada intensiv signal bilan izohlanadi (3-jadval).

Shunday qilib, *Ficus carica* o‘simligining barglaridan ajratib olingan pektin moddalarining asosiy zanjiri α-1→4 galakturonandan tashkil topgan bo‘lib, yuqori eterifikatsiyalangan pektinlar qatoriga kiradi.

### *Morus multicaulis* o‘simligi bargining suvda eruvchan polisaxaridi

*Morus multicaulis* o‘simligining SEPS – oq rangli kukun bo‘lib, suvda yaxshi eriydi, suvdagi nisbiy qovushqoqligi η<sub>nis</sub> = 1,3 (1,0%; H<sub>2</sub>O). SEPSning IQ spektrlari 3241, 2307, 1570, 1538, 1412, 1236, 1075, 1048, 863, 839 sm<sup>-1</sup> sohalari yutilish sohasini namoyon etgan. *Morus multicaulis* spirtli ekstraktlari QX usulida tahlil qilinganda, tarkibida saxaroza va fruktoza borligi aniqlangan. SEPSning tarkibi asosan ramnoza, ksiloza, arabinoza, mannoza, glyukoza, galaktoza va galakturon kislotasidan iborat bo‘lib, tarkibidagi uron kislotalari 30.2% tashkil etgan (4-jadval).

### 4-Jadval. *Morus multicaulis* o‘simligi bargining suvda eruvchan polisaxaridi va ularning fizik-kimyoviy xossalari

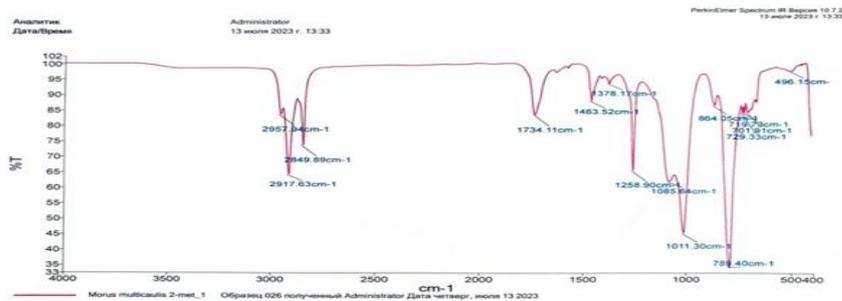
Polisaxarid	Unumi, %	M.o. kDa	η <sub>nis</sub> (1%, H <sub>2</sub> O)	Monosaxarid tarkibi va miqdorlari, %						UAc, %
				Rham	Xyl	Ara	Man	Glu	Gal	

SEPS	6.9	45	1.3	7.8	9.1	8.45	6.5	10.4	25.35	30.2
------	-----	----	-----	-----	-----	------	-----	------	-------	------

SEPS DEAE-sellulozali kolonkadan (OH-shakli) o‘tkazilib, tarkibi ramnoza, ksiloza, arabinoza, mannoza, glyukoza, galaktozadan iborat, unumi 67.9 % neytral (NPS) va tarkibi ramnoza, ksiloza, arabinoza, mannoza, glyukoza, galaktoza va uron kislotasidan tashkil topgan, unumi 18.3% kislotali polisaxaridlar (KPS) ajratib olindi. NPSni suvda eritib, etil spirtida fraksiyalab cho‘ktirish natijasida to‘rtta fraksiya ajratib olindi. Ajratib olingan I, III, IV fraksiyalar tarkibi QX va GX da tahlil qilinib, tarkibi ramnoza, ksiloza, arabinoza, mannoza, glyukoza va galaktozadan tashkil topganligi ma‘lum bo‘ldi. Ulardan faqat II fraksiya unumi jihatdan eng yuqori (32.7%) bo‘lib, sefads G-50 gel xromatografiya kolonkasidan o‘tkazilganda gomogen deb topildi va II fraksiya tarkibi glyukoza va galaktozadan tashkil topgan glyukogalaktan bo‘lib, GG-Mm deb nomlandi.

GG-Mm glikozid bog‘ining konfiguratsiyasini aniqlash uchun asetillangan glukogalaktan xrom angidridda sirka kislota ishtirokida oksidlandi. Reaksiya mahsulotining tahlili shuni ko‘rsatdiki, gidrolizatni QX da ko‘rilganda galaktoza va glyukoza qolqig‘i topildi. Bundan shunday xulosa qilish mumkinki, GG-Mm makromolekulasidagi monosaxarid qoldiqlari  $\alpha$ -glikozid bog‘idan iborat.

GG-Mm makromolekulasidagi monosaxarid qoldiqlarining o‘zaro qanday glikozid bog‘lar bilan bog‘langanligini bilish uchun, Xakomori usulida metillandi. Permetilatning to‘liq metillanganligini IQ spektrida gidroksil guruhlarining 3200-3400  $\text{cm}^{-1}$ da yutilish sohalari yo‘qolishidan va 1378  $\text{cm}^{-1}$  sohada metil guruhlarining mavjudligidan ko‘rish mumkin (4-rasm).



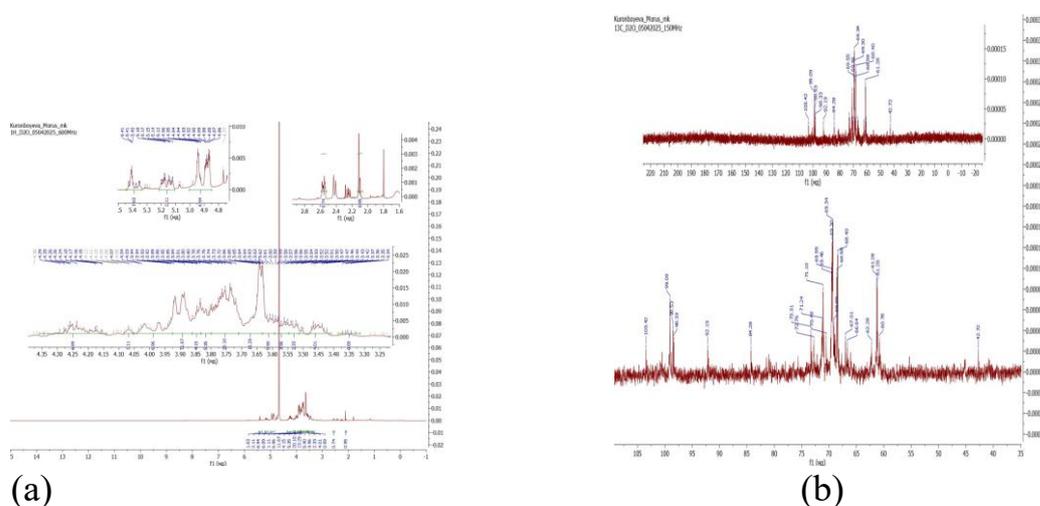
**4-Rasm.** GG-Mmni metil mahsulotining IQ spektri

Permetilatni formoliz, gidroliz qilindi, so‘ngra  $\text{NaBH}_4$  da qaytarib, atsetillab GX/MSda tadqiq qilindi. Natijada 2,3,4,6-tetra-OMe-Galp (15.65%), 2,4,6 tri-OMe-Galp (7,39 %), 2,6-di-OMe-Galp (1,51 %), 2,3,4,6- tetra-OMe-Glcp (6,51%) dan tashkil topgan metil mahsulotlari olindi.

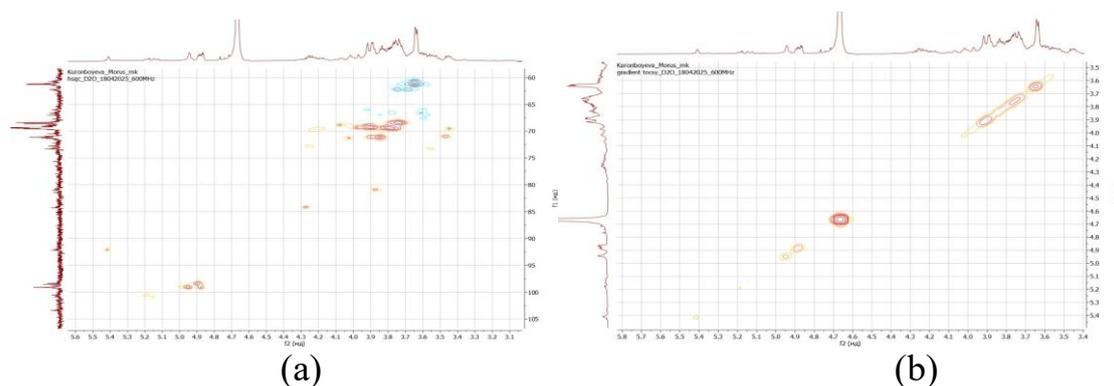
GG-Mm permetilati gidrolizatining GX-MS tahlilida, asosiy mahsulot sifatida 2,4,6-tri-OMe-Galp mavjudligidan, GG-Mm makromolekulasining asosiy polimer zanjiri, 1,3 galaktopiranoza qoldiqlaridan iborat ekanligi aniqlandi. 2,6-di-OMe-Galp ning mavjudligi asosiy zanjirning tarmoqlanganligini va Glcp qoldig‘i  $\alpha$ -holatda ushbu galaktopiranoza qoldig‘ining C-4 atomiga birikkanligini ko‘rsatadi.

GG-Mm ning kimyoviy tuzilishini  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  YaMR spektroskopiyasi hamda HSQC, TOCSY, HSQC-TOCSY va HMBC spektral tajribalari yordamida aniqlandi.

$^1\text{H}$  va  $^{13}\text{C}$  YaMR spektrida  $\delta_{\text{C}}/\delta_{\text{H}}$  99.1/4.97 (C-1/H-1), 68.3/3.83 (C-2/H-2), 84.1/4.36 (C-3/H-3), 69.3/3.99 (C-4/H-4), 71.2/3.94 (C-5/H-5) va 61.1/3.74 (C-6/H-6) m.u. larda galaktopiranoza qoldiqlarining proton va uglerod atomlarining intensiv signallari aniqlandi. Shuningdek,  $^{13}\text{C}$  YaMR spektrida  $\delta_{\text{C}}$  98.5 va 100.5 m.u. sohalarda anomer uglerod atomlarining signallari keltirilgan bo'lib,  $\alpha$ -galaktopiranoza va  $\alpha$ -glyukopiranoza qoldiqlari mavjudligini ko'rsatadi. Glyukogalaktan (GG-Mm) asosiy zanjiri  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 3 galaktopiranoza qoldiqlaridan iboratligi HMBC spektida kuzatilgan 5.27 (H-1) / 84.2 (C-3) kross-piki asosida xulosa qilindi. Yon zanjirdagi glyukoza qoldig'i 81.0 m.u. sohada signali namoyon bo'lgan.



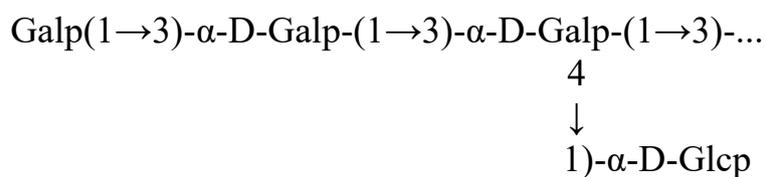
5-Rasm. GG-Mmning  $^1\text{H}$  (a) va (b)  $^{13}\text{C}$  YaMR spektri



6-Rasm. GG-Mmning (a) HSQC va TOCSY (b) YaMR spektri

Shunday qilib, glyukogalaktan - GG-Mm kam tarmoqlangan polisaxarid bo'lib, asosiy zanjiri  $\alpha$ -1,3-glikozid bog'laridan tashkil topgan galaktopiranoza qoldiqlaridan iborat.

Yon zanjiridagi glyukoza qoldig'i  $\alpha$ -holatda bo'lib, asosiy zanjirdagi galaktoza qoldig'ining C-4 atomiga birikkan fragmentlari quyidagi ko'rinishga ega:



### ***Morus multicaulis* pektin moddalarining fizik-kimyoviy xossalari**

*Morus multicaulis* o‘simligining PM krem rangli amorf kukun bo‘lib, suvda to‘liq eriydi, suvdagi nisbiy qovushqoqligi  $\eta_{\text{nis}} = 4,04$  (1,0 %, H<sub>2</sub>O) teng. Pektin moddasining fizik-kimyoviy parametrlari va monosaxarid tarkibi 5-jadvalda keltirildi.

**5-Jadval. Pektin moddasining fizik-kimyoviy parametrlari va monosaxarid tarkibi**

PS	Unumi, %	M.o. kDa	Monosaxarid tarkibi va nisbatlari, GX					UAc, %
			Rha	Xyl	Ara	Glu	Gal	
PM	11.0	43,0	3.8	3.2	4.7	1.0	5.1	72.6
	$\eta_{\text{nis}}$ (c 1%, H <sub>2</sub> O)		PM titrimetrik parametrlari, %					
	4.04		K <sub>e</sub> , %		K <sub>et</sub> %		E <sub>D</sub> , %	
			10.35		7.65		42.5	

Titrimetrik natijalarga ko‘ra, pektin moddasining eterifikatsiya darajasi 42.5% teng bo‘lib, u quyi eterifikasiyalangan pektin hisoblanadi. Uron kislotalarining miqdori karbazol usulida aniqlanib, 72.6% tashkil etdi.

*Morus multicaulis* o‘simligi pektin moddasini qisman kislotali gidroliz qilindi (1N. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 4s, 100<sup>0</sup> C) va natijada asosiy zanjiri ramnogalakturonandan tashkil topgan pektin fragmenti olindi. IQ spektr yutilish chiziqlariga ko‘ra, quyidagi sohalarini namoyon qildi: 3195, 1750, 950, 889, 810-807 sm<sup>-1</sup>. Ushbu yutilish sohalarining mavjudligi galakturonan kislotasi qoldiqlariga tegishli bo‘lib, 810 - 807sm<sup>-1</sup> glikozid bog‘lanishlarining  $\alpha$ -holatda ekanligini ko‘rsatdi.

