

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

---

**XORAZM MA‘MUN AKADEMIYASI**

**MATMURATOV BAXTISHOD YANGIBOYEVICH**

**GLITSIRRIZIN KISLOTASI VA UNING TUZLARI BILAN AYRIM  
SITOKININLARNING SUPRAMOLEKULYAR KOMPLEKSLARINI  
OLISH HAMDA ULARNING BIOLOGIK FAOLLIGI**

**02.00.10 – Bioorganik kimyo**

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

**Farg‘ona – 2023**

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

**Matmuratov Baxtishod Yangiboyevich:**

Glitsirizin kislotasi va uning tuzlari bilan ayrim sitokininlarning supramolekulyar komplekslarini olish hamda ularning biologik faolligi..... 3

**Матмуратов Бахтишод Янгибоевич:**

Получение супрамолекулярных комплексов глицирризиновой кислоты и ее солей с некоторыми цитокинами и их биологическая активность..... 21

**Matmuratov Bakhtishod Yangiboevich:**

Obtaining supramolecular complexes of Glycyrrhizic acid and its salts with some Cytokinins and their biological activity..... 41

**E'lon qilingan ishlar ro'yxati**

Список опубликованных работ  
List of published works..... 45

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

---

**XORAZM MA‘MUN AKADEMIYASI**

**MATMURATOV BAXTISHOD YANGIBOYEVICH**

**GLITSIRRIZIN KISLOTASI VA UNING TUZLARI BILAN AYRIM  
SITOKININLARNING SUPRAMOLEKULYAR KOMPLEKSLARINI  
OLISH HAMDA ULARNING BIOLOGIK FAOLLIGI**

**02.00.10 – Bioorganik kimyo**

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

**Farg‘ona – 2023**

**Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi mavzusi O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Oliy attestatsiya komissiyasida B2022.4.PhD/K500 raqam bilan ro‘yxatga olingan.**

Dissertatsiya ishi Xorazm Ma‘mun akademiyasida bajarilgan.

Dissertatsiya avtoreferati uch tilda (o‘zbek, rus va ingliz (rezyume) Ilmiy kengash web-sahifasi ([www.fdu.uz](http://www.fdu.uz)) hamda «Ziyonet» Axborot-ta‘lim portalida ([www.ziyonet.uz](http://www.ziyonet.uz)) joylashtirilgan.

<b>Ilmiy rahbar:</b>	<b>Matchanov Alimjon Davlatboyevich</b> kimyo fanlari doktori, professor
<b>Rasmiy opponentlar:</b>	<b>Aripova Salimaxon Fazilovna</b> kimyo fanlari doktori, professor <b>Abdulladjanova Nodira Gulomjonovna</b> kimyo fanlari doktori, professor
<b>Yetakchi tashkilot:</b>	<b>O‘zbekiston milliy universiteti</b>

Dissertatsiya himoyasi Farg‘ona davlat universiteti huzuridagi PhD.03/30.12.2019.K.05.01 raqamli Ilmiy kengashning 2023 yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ soat \_\_\_ dagi majlisida bo‘lib o‘tadi (Manzil: 150100, Farg‘ona sh., Murabbiylar ko‘chasi, 19. Tel.: (99873) 244 44 02, faks (99873) 244-44-93).

Dissertatsiya bilan Farg‘ona davlat universiteti Axborot-resurs markazida tanishish mumkin (\_\_\_\_ raqami bilan ro‘yhatga olingan). (Manzil: 150100, Farg‘ona sh., Murabbiylar ko‘chasi., 19. Tel.: (99873) 244 44 02, faks (99873) 244-44-93).

Dissertatsiya avtoreferati 2023 yil «\_\_\_» \_\_\_\_\_ da tarqatildi.