**6-Jadval. Pektin fragmentining <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C, HSQC YaMR spektr natijalari**

PS qoldiqlari	Kimyoviy siljishlari, D <sub>2</sub> O					
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H
→4)- $\alpha$ -D-GalpA-(→	98.8/4.98	76.6/3.92	72.8/3.38	78.0/3.85	71.1/4.10	174.9/-
→2)- $\alpha$ -Rhap-(→	99.2/4.77	76.8/4.0	73.3/3.56	75.3/4.02	70.7/3.80	16.5/1.13

*Morus multicaulis* pektin fragmentlarining signallari <sup>1</sup>H va <sup>13</sup>C YaMR spektri olinib, natijalari 6-jadvalda keltirildi. <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C YaMR spektrida anomer signallari 4.98 m.u., 4.77 m.u. va 98.8 m.u., 99.2 m.u. sohalarida namoyon bo‘lgan. <sup>13</sup>C YaMR spektrida 1,4 galakturon va 1,2 ramnoza qoldiqlaridan iborat ekanligi 78.0 m.u., 76.8

m.u. sohalardagi signallar bilan izohlanadi. *Morus multicaulis* PM tarkibidagi karboksil guruhlarining mavjudligi 174.9 m.u. sohada keltirilgan. C-6/H-6 atomlarida 16.5/1.13 m.u. sohasidagi kimyoviy siljishlar ramnozaning metil guruhiga tegishli signallarni namoyon etgan.

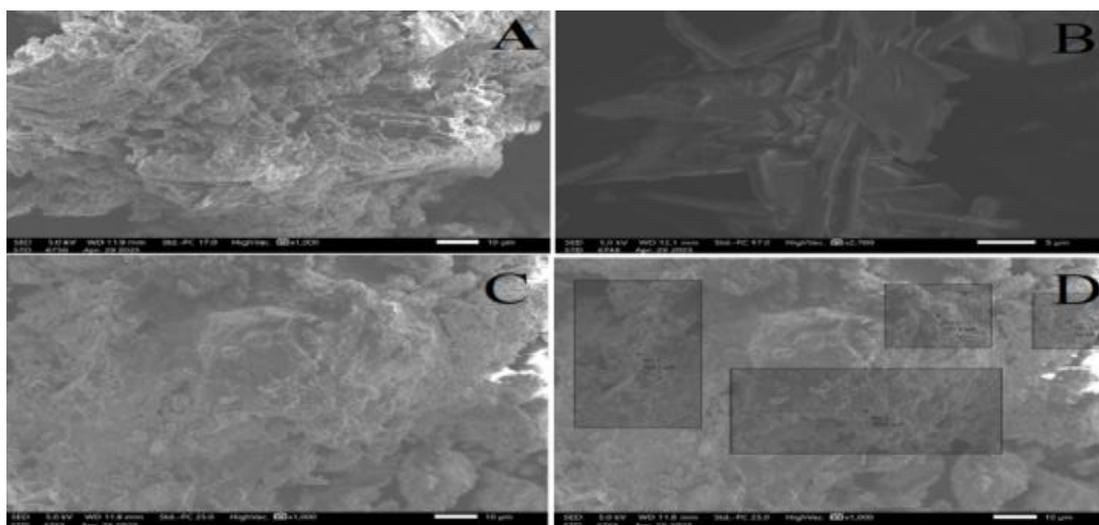
Shunday qilib, *Morus multicaulis* o'simligi barglaridan pektin moddalari ajratib olindi va ularning fizik-kimyoviy xossalari aniqlandi. *Morus multicaulis* PMning asosiy zanjiri  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 galakturon kislotasi va  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 2 ramnoza qoldiqlaridan tashkil topganligi aniqlandi. *Morus multicaulis* o'simligining pektin moddalari *Ficus carica* o'simligining pektin moddasidan molekulyar og'irligi, uron kislotalari miqdori, eterifikatsiyalanish darajasi va glikozid bog'lari bilan farq qiladi.

### ***Morus multicaulis* o'simligi pektin moddalarining amin saqlovchi antigelmint substansiyasi bilan kompleksi va ularning fizik-kimyoviy xossalari**

Hozirgi kunda gelmint kasalliklari keng tarqalgan bo'lib, ushbu kasallik sababli millionlab insonlar aziyat chekadi. Shu munosabat bilan, mahalliy xomashyolardan olingan polisaxaridlar bilan benzimidazol qatoriga kirgan, amaliyotga joriy etilishi ko'zda tutilgan, substansiyalar bilan keng qamrovli biokimyoviy tadqiqotlar olib borish, maqsad qilindi va O'zR FA O'simlik moddalari kimyosi institutining sintetik preparatlar laboratoriyasida atsetamizol (AS), propidamizol (Pro), albendazol (Al) antigelmint preparatlarning yangi analoglari sintez qilinib, chorva mollarida uchraydigan turli gelmintlarga qarshi antigelmint faollikka ega, yangi iqtisodiy samarador sanoat ishlab chiqarish texnologiyasi amaliyotga joriy qilingan. Olingan substansiya ham yuqorida qayd qilingan preparatlar kabi suvda yaxshi erimaydi va zaharlilik darajasi ham yuqori. Shu sababli, atsetamizol substansiyasi *Morus multicaulis* o'simliklaridan ajratib olingan pektin moddalari bilan kompleksi 1:2, 1:5, 1:7 nisbatlarda qo'shilib, ultratovush ta'sirida bir soat davomida aralastirildi. Olingan nisbatlar orasidan 1:2 nisbatda yuqori eruvchanlikni namoyon qilib, optimal deb topildi. Olingan kompleks shartli ravishda pektin moddasi *Morus* + atsetamizol (PMM+AS) deb nomlandi va ularning kompleksi IQ, SEM, EDS spektroskopiya usullarida tadqiq qilindi.

IQ spektri natijasiga ko'ra, PMM+AS kompleksi o'rtasida ion bog' hosil bo'lishi pektinning karboksil guruhi (-COOH) ionlashib karbositat anioniga (-COO-) aylangan va atsetamizolning amin guruhi (-NH<sub>2</sub>) protonlashib, ammoniy kationiga (-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>) aylangani natijasida yuzaga kelgan. IQ spektrda pektin tarkibidagi karboksil guruhining (-COOH) valent tebranishiga mos bo'lgan signali 1720 sm<sup>-1</sup> atrofida kuzatilgan. Atsetamizol qo'shilganidan keyin, bu cho'qqi 1626 sm<sup>-1</sup> ga siljigan ya'ni 94 sm<sup>-1</sup> ga o'zgarish kuzatilgan. Bunda karboksil guruhi ion holatga o'tib (-COO<sup>-</sup>), ion bog' hosil qilganidan dalolat beradi. Shuningdek, atsetamizol molekulasiga tegishli -NH yoki protonlangan -NH<sub>3</sub><sup>+</sup> guruhining valent tebranishlari 3217-3295 sm<sup>-1</sup> oralig'ida kengayganligi kuzatilgan. Bu esa uning ion bog' hosil qilayotganini ko'rsatadi. Bundan tashqari, kompleksining mikrostrukturasi va morfologiyasini tahlil qilish maqsadida skanerlovchi elektron mikroskop (SEM) yordamida tasvirlari olindi. Ushbu uskunaning yuqori aniqlikdagi tasvirini olish qobiliyati materialning morfologik xususiyatlarini batafsil o'rganish imkonini beradi. Na'munaning optimal elektron nurlanishini ta'minlash maqsadida 5 kV kuchlanish sohasi tanlangan. Bu

parametr material yuzasining yetarlicha aniq va kontrastli tasvirlarini olishga yordam beradi. Tadqiqot davomida kattalashtirish 5-10  $\mu\text{m}$  oralig'ida olingan, bu esa turli o'lchamdagi morfologik xususiyatlarni o'rganish imkonini berdi. Yuqori kattalashtirishda nanozarrachalar va sirt tuzilmalari ko'rib chiqilgan bo'lsa, past kattalashtirish materialning umumiy tuzilishini baholashga xizmat qildi. Mazkur eksperimental sharoitlar *Morus multicaulis* o'simligidan ajratib olingan dastlabki pektin, atsetamizol kristallari hamda pektin + atsetamizolning 1:2 nisbatdagi polimer kompleksi yuzasining morfologik va mikrotuzilishli xususiyatlarini aniq tasvirlash imkonini berdi.



**7- Rasm.** *Morus multicaulis* pektin moddasining atsetamizol substansiyasi bilan kompleksining SEMda natijalari

A) Tasvirda na'muna g'ovakli, bir-biriga yopishgan zarrachalardan tashkil topgan bo'lib, 5 kV kuchlanish va 10  $\mu\text{m}$  kattalikda olingan. Shuningdek, tasvirlarda tolamsimon va notekis yuzaga ega agregatlar ko'zga tashlanadi, Bu esa pektinning murakkab polisaxaridli tuzilishga ega ekanligidan dalolat beradi.

B) Ushbu tasvirda toza atsetamizol substansiyasi ko'rsatilgan bo'lib, 5 kV kuchlanishda va 5  $\mu\text{m}$  kattalikda olingan. SEM mikrografiylarida atsetamizol kristallari o'tkir burchakli va plastinkasimon morfologiyaga ega bo'lib, bu esa uning kristallik tabiatga ega bo'lishi mumkinligini taxmin qilishga asos bo'ladi.

C) Ushbu tasvirda kislotali muhitda, etil spirtli eritmada atsetamizolni eritish orqali olingan pektin asosidagi kompleks aks etgan. Tasvir 5 kV kuchlanishda va 10  $\mu\text{m}$  kattalikda olingan. Kompleksning SEM orqali olingan tasvirlaridan yuzaki morfologiya qatlamliligi va aniq kristall shakllar bilan ifodalanmagan, bu esa uning amorf xususiyatga ega bo'lish ehtimolini ko'rsatadi. Zarrachalarning pektin matritsasiga xos morfologik shaklga ega bo'lishi, atsetamizolning pektin matritsasiga inklyuziyasi bilan, kompleks hosil qilish ehtimolini bildiradi.

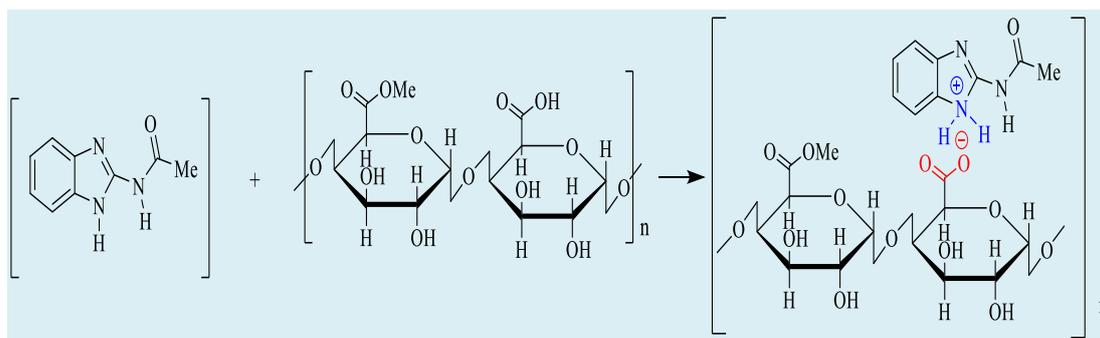
D) Ushbu tasvirda kompleks yuzasidan tahlil uchun to'rtta zona tanlab olingan (№.1 – №.4), bo'lib, 5 kV kuchlanishda 10  $\mu\text{m}$  olingan. Bu zonalardagi belgilangan maydonlar ichki bir jinslilik va fazaviy taqsimotni aniqlash imkonini beradi.

Olingan kompleks tarkibini aniqlash va kimyoviy xususiyatlarini baholash maqsadida energiya dispersiv spektroskopiya (EDS) usuli qo‘llanildi. Bu esa tarkibiy elementlarni aniqlash va ularning taqsimlanishini tasvirlash imkonini berdi. Optimal spektral aniqlikni ta‘minlash uchun 20 kV kuchlanish sohasi tanlanib, bu og‘ir va yengil elementlarning tahlil aniqligini oshirishga xizmat qildi. Signalning sezgirlikni yaxshilash maqsadida spektr olish muddati 50 soniya etib belgilandi. Material tarkibidagi elementlarning fazoviy taqsimlanishini aniqlash uchun xaritalash usuli qo‘llanilib, tanlangan nuqtalarda element miqdori o‘lchangan. Na‘muna yuzasidan olingan spektral tahlil orqali quyidagi elementlar mavjudligi aniqlangan va 7-jadvalda keltirilgan.

### 7-Jadval. Pektin va atsetamizol kompleksining element tahlili

Element	Mass %	Atom %	Sharh
C	44.78 ± 0.07	52.75 ± 0.08	Pektin hamda atsetamizol organik birikmalar bo‘lib, ularning asosiy skeleti uglerod atomlaridan tashkil topgan. Bu uglerod atomlari bilan (masalan H, O, N) bilan birikib, murakkab funksional guruhlarni hosil qiladi.
N	24.30 ± 0.15	24.55 ± 0.16	Atsetamizol molekulasida N atomi amid guruhi (-NH-) mavjudligi bilan izohlanadi.
O	21.30 ± 0.10	18.84 ± 0.09	Pektinning tarkibidagi karboksil, gidroksil guruhlaridan, atsetamizol tarkibidagi karbonil guruhi mavjudligidan kelib chiqqan
Cl	9.36 ± 0.02	3.74 ± 0.01	Sintez jarayonida ishlatilgan xlorli reagent (HCl) natijasida yuzaga kelgan
Mg	0.11 ± 0.00	0.06 ± 0.00	Pektin tarkibidagi Mg yoki suvni tarkibidagi mineral qoldiqlardan
Ca	0.09 ± 0.00	0.03 ± 0.00	Pektinning tarkibida tabiiy mavjud bo‘lgan kaltsiy ionlaridan kelib chiqqan

Shunday qilib, o‘tkazilgan SEM, EDS tahlil natijalari atsetamizol molekulasining tarkibida joylashgan amin guruhi (-NH<sub>2</sub>) bo‘lib, pektin molekulasidagi karboksil guruhi (-COOH) bilan proton almashinuvi asosida ionli o‘zaro ta‘sirga kirishadi. Natijada ular o‘zaro ion bog‘ hosil qilib, kompleks tuz shakllanishiga olib keladi va quyidagi reaksiya bilan izohlanadi.



**8-Rasm.** Atsetamizol bilan pektin modda birikib kompleks hosil qilishi.

### ***Morus multicaulis* pektin moddasining antigelmint substansiyasi bilan kompleksi va ularning biologik faolliklari**

PMM+AS kompleksi gelmintlarga qarshi faolligi Veterinariya va chorvachilikni rivojlantirish qo‘mitasi huzuridagi veterinariya dori vositalari, ozuqabop qo‘shimchalar sifati, muomalasi nazorati bo‘yicha Davlat ilmiy markazida, Toshkent viloyatining Oqqo‘rg‘on, Andijon viloyatining Asaka tumanlaridagi qo‘ychilik xo‘jaliklarida spontan (tabiiy)gelmintlar bilan zararlangan qo‘ylarda sinab ko‘rildi. Dastlab kompleksning suvda eruvchanligi, zaharlilik darajasi aniqlandi. Asosiy ta‘sir etuvchi moddalar sifatida atsetamizolning 50, 100, 150 mg/kg dozada laboratoriya hayvonlarida (oq sichqonlar, quyonlar) zararsiz ekanligi aniqlangan. Tadqiqotlarni davom ettirgan holda, atsetamizol substansiyasining *Morus multicaulis* pektin moddasi bilan kompleksi 3, 4 va 6 ml/kg dozada marshallagioz, nematodiroz va boshqa oshqozon-ichak strongilyatozlari bilan tabiiy zararlangan qo‘ylarda tajribalar olib borildi. Natijada *Morus multicaulis* pektin moddasining atsetamizol substansiyasi bilan kompleksida 4 ml/kg dozada marshallagioz, nematodirozga qarshi 50-55% hamda boshqa oshqozon-ichak strongilyatozlariga qarshi 60% ekstens samaradorligi aniqlandi. Shuningdek, kompleksning 6ml/kg dozasi marshallagioz, nematodiroz va boshqa oshqozon-ichak strongilyatozlari qarshi 100% ekstens samara ko‘rsatilganligi aniqlandi. Olingan natijalar 8-jadvalda keltirildi.

**8-Jadval. Kompleksning antigelmint faolligi va atsetamizol substansiyasiga nisbatan taqqosiy natijalari**

Nomi	Doza mg/kg	PMM+AS yuborilgandan keying ta‘sir ko‘rsatgichlari		
		Oshqozon ichak strongilyatoz, %	Nematodiroz, %	Marshallagioz, %
Atsetamizol	100 mg/kg	60	50	50
	150 mg/kg	100	100	100
PMM+AS	66 mg/kg	82	75	77
	99 mg/kg	100	100	100

Atsetamizol bilan pektinning ion bog‘ orqali hosil bo‘lgan kompleksining kimyoviy va farmakologik xususiyatlari, oddiy atsetamizoldan sezilarli darajada farq

qiladi. Komplekslashuv natijasida atsetamizolning suvda eruvchanligi ortadi, bu esa uning biologik membranalar orqali soʻrilishini yaxshilaydi va terapevtik taʼsiri davomiyroq boʻladi. Oʻtkazilgan tajriba natijasiga koʻra, kompleks tarkibidagi atsetamizolning gelmintlarga qarshi faolligi oddiy atsetamizolga nisbatan 1.5 barobar ortgan, bu esa kompleks shaklining farmakologik samaradorligini oshirganligini isbotlaydi.

Xulosa qilib shuni aytish kerakki, pektin asosida olingan kompleks, atsetamizolning eruvchanligini va farmokinetik barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. Bu holat preparatning organizmda saqlanish muddatini uzaytirib, gelmintga qarshi faolligini kuchaytirishga olib keladi. Shu sababli pektin asosida olingan komplekslar, samarali dori shakllarini yaratish uchun istiqbolli yoʻnalishlardan biri hisoblanadi.

### ***Ficus carica* suvda eruvchan polisaxaridlarining biologik faolliklari**

Hozirgi kunda dorivor oʻsimliklardan olinadigan biologik faol polisaxaridlarni oʻrganishga katta eʼtibor berilmoqda. Shu munosabat bilan *Ficus carica* oʻsimliklaridan suvda eruvchan polisaxaridlari ajratib olindi va yalligʻlanishga qarshi faolligi, Oʻzbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Oʻsimlik moddalari kimyosi institutining farmakologiya, toksikologiya boʻlimi xodimlari tomonidan quyidagi tajribalarda oʻrganildi.

*Ficus carica* oʻsimligidan ajratib olingan suvda eruvchan polisaxaridning (SEPS) yalligʻlanishga qarshi taʼsiri bugungi kunda tibbiyot amaliyotida keng qoʻllanilayotgan preparatlar Ketoprofen, Diklofenak natriy bilan taqqoslab oʻrganildi va tana vazni 18-20g va 180-200 g boʻlgan erkak sichqonlarda olib borildi. Moddaning 1 martalik va 10 kun davomida atravmatik metall naycha yordamida 25.0, 50.0, 100.0, 150.0, 200.0 mg/kg dozalarda ogʻiz orqali meʼda ichiga yuborilib, yaligʻlanishga qarshi taʼsiri oʻrganildi. Olingan natijaga koʻra, yuqori faollikni namoyon qilgan dozalari 100.0-150.0 mg/kg 45.8-58.1%, ketoprofenning 1.0-5.0-10 mg/kg dozalari 52.9-71.8-54.9%, diklofenak natriyning 8.0-10.0 mg/kg dozalari 50.8-44.1% yaligʻlanishga qarshi faollikni namoyon etgan. Shunday qilib, *Ficus carica* oʻsimliklarining suvda eruvchan polisaxaridi bir vaqtning oʻzida ogʻriq qoldiruvchi, isitmani tushiruvchi, yalligʻlanishga qarshi faollik koʻrsatib, tibbiy amaliyotda kelgusida BFQ sifatida ishlatilishi mumkin.

### ***Morus multicaulis* bargi tarkibidagi suvda eruvchan polisaxaridlarning gipoglikemik faolligi**

Soʻnggi yillarda oʻsimlik polisaxaridlari asosida qandli diabetga qarshi biologik faol dorivor vositalarni yaratishga boʻlgan qiziqish yuqoriligi maʼlum. Shu maqsadda *Morus multicaulis* bargi tarkibidagi suvda eruvchi polisaxaridni oʻtkir zaharliligi hamda gipoglikemik faolligi oʻrganildi. Olingan natijalarga asoslanib, polisaxarid 1000; 2000; 3000; 4000 va 5000 mg/kg dozagacha oʻlim holati kuzatilmaganligi sababli, amalda bezarar birikmalar qatoriga kirishi aniqlandi. Alimantar giperqlikemiya jarayoni odatda organizmga tashqaridan uglevod saqlovchi birikmalarni qabul qilganda qondagi qand miqdori oshib ketishiga olib keladi. Ushbu qondagi qand miqdorini normada saqlab turishi uchun oshqozon osti bezidan ishlab chiqariladigan insulin moddasi muhim oʻrin egallaydi. Insonlarda kuzatiladigan

normal uglevod almashinuvini hisobga olgan holda, tajriba oq kalamushlarda yuqori dozada glyukoza yuborilgandan 30; 60; 90 va 120 daqiqadan keyin barcha guruh hayvonlarida qondagi qand miqdori aniqlandi. Olingan natijalar statistik usullar yordamida tahlil qilingan.

*Morus multicaulis* bargi tarkibidagi suvda eruvchan polisaxaridning 50; 80; 100; 120 va 150 mg/kg dozada qondagi qand miqdorini nazorat guruhiga nisbatan mos ravishda 95; 82; 55; 58 va 48 % ga kamaytirganligini hamda solishtirma preparat Asformindan qolishmasligini ko'rish mumkin.

Shunday qilib, olingan natijalar asosida *Morus multicaulis* bargi tarkibidagi suvda eruvchan polisaxaridlar gipoglikemik faollikni namoyon qilgan.

### Xulosalar

1. Ilk bor O'zbekiston hududida o'suvchi *Ficus carica* va *Morus multicaulis* o'simliklaridan suvda eruvchan polisaxaridlar, pektin moddalari va gemitsellulozalar ajratib olingan. Ularning tarkibi, tuzilishlari kimyoviy va spektral usullar yordamida isbotlangan.
2. Ilk bor *Ficus carica* (GG-Fc) va *Morus multicaulis* (GG-Mm) o'simliklari polisaxaridlari glyukogalaktanlardan tashkil topganligi aniqlangan. *Ficus carica* (GG-Fc) makromolekulasining asosiy zanjiri  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3 galaktoza qoldiqlaridan iborat bo'lib, tarkibidagi glyukoza qoldiqlari  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3,  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4,  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 6 glikozid bog'laridan iborat. GG-Mm makromolekulasi kam tarmoqlangan polisaxarid bo'lib, asosiy zanjiri  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 3 galaktoza qoldig'idan tashkil topgan. Yon zanjiridagi glyukoza qoldig'i asosiy zanjirdagi galaktozaning C-4 atomiga birikkanligi bilan izohlangan.
3. *Ficus carica* o'simligi bargidan yuqori eterifikatsiyalangan pektin moddasi ajratib olingan va ularning asosiy zanjiri  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 galakturonandan iborat ekanligi aniqlangan.
4. *Morus multicaulis* o'simligi bargidan past eterifikatsiyalangan pektin moddasi ajratib olingan va ularning asosiy zanjiri ramnogalakturonandan tashkil topganligi aniqlangan.
5. *Ficus carica* o'simligidan ajratib olingan suvda eruvchan polisaxarid yallig'lanishga qarshi yuqori faollik ko'rsatgan va tibbiy amaliyotda BFQ sifatida ishlatilish uchun tavsiya qilingan.
6. *Morus multicaulis* suvda eruvchan polisaxaridi II tip qandli diabetga qarshi yuqori faollik namoyon qilishi aniqlangan. Olingan ilmiy natijalar asosida suvda eruvchan biologik faol qo'shimcha (BFQ) yaratish imkoniyati yaratilgan.
7. Ilk bor *Morus multicaulis* o'simligidan ajratib olingan pektin moddasining atsetamizol substansiyasi bilan suvda eruvchan kompleksi olishning muqobil sharoiti ishlab chiqilgan. Ushbu kompleks qo'ylarda uchraydigan marshallagioz, nematodiroz, oshqozon-ichak strongilyatozlariga qarshi yuqori natija ko'rsatishi, hamda atsetamizol substansiyasiga nisbatan, bir yarim barobar yaxshi samara berishi aniqlangan va Veterinariya chorvachilikni rivojlantirish qo'mitasi tomonidan tasdiqlangan.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc. 02/30.01.2020. К/Т.104.01 ПО  
ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ИНСТИТУТЕ  
ХИМИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ**

---

**ИНСТИТУТ ХИМИИ РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ**

**ҚУРОНБОЕВА МОХИНУР ОДИЛБЕК ҚИЗИ**

**СТРОЕНИЕ ПОЛИСАХАРИДОВ РАСТЕНИЙ *FICUS CARICA* И *MORUS  
MULTICAULIS*, БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ**

**02.00.10 – Биоорганическая химия**

**АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации доктора философии (PhD) по химическим наукам**

**Ташкент – 2025**

**Тема диссертации доктора философии (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Министерстве высшего образования, науки и инноваций Республики Узбекистан за номером B2024.4.PhD/K891.**

Диссертация выполнена в Институте химии растительных веществ.

Автореферат диссертации на трёх языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета ([www.uzicps.uz](http://www.uzicps.uz)) и на Информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziynet.uz](http://www.ziynet.uz)).

**Научный руководитель:** **Жауынбаева Клара Сагындыковна**  
Кандидат химических наук,  
старший научный сотрудник

**Официальные оппоненты:** **Нормахаматов Нодирали Сахобаталиевич**  
доктор химических наук  
**Шомуротов Шавкат Абдуганиевич**  
доктор химических наук

**Ведущая организация:** **Национальный университет Узбекистана**

Защита диссертации состоится « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 г. в \_\_\_\_ часов на заседании Научного совета DSc.02/30.01.2020.К/Т.104.01 при Институте химии растительных веществ (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77. Тел.: 71 262-59-13, факс: (99871) 262-73-48), e-mail [plant\\_inst@icps.org.uz](mailto:plant_inst@icps.org.uz), [ixrv@mail.ru](mailto:ixrv@mail.ru).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института химии растительных веществ (регистрационный номер № \_\_\_\_). (Адрес: 100170, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 77. Тел.: 262-59-13, факс: (99871) 262-73-48, e-mail: [nhidirova@yandex.ru](mailto:nhidirova@yandex.ru)).

Автореферат диссертации разослан « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2025 года.  
(реестр протокола рассылки \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_ 2025 года).