(2023 yil \_\_\_\_\_dagi \_\_\_ raqamli reestr bayonnomasi)

**V.U. Xo‘jayev**  
Ilmiy daraja beruvchi  
ilmiy kengash raisi, k.f.d., professor

**M.Y. Imomova**  
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy  
kengash ilmiy kotibi,  
kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)

**SH.V. Abdullaev**  
Ilmiy daraja beruvchi ilmiy kengash  
qoshidagi ilmiy seminar raisi, k.f.d., professor

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

**Dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va zarurati.** Bugungi kunda dunyo miqyosida o‘simliklardan olinadigan oziq-ovqat mahsulotlarining sifatini yaxshilash va yetishtirishda samarali biostimulyatorlar yaratish kimyogarlar oldidagi dolzarb mavzulardan biri hisoblanadi. Ammo, hozirgi kunda qishloq xo‘jaligi ekinlari hosildorligi va sifatini oshirish maqsadida turli xil kimyoviy preparatlarni (pestitsidlar, fungitsidlar va akoridtsidlar) keng qo‘llanilganligi mahsulot sifatiga salbiy ta‘sir ko‘rsatmoqda. Shu tufayli ekologik toza, nojo‘ya ta‘sirlarga ega bo‘lmagan tabiiy biologik faol moddalar asosida yaratilgan biostimulyatorlardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

Dunyoda o‘simliklar tarkibidan biologik faol moddalar ajratib olinib, ularni o‘simliklarning o‘sishi, hosildorligi va mahsulot sifatini oshirishga ta‘sir etish mexanizmlarini aniqlash bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda. Bu borada o‘simlikning ichki to‘qimalarida tashqi signallar retseptorlari funksiyasini bajaruvchi sitokininlardan (adenin va kinetin) foydalanish supramolekulyar komplekslarni qishloq xo‘jaligida biostimulyator sifatida keng qo‘llash, sitokininlar ta‘sirida o‘simlik hujayrasi tarkibidagi fermentlar faollashib, membrananing barqarorlik darajasi kuchayadi, natijada moddalar almashinuviga ijobiy ta‘sir qilib, o‘simlikning tashqi stress omillarga nisbatan chidamliligi ortishiga alohida e‘tibor qaratilmoqda.

Respublikamizda boshqoqli-don ekinlarning hosildorligini oshirish va sifatini yaxshilashda ilmiy va innovatsion yutuqlar amaliyotga joriy etilib, tabiiy biologik faol moddalar asosida olingan ekologik xavfsiz birikmalardan foydalanishga alohida e‘tibor qaratilmoqda. O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasining 4-yo‘nalishida va Prezidentning Farmoni<sup>1</sup> hamda “Ilmiy tadqiqot va innovatsiya faoliyatini rag‘batlantirish, ilmiy va innovatsiya yutuqlarini amaliyotga joriy etishning samarali mexanizmlarini yaratish” bo‘yicha muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu boradagi vazifalarni amalga oshirishda tabiiy biologik faol moddalardan foydalanib boshqoqli-don ekinlarning hosildorligi va sifatini ta‘minlash muhim ahamiyat kasb etadi.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2016 yil 24 oktyabrdagi PQ-2640-sonli «O‘simliklarni himoya qilish va qishloq xo‘jaligiga agrokimyoviy xizmatlarni ko‘rsatish tizimini takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 17 apreldagi PF-5418-son «Qishloq va suv xo‘jaligi davlat boshqaruv tizimini tubdan takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi, 2019 yil 17 iyundagi PF-5742-son «Qishloq xo‘jaligida yer va suv resurslaridan samarali foydalanish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi Farmonlari, O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2020 yil 8-sentyabrdagi 546-son «2021 yilda boshqoqli-don yetishtirish chora tadbirlari to‘g‘risida»gi qarori hamda mazkur faoliyatiga tegishli boshqa meyoriy-huquqiy

---

<sup>1</sup>O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 28.01.2022 y. PF-60-son "2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida"gi Farmoni

hujjatlarda belgilangan vazifalarni amalga oshirishga ushbu dissertatsiya tadqiqoti muayyan darajada xizmat qiladi.

**Tadqiqotning respublika fan va texnologiyalari rivojlanishining asosiy ustuvor yo'nalishlariga mosligi.** Mazkur tadqiqot respublika fan va texnologiyalar rivojlanishining V. «Qishloq xo'jaligi, biotexnologiya, ekologiya va atrof-muhitni muhofazasi» ustuvor yo'nalishiga muvofiq bajarilgan.