**Ш. Ш. Сагдуллаев**

Председатель Научного совета по присуждению  
ученых степеней, доктор технических наук, академик

**Н.К. Хидирова**

Ученый секретарь Научного совета по присуждению  
ученых степеней, кандидат химических наук, старший  
научный сотрудник

**Э.Х. Ботиров**

Председатель Научного семинара при Научном совете  
по присуждению ученых степеней,  
доктор химических наук, профессор

## **ВВЕДЕНИЕ (аннотация диссертации доктора философии (PhD))**

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** В настоящее время во всем мире растет интерес к растительным полисахаридам вследствие их природного происхождения и широкого распространения в природе, проявления низкой токсичности, а также иммуногенных свойств. Биологическая активность растительных полисахаридов зависит от их состава и структуры. В связи с этим проводится множество научных исследований, посвященных изучению их состава, макромолекулярной структуры, биологической активности и применению на практике. В частности, растет интерес к производству антиоксидантных, противодиабетических, противовоспалительных, противораковых и иммуностимулирующих препаратов на основе полисахаридов.

В IV-м направлении Стратегии действий по развитию Республики Узбекистан поставлены важные задачи: «Дальнейшее развитие фармацевтической промышленности, улучшение обеспеченности населения и медицинских учреждений доступными, качественными лекарственными средствами и изделиями медицинского назначения, реализация мер по недопущению необоснованного роста цен на них»<sup>2</sup>. В рамках выполнения этих задач считается актуальным выделение биологически активных полисахаридов из лекарственных растений, определение их химического состава различными физико-химическими методами, создание и внедрение на их основе новых эффективных лекарственных средств.

Сведений о полисахаридах и их физико-химических свойствах растений *Ficus carica* L. и *Morus multicaulis* Pers (семейство *Moraceae*), произрастающих в Узбекистане, недостаточно. В основном изучены флавоноиды и на основе фурукумаринов в Институте химии растительных веществ АН РУз создан препарат Псоберан для лечения витилиго (смесь псоралена и бергаптена). Поэтому, для восполнения этого пробела считается крайне важным выделение полисахаридов из этих растений, установление их структуры и выявление биологической активности. При этом следует учитывать, что растения семейства *Moraceae* имеют достаточную сырьевую базу.

Данное диссертационное исследование в определённой степени направлено на решение задач указанных в Указах Президента Республики Узбекистан от 21 января 2022 года № УП-55 «О дополнительных мерах по ускоренному развитию фармацевтической отрасли республики в 2022 - 2026 годах»<sup>3</sup>, Указе от 28 января 2022 года № УП-60 «О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022 — 2026 годы»<sup>4</sup>, а также принятых в этой сфере других нормативных документах.

**Соответствие исследования приоритетным направлениям развития науки и технологий Республики.** Данное исследование выполнено в

<sup>2</sup> Указ Президента Республики Узбекистан, от 07.02.2017 г. № УП-4947

<sup>3</sup> Указ Президента Республики Узбекистан, от 21.01.2022 г. № УП-55

<sup>4</sup> Указ Президента Республики Узбекистан, от 28.01.2022 г. № УП-60

соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики VI. «Медицина и фармакология» и VII. «Химические технологии и нанотехнологии»

**Степень изученности проблемы.** Свойства, структура и биологическая активность полисахаридов растения *Ficus carica* (сем. Moraceae) изучены следующими ведущими зарубежными учеными: X. Jiang, L. Ye, A. Almeahadi, M. Shahrajabian, F. Li, G. Rao, R. Bashir, S. Z. Hussain, T. A. Hajam, H.S. Saleem, M.T. Gharibzahedi, B. Smit, Y. Guo, S.A. Mazhin, M.A. Zaker, H.B. Shahbazian, M.E. Azemi, N. Madanchi, H. Acaay, Yang, V. Vang, E.Vang, Huiqing Lv, Changfeng Hu, Zhijun Xie, Ping Wang, Xuezhi, Chengping Wen, J. Du, M. Ergül и другими.

Исследования свойств, биологической активности и структуры полисахаридов из тутовых растений семейства *Moraceae* проводились следующими зарубежными учеными: Y. Zhang, S. Yadav, J. Ai, R. Chen, X. Chjou, Q. Deng, M. Yang, S. Li, Q. Chjan, Y. Sun, H. Chen, F. Qiu, T. Z. He, R. Li, J. Zhou, X. Zhang, T. Zhang, J. Wang, M. Zhang, C. He, H. Chen, Q. Ma, R.K. Santhanam, Z. Xue, Q. Guo, X. Gao, H. Chen, M. P. Dimitrova, X. Chen, Z. Sheng, S. Qiu, H. Yang, J. Jia, J. Wang, C. Iang, S. Lim и другими.

Отечественными учеными Д.А. Рахимовым, М.Х. Санавовой из тутовых растений вида *Morus alba*, *Morus rubra* и *Morus nigra* выделены водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества и гемицеллюлозы, изучены только состав и количество полисахаридов, а также определено антидиабетическое свойство полисахаридов *M. alba*. Ученые Института химии растительных веществ АН РУз Х.Н. Арипов, Ш.Ш. Сагдуллаев, Т. С. Садиков, Б.Ж. Элмурадов, Р.К. Каримов, Г.В. Зухурова, С.С. Саидов, А.Ш. Абдуразакков на основе производных бензимидазола исследовали новые производственные аналоги препаратов альбендазол, ацетамизол, пропидамизол. В результате на основе пектина и альбендазола создан препарат «Альпек» и разработаны его лекарственные формы в виде геля, порошка и таблетки.

**Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами института, где выполнена работа.** Диссертационное исследование выполнено в лаборатории химии высокомолекулярных растительных веществ Института химии растительных веществ Академии наук Республики Узбекистан в рамках научно-исследовательской программы финансируемой из средств Государственного бюджета Республики Узбекистан «Свойства, строение, биологическая активность полисахаридов и белков из местных растений» (2022-2024 годы).

**Целью исследования.** Целью работы является выделение полисахаридов из листьев растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis*, произрастающих в Узбекистане, и определение их свойств, структуры и биологической активности.

**Задачи исследования:**

– Выделение различных групп полисахаридов (водорастворимых полисахаридов, пектиновых веществ, гемицеллюлоз) из листьев растений *Ficus*

*carica* и *Morus multicaulis* и изучение их свойств (количества, растворимости в воде, вязкости, содержания моносахаридов и молекулярной массы);

– Выделение гомогенных полисахаридов методом фракционного осаждения водорастворимых полисахаридов растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis*;

– Установление структуры глюкогалактанов растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis* химическими и спектральными (ГХ, ГХ/МС и ЯМР-спектроскопия) методами;

– Выявление биологической активности водорастворимых полисахаридов и пектиновых веществ листьев растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis*;

– Создание композиции пектиновых вещества растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis* с субстанциями ацетамизол и определение их биологической активности.

**Объектами исследования** являются листья растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis*, произрастающих во флоре Узбекистана.

**Предметами исследования:** водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества, гемицеллюлозы, глюкогалактаны.

**Методы исследования.** Для изучения структуры полисахаридов использовали химические методы: экстракция, полный кислотный гидролиз, частичный кислотный гидролиз, метилирование, ацелирование, хромовое окисление;

аналитические методы: качественный и количественный анализ состава полисахаридов, определение степени этерификации пектиновых веществ и титриметрический метод.

физико-химические методы: СЭМ, ЭДС, ИК, ГХ, ГХ/МС, ЯМР  $^{13}\text{C}$  и  $^1\text{H}$  спектроскопия, двумерная гомо- ( $^1\text{H}$ , COSY, TOCSY) и гетероядерная ( $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$  ЯМР (HSQC, HMBC)) спектроскопия и биологические методы.

**Научная новизна исследования** заключается в следующем:

Впервые обнаружено, что полисахариды растений *Ficus carica* (GG-Fc) и *Morus multicaulis* (GG-Mm) состоят из глюкогалактанов. Основная цепь макромолекулы GG-Fc состоит из остатков галактозы, связанных  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3 гликозидными связями, остатки глюкозы соединены  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3,  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4,  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 6 гликозидными связями. Макромолекула GG-Mm представляет собой слаборазветвлённый полисахарид с  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 3 гликозидными связями. Остаток глюкозы присоединён к атому С-4 галактозы основной цепи;

Частичным кислотным гидролизом пектинов *Ficus carica* и *Morus multicaulis* выявлено, что основная цепь состоит из  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 галактуронана, а основная цепь пектинов *Morus multicaulis* состоит из рамногалактуронана;

Определено, что водорастворимый полисахарид из *Ficus carica* обладает противовоспалительной активностью, а водорастворимый полисахарид из *Morus multicaulis* обладает высокой антидиабетической активностью при диабета II типа;

Впервые разработаны альтернативные условия получения водорастворимого комплекса ацетамизола с пектиновым веществом *Morus*

*multicaulis*. Установлено, что пектиновое вещество *Morus multicaulis* имеет низкую степень этерификации, высокое содержание свободных карбоксильных (COOH) групп и образует комплекс с ацетамизолом посредством ионных связей, что доказано методами ИК-, СЭМ и ЭДС.

**Практические результаты исследований** заключаются в следующем:

Установлено, что водорастворимый полисахарид *Ficus carica*, проявляет высокие положительные результаты против воспалительных заболеваний, а водорастворимый полисахарид из *Morus multicaulis* против диабета II типа;

Установлено, что комплекс пектиновых веществ *Morus multicaulis* с ацетамизолом проявил высокую активность даже в низких дозах за счет повышения растворимости антигельминтных препаратов. Выявлено, что данный комплекс показал высокие результаты при маршаллагриозе, нематодирозе, желудочно-кишечном стронгилоидозе овец и был в полтора раза эффективнее ацетамизола;

Полученные результаты могут найти практическое применение в области биоорганической химии и фармацевтики при выделении и определении структуры водорастворимых полисахаридов, пектиновых веществ, гемицеллюлоз, а также в учебной и научно-исследовательской работе.

**Достоверность результатов исследования.** Достоверность результатов исследований состава и структуры полисахаридов обоснована и подтверждена применением химических, хроматографических (БХ, ГХ ВЭЖХ, ВЭЭХ), современных физико-химических (ИК, ГХ/МС), методов ЯМР-спектроскопии ( $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , COSY, HMBC, HSQC, TOCSY) и биологических методов. Достоверность полученных результатов надежно объясняется публикацией в рецензируемых зарубежных научных изданиях и обсуждением на зарубежных конференциях.

**Научная и практическая значимость результатов исследования.**

Научная значимость результатов исследований заключается в том, что впервые определены состав, свойства и структура водорастворимых полисахаридов и пектиновых веществ, выделенных из листьев растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis*, произрастающих в Узбекистане. Также объясняется тем, что при получении комплекса пектинового вещества *Morus multicaulis* с ацетамизолом аминогруппа последнего взаимодействует с карбоксильной группой (COOH) молекулы пектина с образованием комплексной соли, в результате чего повышается растворимость веществ, что положительно влияет на их фармакологическую эффективность.

Практическая значимость результатов исследований заключается в том, что разработаны методы получения веществ с высокой противовоспалительной и антидиабетической активностью на основе водорастворимых полисахаридов растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis*, которые в дальнейшем могут быть использованы для создания природных БАД или лекарственных препаратов на их основе. Получение комплекса с ацетамизолом из *Morus multicaulis*, проявляющего антигельминтную активность, может быть использовано в

дальнейшем для создания новых эффективных лекарственных средств для ветеринарии.

**Внедрение результатов исследования.** На основании полученных научных результатов по выделению водорастворимых полисахаридов и пектиновых веществ из листьев растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis*, а также по изучению структуры их макромолекул и биологических свойств.

Водорастворимые полисахариды, выделенные из растений *Ficus carica*, обладают противовоспалительной активностью, а водорастворимые полисахариды, выделенные из растений *Morus multicaulis*, проявляют биологическую активность против сахарного диабета II типа. Эти данные были использованы в отчетах по базовым фундаментальным исследованиям, выполненным в лаборатории химии высокомолекулярных растительных веществ Института в 2022–2024 годах. Соответствующие справки были получены от Академии наук Республики Узбекистан: по противовоспалительной активности (от 27 декабря 2024 года, №4/1255-2911) и по активности против диабета II типа (от 18 декабря 2024 года, №4/1255-2807).

В результате было доказано, что данные полисахариды, проявившие биологическую активность, в будущем могут успешно использоваться в качестве водорастворимых биологически активных добавок или природных лекарственных средств против воспаления и диабета.

Противогельминтная активность комплекса пектинового вещества *Morus multicaulis* с ацетамизольной субстанцией была испытана на овцах и дала положительные результаты. На основании этого данный препарат был утверждён Комитетом по развитию ветеринарии и животноводства 15 января 2025 года, регистрационный номер №109/02-23. В результате была создана высокоэффективная, легкорастворимая в воде противогельминтная формула, которую возможно применять на практике.

**Апробация результатов исследования.** Основные результаты данного исследования обсуждались на 5 международных и 3 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов.** По теме и материалам диссертации опубликовано 13 научных работ, в том числе 5 научных статей в журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов диссертации, из которых 3 опубликованы в местных журналах и 2 статьи в журналах индексируемой в базе Scopus.

**Структура и объём диссертации.** Диссертация состоит из введения, 3 глав, вывода, списка использованной литературы и приложений. Объём диссертации составляет 85 страниц.

## ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ ДИССЕРТАЦИИ

Во **введении** обосновывается актуальность и необходимость исследования, указывается его соответствие приоритетным направлениям развития науки и техники республики. Обозначаются цели и задачи, выбранные

объекты и темы исследования. Описываются научная новизна и практические результаты исследования, раскрывается научная значимость полученных результатов, приводятся сведения о внедрении результатов исследования в практику, опубликованных работах и структуре диссертации.

В первой главе диссертации под названием «**Роль и биологическая активность глюкогалактанов среди растительных полисахаридов**» подробно изложены результаты исследований по теме, проведён анализ зарубежной и отечественной литературы. Обобщены сведения, сделаны научно-аналитические выводы а также на основе информации из научной литературы определены цели, задачи, актуальность и значимость диссертационной работы.

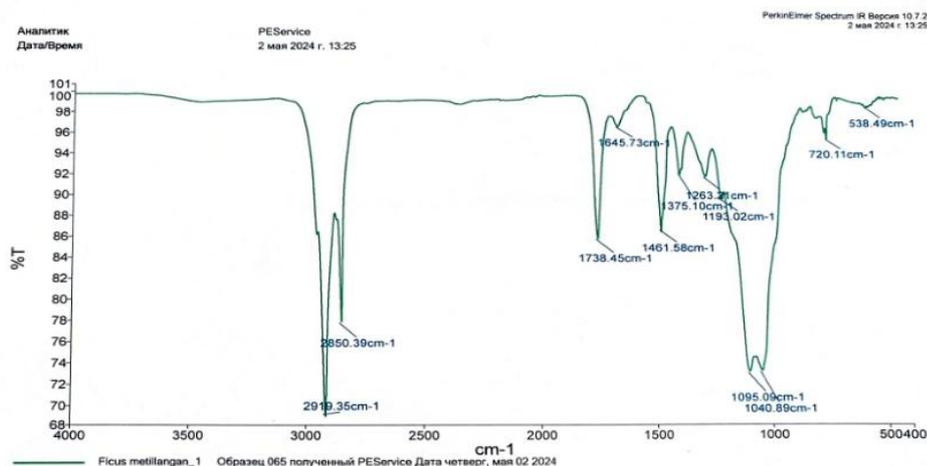
Во второй главе диссертации «**Полисахариды растений семейства Moraceae**» представлены результаты исследования двух видов растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis* относящихся к различным родам.

#### **Водорастворимые полисахариды *Ficus carica***

Из листьев *Ficus carica* выделен водорастворимый полисахарид (ВРПС) с выходом 3,5% и моносахаридным составом представленным: рамнозой, ксилозой, арабинозой, глюкозой, галактозой в соотношении 1.0:2.3:2.4:3.4:5.4. Содержание уоновых кислот по данным карбазольного метода составило 34%. Следовательно, ВРПС представляет собой смесь нейтральных и кислых полисахаридов. Для разделения на нейтральные и кислые полисахариды ВРПС фракционировали на колонке ДЭАЭ-целлюлозой (ОН-форма), элюируя водой был выделен нейтральный полисахарид (НПС) с выходом 35%, состоящий из арабинозы, глюкозы и галактозы. Затем колонку промывали 0,1 н. раствором NaOH и выделяли кислый полисахарид (КПС) с моносахаридным составом рамнозы, ксилозы, арабинозы, глюкозы, галактозы и уоновой кислоты с выходом 5,3%. Фракционное осаждение НПС этиловым спиртом привело к получению четырёх фракций, из которых фракция III имела наибольший выход – 36,4%. Гель-хроматографией на колонке с сефадексом G-50 показана, что данная фракция является гомогенной и была обозначена глюкогалактаном GG-Fc.

ИК-спектр GG-Fc имеются характерные для полисахаридов полосы поглощения при 3259, 2300, 1567, 1410, 1195, 1086, 1045, 880 см<sup>-1</sup>, наличие полосы поглощения при 880 см<sup>-1</sup> указывало на β-гликозидные связи между моносахаридными остатками. Для подтверждения этого предположения вначале полисахарид ацетилювали, а затем полностью окислили его в хромовом ангидриде в присутствии уксусной кислоты. Отсутствие моносахаридов в гидролизате окисленного продукта свидетельствует о том, что моносахариды связаны между собой β-гликозидными связями.

Для определения типов гликозидных GG-Fc был метилирован по методу Хакомори. Полное метилирование перметилата подтверждается в ИК-спектре отсутствием полос поглощения гидроксильных групп при 3259 см<sup>-1</sup> и наличием метильных групп при 1378 см<sup>-1</sup> (рисунок 1).



**Рис.1.** ИК-спектр метильного продукта GG-Fc

Перметилат подвергли формолизу, гидролизу, затем ацетилировали и анализировали методом ГХ/МС. Результаты представлены в таблице 1.

**Таблица 1.** Анализ состава гидролизата перметилата GG-Fc методом ГХ/МС

Метилловые продукты	Структура фрагментов	Выход, %
2,3,4,6-tetra-OMe-Galp	$\beta$ -Galp1) $\rightarrow$	25.9
2,4,6-tri-OMe- Galp	$\rightarrow$ 3)- $\beta$ -Galp-(1 $\rightarrow$	25.2
2,6-di-OMe-Galp	$\rightarrow$ 3,4)- $\beta$ -Galp-(1 $\rightarrow$	10.1
2,3,4,6-tetra-OMe-Glcp	$\beta$ -Glcp- (1 $\rightarrow$	18.3
2,6-di-OMe-Glcp	$\rightarrow$ 3,4)- $\beta$ -Glcp1 $\rightarrow$	10.3
2,3,6-tri-OMe- Glcp	$\rightarrow$ 4)- $\beta$ -Glcp- (1 $\rightarrow$	2.5
2,3,4-tri-OMe-Glcp	$\rightarrow$ 6)- $\beta$ - Glcp-(1 $\rightarrow$	7.3

Присутствие 2,4,6-три-ОМe-Galp в качестве основного продукта указывает на то, что основная цепь макромолекулы GG-Fc состоит из остатков галактопиранозы, связанных 1,3-связями. Присутствие 2,3,4-три-ОМe-Glcp, 2,3,6-три-ОМe-Glcp, 2,6-ди-ОМe-Glcp указывает на то, что остатки глюкозы связаны 1 $\rightarrow$ 6, 1 $\rightarrow$ 4, 1 $\rightarrow$ 3 гликозидными связями.

Структура GG-Fc была изучена с помощью спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$ ,  $^{13}\text{C}$ , HSQC и HMBC.

Сигналы при 84.2 м.д. и 83.8 м.д. указывают на наличие 1,3-связанных остатков галактозы, при 69.1 м.д. 1,6-связанных остатков глюкозы. Сигналы при 81.9 м.д. и 79.3 м.д. подтверждают наличие ответвлений при C-4 остатков галактозы и глюкозы.

Исходя из полученных результатов, можно сказать, что GG-Fc представляет собой разветвленный полисахарид, имеющий следующие фрагменты:

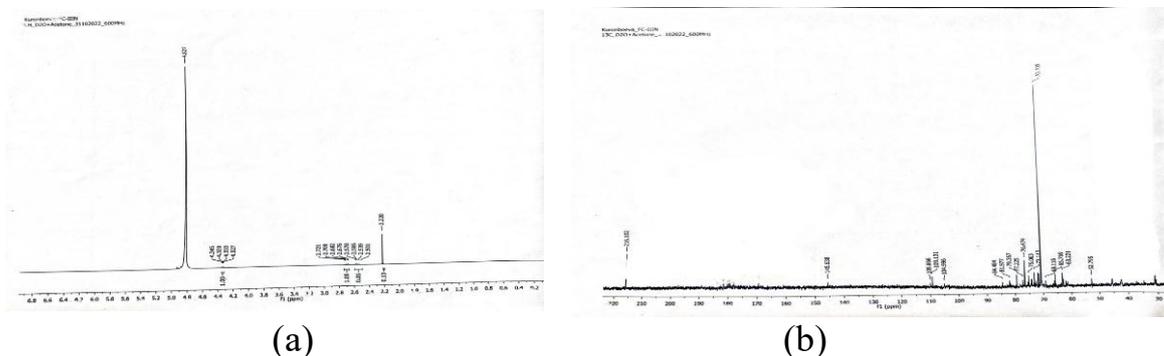
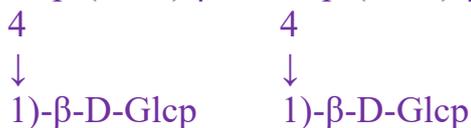


Рис. 2. <sup>1</sup>H (a) и <sup>13</sup>C (b) ЯМР спектры GG-Fc

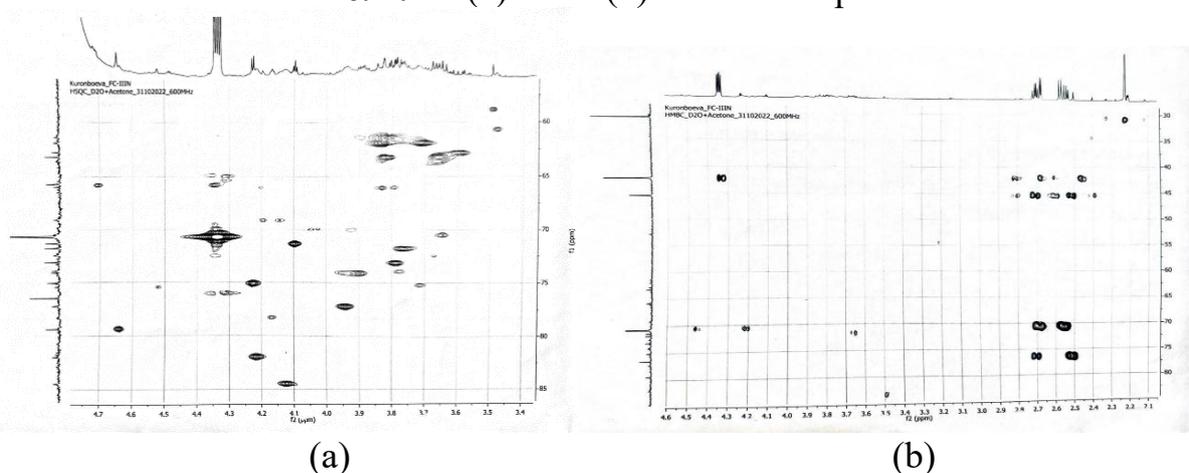


Рис. 3. HSQC (a) и HMBC (b) ЯМР спектры GG-Fc

**Физико-химические свойства пектиновых веществ из листьев *Ficus carica***

Пектиновые вещества (ПВ) из *Ficus carica* представляют собой белые аморфные порошки, полностью растворимые в воде, с вязкостью  $\eta_{уд} = 4.3$  (1.0%, H<sub>2</sub>O). Молекулярная масса пектиновых веществ составляет 67.7 кДа. Количество ПВ и содержание моносахаридов приведены в таблице 2.

**Таблица 2. Физико-химические свойства пектиновых веществ *F. Carica***

ПС	Выход, %	М.м., kDa	Моносахаридный состав и соотношение, ГХ					UAc, %
			Rham	Xyl	Ara	Glu	Gal	
ПВ	10.0	67.7	1.0	1.2	3.5	1.4	4.8	84.4
	$\eta_{уд}$ (с 1%, H <sub>2</sub> O)		Результаты титриметрического анализа, %					
			Ке, %	Кэ, %	Эд, %			
	4.3		2.25	5.85	72.2			

В ИК-спектрах ПВ наблюдаются следующие полосы поглощения: 3460, 1748, 1422, 1370, 1015, 948, 889 см<sup>-1</sup>. Содержание уроновых кислот в ПВ, определенное карбазольным методом составило 84.4% и степень этерификации по результатам титриметрического анализа равна 72.2%, Следовательно, ПВ относится к высокоэтерифицированным пектинам.

ПВ частично гидролизовали в кислой среде (1 н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 4ч, 100°C), в результате чего был получен галактуронан, основная цепь которого состоит из остатков галактуроновой кислоты. В ИК-спектре обнаружены следующие полосы поглощения: 3600–3487 см<sup>-1</sup> (ОН- группа), 1750–1747 см<sup>-1</sup> (COOH) и 830 см<sup>-1</sup> (α- гликозидная связь). Триплет пиранозного кольца ПВ при 910, 875, 830 см<sup>-1</sup> принадлежит остаткам галактуроновой кислоты, что указывает на то, что гликозидные связи при 830 см<sup>-1</sup> находятся в α-положении. Спектры ЯМР <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C галактуронана *Ficus carica* представлены в таблице 3.

**Таблица 3. <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C ЯМР спектры галактуронана *Ficus carica***

Остатки ПС	Химические сдвиги, D <sub>2</sub> O					
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H
→4)- α-D-GalpA-(→	98.8/4.81	68.2/3.95	71.3/4.12	77.8/4.02	67.9/3.90	175.3/-
						52.8/3.81

В <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C ЯМР спектрах галактуронана *Ficus carica* наблюдались сигналы аномеров в области 4.81 и 98.8 м.д. В <sup>13</sup>C ЯМР спектре галактуронана химический сдвиг 77.8 м.д. указывает на 1,4 тип гликозидной связи между остатками галактуроновой кислоты, а интенсивный сигнал 175.3 м.д- на карбоксильной группы (табл. 3).

Таким образом, основная цепь пектиновых веществ листьев *Ficus carica* является α-1→4 галактуронанами и относится к высокоэтерифицированным пектинам.

#### **Водорастворимый полисахарид из листьев *Morus multicaulis***

ВРПС *Morus multicaulis* представляет собой белый порошок, растворимый в воде, с вязкостью в воде η<sub>уд</sub> = 1.3 (1,0%; H<sub>2</sub>O). ИК-спектры ВРПС показали полосы поглощения в областях 3241, 2307, 1570, 1538, 1412, 1236, 1075, 1048, 863, 839, 667 см<sup>-1</sup>. При анализе спиртовых извлечений методом БХ было обнаружено, что они содержат сахарозу и фруктозу. В состав ВРПС в основном входят рамноза, ксилоза, арабиноза, манноза, глюкоза, галактоза и галактуроновая кислота, а уроновые кислоты в его содержании составляют 30.2% (таблица 4).

**Таблица 4. Водорастворимые полисахариды из листьев *Morus multicaulis* и их физико-химические свойства**

ПС	Выход,	М.м.	η <sub>отн</sub> (1%,	Моносахаридный состав и содержание, %	UAc, %
----	--------	------	-----------------------	---------------------------------------	--------

	%	kDa	H <sub>2</sub> O)	Rham	Xyl	Ara	Man	Glu	Gal	
ВРПС	6.9	45	1.3	7.8	9.1	8.45	6.5	10.4	25,35	30.2

ВРПС пропускали через колонку с DEAE-целлюлозой (ОН-форма) и выделяли нейтральные полисахариды (НПС), состоящие из рамнозы, ксилозы, арабинозы, маннозы, глюкозы и галактозы, с выходом 67.9% и кислые полисахариды (КПС), состоящие из рамнозы, ксилозы, арабинозы, маннозы, глюкозы, галактозы и уроновой кислоты, с выходом 18.3%. Водный раствор НПС фракционировали этиловым спиртом и получили четыре фракции. Состав выделенных фракций I, III, IV анализировали методами БХ и ГХ и установили, что они состоят из рамнозы, ксилозы, арабинозы, маннозы, глюкозы и галактозы. Фракция II имела самый высокий выход (32.7%), по данным гель-хроматографией сефадексом G-50 была гомогенной и состоит из глюкозы и галактозы, т.е является глюкогогалактанам и обозначена нами - GG-Mm.

Для определения конфигурации гликозидной связи ацетилованный GG-Mm окисляли хромовым ангидридом в присутствии уксусной кислоты. В гидролизате окисленного продукта методом БХ обнаружили галактозу и глюкозу. Это позволяет предположить, что в макромолекуле GG-Mm моносахариды связаны  $\alpha$ -гликозидными связями.

Для определения гликозидных связей между моносахаридными остатками в макромолекуле GG-Mm было проведено её метилирование по методу Хакомори. Полное метилирование перметилата подтверждается исчезновением в ИК-спектре полос поглощения гидроксильных групп в области 3200–3400 см<sup>-1</sup> и наличием метильных групп в области 1378 см<sup>-1</sup> (рисунок 4).

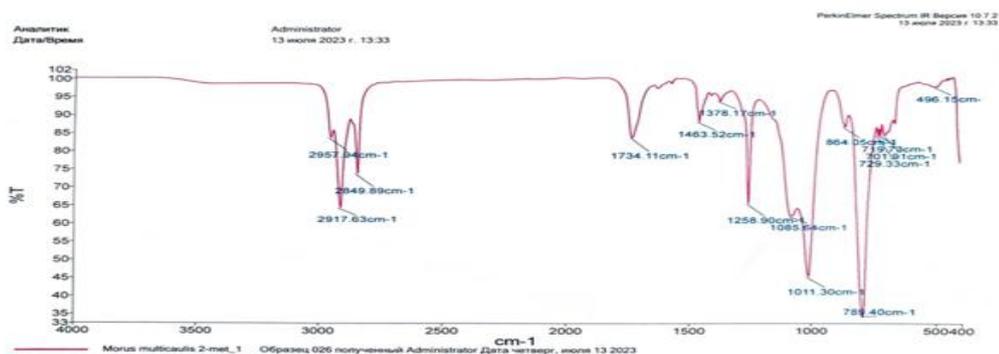


Рис. 4. ИК-спектр метильного продукта GG-Mm

Перметилат подвергали формолизу и гидролизу, восстанавливали NaBH<sub>4</sub>, ацетиловали и анализировали методом газохромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС). В результате были получены метилированные продукты, состоящие из 2,3,4,6-тетра-ОМе-Galp (15,65%), 2,4,6-три-ОМе-Galp (7,39%), 2,6-ди-ОМе-Galp (1,51%) и 2,3,4,6-тетра-ОМе-Glcp (6,51%). Присутствие 2,4,6-три-ОМе-Galp в качестве основного продукта указывает на то, что основная цепь

макромолекулы GG-Mm состоит из остатков 1,3-галактопиранозы. Наличие 2,6-ди-ОМе-Galp указывает на разветвление основной цепи и глюкопираноза присоединена по С-4 к основной цепи в  $\alpha$ -положении.

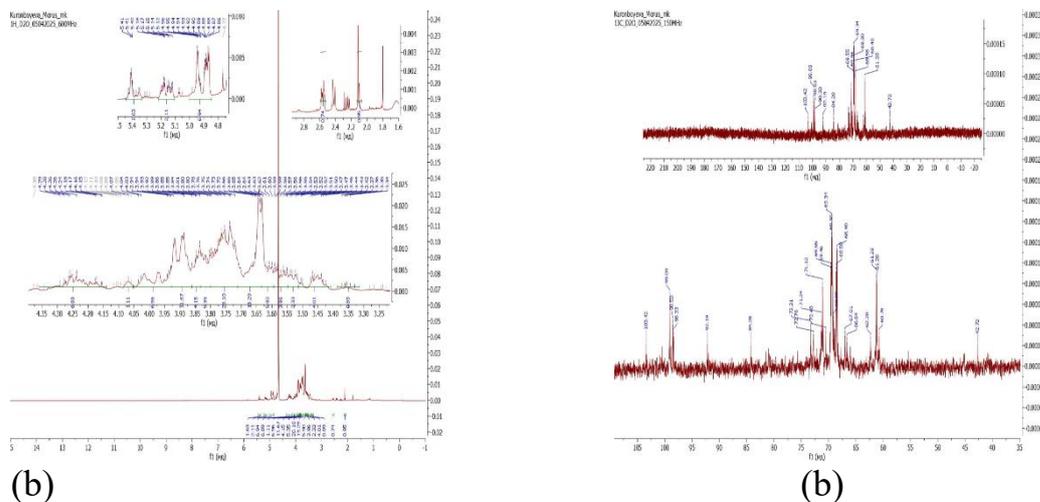


Рис. 5.  $^1\text{H}$  (a) и (b)  $^{13}\text{C}$  ЯМР спектры GG-Mm

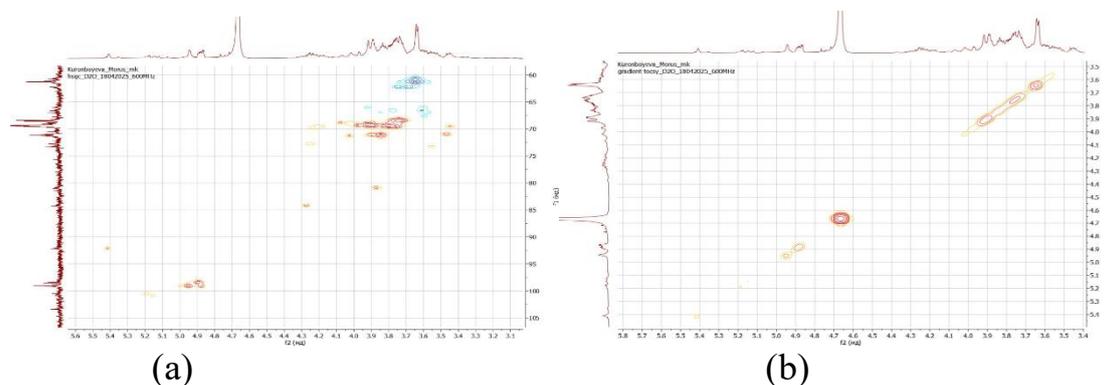


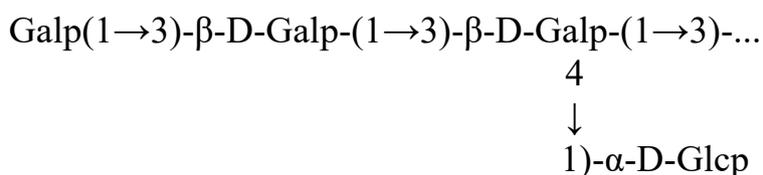
Рис. 6. HSQC(a) и TOCSY (b) ЯМР спектры GG-Mm

Химическая структура GG-Mm была определена с помощью спектроскопии ЯМР  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$ , а также HSQC, TOCSY, HSQC-TOCSY и HMBC. В спектрах  $^1\text{H}$  и  $^{13}\text{C}$  ЯМР были обнаружены интенсивные сигналы протонов и атомов углерода остатков галактопиранозы при следующих химических сдвигах:  $\delta\text{C}/\delta\text{H}$  99.1/4.97 (C-1/H-1), 68.3/3.83 (C-2/H-2), 84.1/4.36 (C-3/H-3), 69.3/3.99 (C-4/H-4), 71.2/3.94 (C-5/H-5) и 61.1/3.74 (C-6/H-6) м.д.

Кроме того, в спектре  $^{13}\text{C}$  ЯМР были обнаружены сигналы в области  $\delta\text{C}$  98.5 и 100.5 м.д., что свидетельствует о наличии остатков  $\alpha$ -галактопиранозы и  $\alpha$ -глюкопиранозы.

Основная цепь глюкогалактана GG-Mm состоит из остатков  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 3 галактопиранозы, что было подтверждено кросс-пиком 5.27 (H-1) / 84.2 (C-3) в спектре HMBC. Сигнал при 81.0 м.д. указывает на остаток глюкозы в боковой цепи.

Таким образом, макромолекула GG-Mm представляет собой слаборазветвлённый полисахарид с  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 3 гликозидными связями. Остаток глюкозы присоединён к атому С-4 галактозы основной цепи и имеет следующее строение:



### Физико-химические свойства пектиновых веществ из листьев *Morus multicaulis*

Пектиновые вещества *Morus multicaulis* представляет собой аморфный порошок кремового цвета, полностью растворимый в воде, с удельной вязкостью  $\eta_{\text{уд}} = 4.04$  (1.0%, H<sub>2</sub>O). Физико-химические показатели и моносахаридный состав ПВ приведены в таблице 5.

**Таблица 5. Физико-химические показатели и моносахаридный состав пектиновых веществ**

ПС	Выход, %	М.м., kDa	Состав и соотношение моносахаридов, ГХ					UAc, %
			Rha	Xyl	Ara	Glu	Gal	
ПВ	11.0	43,0	3.8	3.2	4.7	1.0	5.1	72.6
	$\eta_{\text{отн}}$ (с 1%, H <sub>2</sub> O)		Результаты титриметрического анализа ПВ, %					
	4.04		К <sub>e</sub> , %		К <sub>et</sub> %		Е <sub>D</sub> , %	
			10.35		7.65		42.5	

Согласно результатам титриметрического анализа степень этерификации пектинового вещества составляет 42.5%, что соответствует низкоэтерифицированному пектину. Количество уруновых кислот, определенное карбазольным методом, составило 72.6%.

Пектиновые вещества *M. multicaulis* частично гидролизовали кислотой (1 н. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 4ч, 100°C), в результате чего был получен пектиновый фрагмент, основные цепи которого состоят из остатков рамногалактуронана. В ИК-спектре наблюдались полосы поглощения при 3195, 1750, 950, 889, 810–807 см<sup>-1</sup>. Их наличие было отнесено к остаткам галактуроновой кислоты, что свидетельствовало о том, что гликозидные связи (810–807 см<sup>-1</sup>) находятся в  $\alpha$ -положении.

**Таблица 6. <sup>1</sup>H, <sup>13</sup>C и HSQC ЯМР спектры фрагмента пектина**

Остатки ПС	Химические сдвиги, D <sub>2</sub> O					
	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6
	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H	<sup>13</sup> C / <sup>1</sup> H
→4)- $\alpha$ -D-GalpA-(→	98.8/4.98	76.6/3.92	72.8/3.38	78.0/3.85	71.1/4.10	174.9/-
→2)- $\alpha$ -Rhap-(→	99.2/4.77	76.8/4.0	73.3/3.56	75.3/4.02	70.7/3.80	16.5/1.13

Сигналы пектиновых фрагментов *Morus multicaulis* в <sup>1</sup>H и <sup>13</sup>C ЯМР спектрах представлены в таблице 6. Сигналы аномеров проявлялись при 4.98 м.д., 4.77 м.д., 98.8 м.д. и 99.2 м.д.. Наличие в спектре <sup>13</sup>C ЯМР сигнала 78.0 м.д. соответствует C-4 галактуроновой кислоты, сигнал 76.8 м.д. - C-2 рамнопиранозы. Присутствие карбоксильных групп в ПВ *M. multicaulis*

представлено при 174.9 м.д.. Химические сдвиги в области 16.5/1.13 м.д. обусловлены наличием метильной группы рамнозы.

Таким образом, выделены пектиновые вещества из листьев *Morus multicaulis* и определены их физико-химические свойства. Установлено, что основная цепь пектина *Morus multicaulis* состоит из остатков  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 галактуроновой кислоты и  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 2 остатков рамнопиранозы. Пектиновые вещества *Morus multicaulis* отличаются от *Ficus carica* молекулярной массой, содержанием уроновых кислот, степенью этерификации и наличием гликозидных связей.

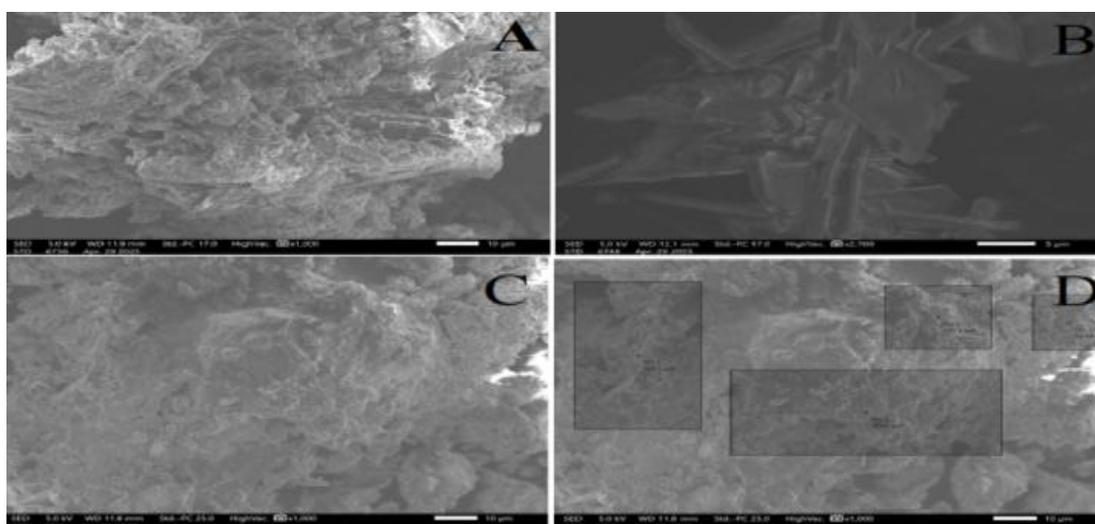
### **Комплекс пектиновых веществ *Morus multicaulis* с аминоксодержащим антигельминтным веществом и их физико-химические свойства**

В настоящее время гельминтозы широко распространены и от этого страдают миллионы людей. В связи с этим была поставлена цель, провести широкие биохимические исследования с полисахаридами, полученными из местного сырья и веществами из группы бензимидазолов, предназначенными для практического использования. В лаборатории технологии синтетических препаратов Института химии растительных веществ АНРУз синтезированы новые аналоги антигельминтных препаратов, обладающих антигельминтной активностью в отношении различных гельминтов сельскохозяйственных животных ацетамизола (АЦ), пропидамизола (Про), альбендазола (Ал) и внедрена в производство новая экономически эффективная промышленная технология их получения. Полученная субстанция, как и вышеперечисленные препараты, плохо растворяется в воде и обладает высокой токсичностью.

В связи с этим к комплексу с пектиновыми веществами, выделенными из растения *Morus multicaulis*, добавляли субстанцию ацетамизола в соотношениях 1:2, 1:5, 1:7 и перемешивали в течение одного часа под воздействием ультразвука. Среди полученных соотношений оптимальным оказалось соотношение 1:2, демонстрирующее высокую растворимость. Полученный комплекс условно назван пектиновым веществом *Morus multicaulis* + ацетамизол (ПВМ+АЦ) и исследован методами ИК-, СЭМ- и ЭДС-спектроскопии.

Согласно ИК-спектра, образование ионной связи между комплексом ПВМ+АЦ происходит в результате ионизации карбоксильной группы (-COOH) пектина до карбоксилат-аниона (-COO<sup>-</sup>) и протонирования аминогруппы или азотистой группы (-NH<sub>2</sub>) ацетамизола до катиона аммония (-NH<sub>3</sub><sup>+</sup>). В ИК-спектре наблюдается сигнал, соответствующий валентному колебанию карбоксильной группы (-COOH) пектина в области 1720 см<sup>-1</sup>. После добавления ацетамизола данный пик смещается к 1626 см<sup>-1</sup>, т.е. наблюдается сдвиг на 94 см<sup>-1</sup>. Это свидетельствует о переходе карбоксильной группы в ионное состояние (-COO<sup>-</sup>) и образовании ионной связи. Также было обнаружено, что валентные колебания группы -NH или протонированной группы -NH<sub>3</sub><sup>+</sup> молекулы ацетамизола уширяются в диапазоне 3217–3295 см<sup>-1</sup>. Это свидетельствует об образовании ионной связи.

Кроме того, были получены изображения комплекса с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) для анализа его микроструктуры и морфологии. Высокое разрешение этого прибора позволяет детально изучать морфологические свойства материала. Для обеспечения оптимального электронного облучения образца напряжение поля было выбрано 5 кВ. Данный параметр позволяет получать достаточно чёткие и контрастные изображения поверхности материала. При исследовании использовалось увеличение в диапазоне 5–10 мкм, что позволяло изучать морфологические особенности при разных размерах. Большое увеличение позволило наблюдать наночастицы и структуру поверхности, а малое увеличение – оценить общую структуру материала. Эти экспериментальные условия позволили наглядно визуализировать морфологические и микроструктурные особенности поверхности пектина из *Morus multicaulis*, кристаллов ацетамизола, и полимерного комплекса пектин + ацетамизол в соотношении 1:2.



**Рисунок 7.** СЭМ результаты комплекса ПВ *Morus multicaulis* с ацетамизолом

А) На изображении представлен образец, состоящий из пористых, плотно упакованных частиц, полученный при напряжении 5 кВ и при увеличении 10 мкм. На снимках также видны волокнистые агрегаты с неровной поверхностью, что указывает на сложную полисахаридную структуру пектина.

В) На изображении показан чистый ацетамизол, полученный при напряжении 5 кВ и при увеличении 5 мкм. На микрофотографиях, кристаллы ацетамизола имеют острые края и пластинчатую форму, что позволяет предположить его кристаллическую природу.

С) На изображении представлен комплекс на основе пектина и ацетамизола, полученный растворением в растворе этилового спирта в кислой среде. Изображение получено при напряжении 5 кВ и при увеличении 10 мкм. Как видно, морфология поверхности комплекса не представлена слоистыми и чёткими кристаллическими формами, что позволяет предположить его аморфную природу. Пектиноподобная морфологическая форма частиц

указывает на возможность включения ацетамизола в пектиновую матрицу и образования комплекса.

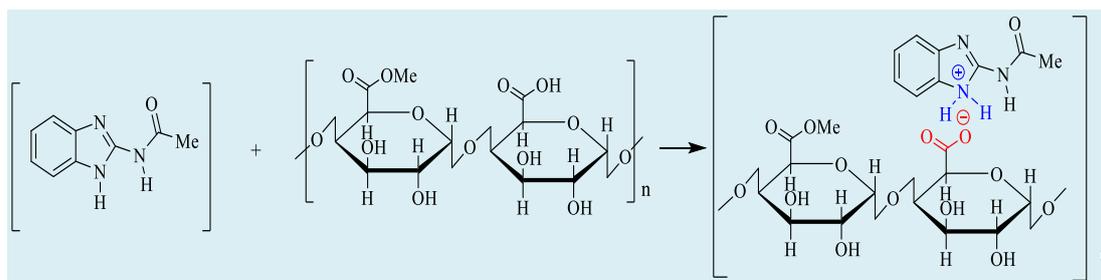
Д) На данном изображении для анализа выбраны четыре зоны (№ 1–4) поверхности комплекса, снятые при увеличении 10 мкм при напряжении 5 кВ. Выделенные области в этих зонах позволяют оценить внутреннюю однородность и распределение фаз.

Для определения состава полученного комплекса и оценки его химических свойств использовался метод энергодисперсионной спектроскопии (ЭДС). Это позволило идентифицировать составляющие элементы и описать их распределение. Для обеспечения оптимальной спектральной точности был выбран диапазон напряжений 20 кВ, что позволило повысить точность анализа тяжелых и легких элементов. Для повышения чувствительности сигнала время получения спектра было установлено равным 50 секундам. Для определения пространственного распределения элементов в материале использовался метод картирования и количество элементов измерялось в выбранных точках. Наличие следующих элементов было определено спектральным анализом поверхности образца и представлено в таблице 7.

**Таблица 7. Элементный анализ комплекса пектина и ацетамизола**

Элемент	Масса %	Атом%	
C	44.78 ± 0.07	52.75 ± 0.08	Пектин и ацетамизол — органические соединения, основной скелет которых состоит из атомов углерода. Эти атомы углерода объединяются (например, с H, O, N), образуя сложные функциональные группы.
N	24.30 ± 0.15	24.55 ± 0.16	Атом N в молекуле ацетамизола обусловлен наличием амидной группы (–NH).
O	21.30 ± 0.10	18.84 ± 0.09	Карбоксильная и гидроксильная группы в пектине обусловлены наличием карбонильной группы в ацетамизоле.
Cl	9.36 ± 0.02	3.74 ± 0.01	Образован в результате использования хлорсодержащего реагента (HCl) при синтезе
Mg	0.11 ± 0.00	0.06 ± 0.00	Из магния в пектине или остатков минералов в воде.
Ca	0.09 ± 0.00	0.03 ± 0.00	Образуется из ионов кальция, естественным образом присутствующих в пектине.

Таким образом, результаты анализа методами СЭМ и ЭДС свидетельствуют о том, что аминогруппа (–NH<sub>2</sub>) ацетамизола вступает в ионное взаимодействие с карбоксильной группой (–COOH) пектина, основанное на протонном обмене. В результате они образуют ионную связь, приводящую к образованию комплексной соли, что объясняется нижеприведенной реакцией.



**Рисунок 8. Образование комплекса из ацетаминола и пектина**  
**Комплекс пектиновых веществ *Morus multicaulis* с антигельминтным**  
**веществом и их биологическая активность**

Антигельминтная активность комплекса ПВМ+АЦ была испытана в Государственном научном центре по контролю качества и оборота ветеринарных лекарственных средств и кормовых добавок при Комитете ветеринарии и развития животноводства Республики Узбекистан, в овцеводческих хозяйствах Аккурганского района (Ташкентская область) и Асакинского района (Андижанская область) на овцах, зараженных спонтанными (природными) гельминтами.

Первоначально были определены водорастворимость и токсичность комплекса ПВМ+АЦ. Установлено, что основное действующее вещество ацетаминол безвредно для лабораторных животных (белые мыши, кролики) в дозах 50, 100, 150 мг/кг. В продолжение исследований, опыты проводились на овцах, естественно зараженных маршаллагриозами, нематодирозами, желудочно-кишечными стронгилоидозами, в дозах 3, 4 и 6 мл/кг. В результате исследования установлено, что комплекс ПВМ+АЦ в дозе 4 мл/кг обладает 50–55% эффективностью при маршаллагриозах, нематодирозах и 60% эффективностью при других желудочно-кишечных стронгилоидозах. При этом в дозе 6 мл/кг комплекс ПВМ+АЦ проявляет 100% эффективность при маршаллагриозах, нематодирозах, желудочно-кишечном стронгилоидозе. Полученные результаты представлены в таблице 8.

**Таблица 8. Сравнительные результаты антигельминтной активности комплекса и сравнение его с субстанцией ацетаминол**

Название	Doza, мг/кг	Показатели действия после применения ПВМ+АЦ		
		желудочно-кишечный стронгилоидоз, %	Нематодироз, %	Маршаллагриоз, %
Ацетаминол	100	60	50	50
	150	100	100	100
ПВМ+АЦ	66	82	75	77
	99	100	100	100

Химиико-фармакологические свойства комплекса ацетаминола с пектином, образованного за счёт ионной связи, существенно отличаются от свойств простого ацетаминола. В результате комплексообразования увеличивается растворимость ацетаминола в воде, что улучшает его всасывание через

биологические мембраны и пролонгирует терапевтический эффект. По результатам эксперимента, антигельминтная активность ацетамизола в составе комплекса увеличилась в 1,5 раза по сравнению с простым ацетамизолом, что свидетельствует о повышенной фармакологической эффективности комплексной формы.

В заключение следует отметить, что комплекс на основе пектина повышает растворимость и фармакокинетическую стабильность ацетамизола. Это приводит к увеличению срока хранения препарата в организме и усилению его антигельминтной активности. Поэтому комплексы на основе пектина являются одним из перспективных направлений создания эффективных лекарственных форм.

### **Биологическая активность водорастворимых полисахаридов *Ficus carica***

В настоящее время большое внимание уделяется изучению биологически активных полисахаридов, полученных из лекарственных растений. В связи с этим были выделены водорастворимые полисахариды из *Ficus carica* и исследована противовоспалительная активность в отделе фармакологии и токсикологии Института химии растительных веществ АН РУз.

Противовоспалительное действие водорастворимого полисахарида (ВРПС) *Ficus carica* изучалось в сравнении с широко применяемыми в настоящее время в медицинской практике препаратами кетопрофен и диклофенак натрия на мышцах-самцах массой тела 18-20 г и 180-200 г.

Вещество вводили перорально в желудок в дозах 25.0, 50.0, 100.0, 150.0, 200.0 мг/кг с помощью атравматической металлической трубки в течение 10 суток. Согласно полученным результатам, наиболее высокую противовоспалительную активность проявила в дозах для ВРПС *Ficus carica* 100.0–150.0 мг/кг (45.8–58.1%), кетопрофена (1.0–5.0–10 мг/кг) (52,9–71,8–54,9%) и диклофенака натрия (8.0–10.0 мг/кг) (50.8–44.1%), что свидетельствует о наличии противовоспалительной активности.

Таким образом, водорастворимые полисахариды *Ficus carica* проявляют одновременно анальгезирующее, жаропонижающее и противовоспалительное действие и в перспективе могут быть использованы в медицинской практике в качестве БАД.

### **Гипогликемическая активность водорастворимых полисахаридов из листьев *Morus multicaulis***

В последние годы возрос интерес к разработке противодиабетических препаратов на основе растительных полисахаридов. С этой целью были изучены острая токсичность и гипогликемическая активность водорастворимого полисахарида из листьев *Morus multicaulis*. На основании полученных результатов установлено, что полисахарид практически безвреден, поскольку при дозах 1000; 2000; 3000; 4000 и 5000 мг/кг летальных исходов не наблюдалось. Процесс алиментарной гипергликемии обычно приводит к повышению уровня сахара в крови при поступлении в организм извне углеводовсодержащих соединений. Инсулин, вырабатываемый поджелудочной

железой, играет важную роль в поддержании уровня сахара в крови в пределах нормы. Учитывая нормальный углеводный обмен, наблюдаемый у человека, подопытным белым крысам вводились повышенные дозы глюкозы и по истечению 30, 60, 90 и 120 минут определяли уровень сахара в крови. Результаты были проанализированы с использованием статистических методов.

Результаты исследования показали, что водорастворимый полисахарид в дозах 50, 80, 100, 120 и 150 мг/кг снижал уровень сахара в крови на 95, 82, 55, 58 и 48% соответственно по сравнению с контрольной группой и не уступал препарату сравнения Асформину.

Таким образом, на основании полученных данных установлено, что водорастворимые полисахариды листьев *Morus multicaulis*, проявляют гипогликемическую активность.

### Выводы

1. Впервые из растений *Ficus carica* и *Morus multicaulis*, произрастающих в Узбекистане, выделены водорастворимые полисахариды, пектиновые вещества и гемицеллюлозы. Их состав и строение доказаны химическими и спектральными методами.

2. Впервые обнаружено, что полисахариды растений *Ficus carica* (GG-Fc) и *Morus multicaulis* (GG-Mm) состоят из глюкогалактанов. Основная цепь макромолекулы GG-Fc состоит из остатков галактозы, связанных  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3 гликозидными связями, остатки глюкозы соединены  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3,  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4,  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 6 гликозидными связями. Макромолекула GG-Mm представляет собой слаборазветвлённый полисахарид с  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 3 гликозидными связями. Остаток глюкозы присоединён к атому С-4 галактозы основной цепи.

3. Из листьев *Ficus carica* был выделен высокоэтерифицированный пектин, и было обнаружено, что его основная цепь состоит из  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 галактуронана.

4 Из листьев *Morus multicaulis* был выделен низкоэтерифицированный пектин, и было установлено, что его основная цепь состоит из рамногалактуронана.

5. Водорастворимый полисахарид, выделенный из *Ficus carica*, проявил высокую противовоспалительную активность и был рекомендован для использования в качестве БАД в медицинской практике.

6. Водорастворимый полисахарид *Morus multicaulis* проявил высокую антидиабетическую активность при диабете II типа. На основании полученных данных создана возможность разработки водорастворимой биологически активной добавки (БАД).

7. Впервые разработана альтернативная технология производства водорастворимого комплекса на основе пектина *Morus multicaulis* и ацетамизола. Установлено, что данный комплекс показал высокие результаты в борьбе с маршаллагриозами, нематодирозами, желудочно-кишечными стронгилоидозами овец, превосходя ацетамизол в полтора раза по эффективности и положительные результаты утверждены Комитетом ветеринарии и развития животноводства Республики Узбекистан.

**SCIENTIFIC COUNCIL DSc. 02/30.01.2020. K/T.104.01  
ON AWARDING SCIENTIFIC DEGREES  
AT THE INSTITUTE OF CHEMISTRY OF PLANT SUBSTANCES**

---

**INSTITUTE OF THE CHEMISTRY OF PLANT SUBSTANCES**

**QURONBOYEVA MOKHINUR**

**STRUCTURE OF POLYSACCHARIDES FROM *FICUS CARICA* AND  
*MORUS MULTICAULIS* PLANTS AND THEIR BIOLOGICAL ACTIVITIES**

**02.00.10-Bioorganic chemistry  
DISSERTATION ABSTRACT**

**of the doctor of philosophy (PhD) on chemical sciences**

**Tashkent – 2025**

**The title of the dissertation of the doctor of philosophy (PhD) has been registered by the Supreme Attestation Commission at the Ministry of Higher Education, Science and Innovations of the Republic of Uzbekistan with registration numbers of B2024.4.PhD/K891.**

The dissertation has been prepared at the Institute of the Chemistry of Plant Substances.

The abstract of the dissertation is posted in three (uzbek, russian, english (resume)) languages on the website of the Scientific Council ([www.uzicps.uz](http://www.uzicps.uz)) and on the website of “Ziyonet” information and educational portal ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)).

**Scientific supervisor:** **Zhauynbaeva Klara Sagindikovna,**  
Candidate of Chemical Sciences, Senior Researcher

**Official opponents:** **Shomurotov Shavkat Abduganiyevich**  
Doctor of Chemical Sciences

**Normakhamatov Nodirali Sakhobataliyevich**  
Doctor of Chemical Sciences

**Leading organization:** **National University of Uzbekistan**

The defense of the dissertation will take place on “\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2025 year at \_\_\_\_\_ at the Meeting of the Scientific council DSc.02/3001.2020.K/T.104.01 of the Institute of Chemistry of Plant Substances (registered for № \_\_\_\_). (Address: 100170, Tashkent, 77 Mirzo-Ulugbek street. Phone: 262-59-13, Fax: (99871) 262-73-48). e-mail [plant\\_inst@icps.org.uz](mailto:plant_inst@icps.org.uz), [ixrv@mail.ru](mailto:ixrv@mail.ru).

The dissertation has been registered at the Information Resource Centre of the Institute of the Chemistry of Plant Substances (Address: 100170, Tashkent, 77 Mirzo-Ulugbek street. Phone: (99871) 262-59-13, Fax: (99871) 262 73 48), e-mail: [nhidirova@yandex.ru](mailto:nhidirova@yandex.ru)).

Abstract of the dissertation is distributed on «\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2025.  
(Protocol at the register № \_\_\_\_ dated \_\_\_\_\_ 2025)

**Sh. Sh. Sagdullayev**

Chairman of Scientific Council on awarding  
of scientific degrees, doctor of technical sciences,  
academician

**N. K. Khidirova**

Secretary scientific of Scientific Council on awarding  
of Scientific degrees, candidate of chemical sciences,  
senior researcher

**E. Kh. Botirov**

Chairman of Scientific seminar under Scientific Council  
on awarding of scientific degrees, doctor of chemical sciences,  
professor

## INTRODUCTION (abstract of Doctor of (PhD) thesis)

**The aim of the study** is to isolate polysaccharides from the leaves of *Ficus carica* and *Morus multicaulis* plants growing in Uzbekistan and to determine their properties, structure, and biological activity.

**The objects of the research work** are the leaves of *Ficus carica* and *Morus multicaulis* plants growing in Uzbekistan.

**The scientific novelty of the study is as follows:**

For the first time, water-soluble polysaccharides, pectin substances and hemicelluloses were isolated from the leaves of the local plants *Ficus carica* and *Morus multicaulis*, which belong to the *Moraceae* family.

For the first time, it has been discovered that the polysaccharides of the plants *Ficus carica* (GG-Fc) and *Morus multicaulis* (GG-Mm) consist of glucogalactans.

The main chain of the GG-Fc macromolecule is composed of galactose residues linked by  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3 glycosidic bonds, while glucose residues are connected via  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3,  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4, and  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 6 glycosidic bonds.

The GG-Mm macromolecule is a slightly branched polysaccharide with  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 3 glycosidic bonds. A glucose residue is attached to the C-4 atom of the galactose in the main chain;

Partial acid hydrolysis of pectic substances from *Ficus carica* and *Morus multicaulis* revealed that the main chain of pectin in *Ficus carica* consists of  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4-galacturonan, while the main chain of pectin in *Morus multicaulis* consists of rhamnogalacturonan;

It has been found that a water-soluble polysaccharide isolated from the *Ficus carica* plant has anti-inflammatory activity, and a water-soluble polysaccharide from the *Morus multicaulis* plant has high activity against type II diabetes;

For the first time, alternative conditions for obtaining a water-soluble complex of acetamizole with a pectin substance isolated from the *Morus multicaulis* plant have been developed. It was found that the pectin substance from the *Morus multicaulis* plant has a low degree of etherification, a high content of free carboxyl (COOH) groups, and that it forms a complex with acetamizole through ionic bonds, as proven by IR, SEM and EDS methods.

**Introduction of research results.** Based on the scientific results obtained on the determination of water-soluble polysaccharides, pectin substances, their macromolecular structure and biological properties isolated from the leaves of *Ficus carica* and *Morus multicaulis* plants:

it was first determined that the polysaccharides of *Ficus carica* (GG-Fc) and *Morus multicaulis* (GG-Mm) plants consist of glucogalactans. The main chain of the *Ficus carica* (GG-Fc) macromolecule consists of  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3 galactose residues, and the glucose residues in it consist of  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 3,  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 4,  $\beta$ -1 $\rightarrow$ 6 glycosidic bonds. The GG-Mm macromolecule is a low-branched polysaccharide, the main chain of which consists of  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 3 galactose residues. The glucose residue in the side chain is explained by the fact that the galactose residue in the main chain is attached to the C-4 atom of the main chain;

as a result of partial acid hydrolysis of the pectin substances of *Ficus carica* and *Morus multicaulis*, it was determined that the main chain consists of  $\alpha$ -1 $\rightarrow$ 4 galacturonan, and the main chain of the *Morus multicaulis* pectin substance consists of rhamnogalacturones;

it was found that the water-soluble polysaccharide isolated from the *Ficus carica* plant exhibits high anti-inflammatory activity, and the water-soluble polysaccharide from the *Morus multicaulis* plant exhibits high anti-type II diabetes activity;

for the first time, alternative conditions for obtaining a water-soluble complex of the pectin substance isolated from the *Morus multicaulis* plant with the acetamizole substance were developed. It was found that the pectin substance from the *Morus multicaulis* plant has a low degree of etherification, a high content of free carboxyl (COOH) groups in its content, and it was proven by IR, SEM, EDS methods that it forms a complex with acetamizole through ionic bonds.

**The structure and volume of the thesis.** The dissertation consists of an introduction, three chapters, a conclusion, a list of references and an appendices. The volume of the thesis is 85 pages.

## ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ

### LIST OF PUBLISHED WORKS

#### I bo'lim ( часть I; part I )

1. Kuronboeva M.O., Zhauynbaeva K.S. Pectin Substances from Leaves of *Ficus carica* and *Morus multicaulis*. //Chemistry of Natural Compounds -Springer, USA.-2023-Vol.59, P.822–823<https://doi.org/10.1007/s10600-023-04125-1>. (02.00.00.№1).
2. Kuronboeva M.O., Zhauynbaeva K.S., Rakhmanberdyeva R.K., Mirzaeva M.R. Structure of glucogalactan from leaves of *Ficus carica*// Chemistry of Natural Compounds, -Springer, USA.-2025-Vol. 61, №. 2, P.185-187. DOI 10.1007/s10600-025-04614-5 (02.00.00. №1).
3. Куронбоева М.О., Жауынбаева К.С., Эгамова Ф.Р., Ибрагимов М.Б. // Изучение противодиарейной активности пектиновых веществ листьев *Morus multicaulis*, Фармацевтика журналы, Ташкент-2023-№3, с.75. (02.00.00. №2)
4. Жауынбаева К.С., Абдуразаков А.Ш., Йўлдошев Н.Э., Рахманбердыева Р.К., Куронбаева М.А., Қодиралиева Ф.А., Сиддикова А.А. //Композиции антигельментных препаратов с полисахаридами, Фармацевтика журналы, Ташкент -2024-№4, с.105 (02.00.00. №2)
5. Ибрагимов М.Б., Исламова Ж.И., Эгамова Ф.Р., М.О. Куронбоева, К.С. Жауынбаева, // Сравнительные изучение противодиарейной активности пектиновых веществ полученных из *Morus multicaulis* и *Ficus carica* «Журнал теоретической и клинической медицины», Ташкент-2023- №6, с.41.(03.00.00. №4)

#### II бўлим (II часть; II part)

6. Kuranboeva M.A., Jauinbaeva K.S., Rakhimov D.A., Polysaccharides of *Ficus carica* leaves Actual problems of the chemistry of natural compounds. March 17, Tashkent 2022, p.85.
7. Куранбоева М.А., Жауынбаева К.С., Рахимов Д.А., Республика илмий-техникавий анжуманларнинг материаллари туплами, 28-29 сентябрь, Ташкент 2022, б. 71
8. Kuronboeva M.A., Zhauynbaeva K.S., Azamatov A.A., Tursunkhodzhaeva F.M. // Polysaccharides of *Ficus carica*, Actual problems of the chemistry of natural compounds, Abstracts March 15-16, Tashkent 2023, p.169
9. Куранбоева М.А., Жауынбаева К.С., Рахимов Д.А. «Гемицеллюлозы *Ficus carica* и *Morus multicaulis* » Prospects for the development of cellulose and its derivatives may 16-17<sup>th</sup>, Tashkent 2023, p.144
10. Куранбоева М.А., Жауынбаева К.С. “Водорастворимые полисахариды *Ficus carica* // Материалы международной недели инновационных инсайтов под лозунгом «Формируя будущее науки и техники» в рамках молодежной конференции на тему « Роль молодежи в развитии науки и образования нового Узбекистана» 23 октября, 1-3 ноября Ташкент 2023, с.228
11. Ибрагимов М.Б., Эгамова Ф.Р., Куранбоева М.А., Жауынбаева К.С. “Противодиарейная активность пектиновых веществ полученных из *Morus*

*multicaulis* // International scientific conference of young scientists, Science and innovation Tashkent 2023, с.83

12. Куранбоева М.А., Жауынбаева К.С., Саноев З.И., Абдиназаров И.Т., Хамроев Т.Т. “Гипогликемическая активность водорастворимого полисахарида листьев *Morus multicaulis*”.VIII International scientific and practical conference “Abu Ali Ibn Sino and innovations in modern pharmaceuticals” April 24<sup>th</sup> 2025 Tashkent, p.303

13. Abduraimov I.M., Quronboyeva M.O., “Structure of polysaccharides of *Ficus carica* and *Morus multicaulis* plants, their biological activities” Scientific potential of talented youth in pharmacy. May 2, 2025 Tashkent p.177

Avtoreferat “Kimyo va kimyo texnologiyasi” jurnali tahririyatida tahrirdan o‘tkazildi.

Bosishga ruhsat etildi: 28.07.2024