**Muammoning o'rganilganlik darajasi.** Bugungi kunga kelib dunyoning ko'plab ilmiy tadqiqot markazlarida qator kimyoviy preparatlarning o'simliklar o'sishi va rivojlanishiga ta'siri tadqiq qilinmoqda. Ularning hosildorligini oshirishda tashqi omillar ta'sirini biologik faol moddalar yordamida boshqarish bo'yicha bir qator tashkilotlar, jumladan qurg'oqchil yerlarda qishloq xo'jaligi tadqiqotlari xalqaro markazi (ICARDA), Birlashgan Millatlar Tashkilotining oziq-ovqat va qishloq xo'jalik tashkiloti (FAO), Angliya (Glastron, 1999), Avstraliya (Sergey Shabala va b., 2009, Leonard va Szabo, 2005), Yaponiya (Takeuchi 1992, Hirai, 1991, Kamuro, 1992, Kondo, 1996) va Washington davlat universitetida (AQSH) olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijalarida o'z aksini topgan. Shuningdek, Mustaqil davlatlar hamdo'stligi mamlakatlarida steroidli glikozidlarni o'simliklardagi moddalar almashinuvi, hosildorligi, patogen va tashqi ekstremal omillarga chidamliligiga ta'siri kabi fiziologik xususiyatlari N.L.Radyukina va b., (2009), F.M.Shakirova (2001, 2006), P.K.Kintya (1993), A.G.Jakote (1993,1997), A.F.Kirilov (2002, 2008), G.V.Shishkanu (2008), L.Fizer (1986), G.A.Karpovalar (2008) tomonidan bir qancha ilmiy tadqiqotlarda o'rganilgan.

Respublikamizda ham ushbu yo'nalish bo'yicha samarali ilmiy-tadqiqot natijalarga erishilgan. Jumladan, O'zR FA Bioorganik kimyo instituti va O'simlik moddalari kimyosi instituti olimlari D.N.Dalimov, A.A.Axunov, X.M. Shaxidoyatov, X.A.Abduazimov, A.D.Matchanov, M.B.Gafurov, H.H.Qushiyevlar tomonidan glitsirizin kislotasi (GK) ning turli xil hosilalarining kompleks birikmalari, g'o'zaning bargi polifenollari asosida olingan biostimulyatorlar tibbiyot hamda qishloq xo'jaligi amaliyotiga tadbiiq etilgan.

Biroq bu yo'nalishda ko'plab tadqiqotlar olib borilgan bo'lishiga qaramasdan, glitsirizin kislotasi va uning tuzlarini sitokinlar bilan supramolekulyar komplekslari olinmagan va tibbiyot hamda qishloq ho'jaligiga tadbiiq etilmagan. Bunday tadqiqotlar olingan supramolekulyar komplekslarni qishloq xo'jaligida biostimulyator sifatida keng qo'llanilishi uchun asos bo'lib xizmat qilishi mumkin.

**Dissertatsiya tadqiqotining dissertatsiya bajarilgan ilmiy-tadqiqot muassasasining ilmiy-tadqiqot ishlari rejalari bilan bog'liqligi.** Xorazm Ma'mun akademiyasining «Xorazm viloyati sharoitida dorivor o'simliklarni o'stirish va ular asosida biologik faol qo'shimchalar ishlab chiqish» mavzusida va Yuqori texnologiyalar markazida "Shirinmiya ildizi ekstraksiyasi hosilalarini fizik-kimyoviy tadqiq qilish" mavzusidagi amaliy loyihalar doirasida bajarilgan.

**Tadqiqotning maqsadi:** GK va uning tuzlarining sitokinlar bilan turli xil molyar nisbatlardagi suvda eruvchan supramolekulyar komplekslarini olish hamda ularning biologik faolliklarini o'rganishdan iborat.

### **Tadqiqotning vazifalari:**

-texnik glitsirizin kislotasidan toza holatdagi GK va uning tuzlarini ajratib olish hamda ularni adabiyot ma'lumotlar bilan taqqoslab identifikatsiya qilish;

-GK va uning tuzlarini adenin hamda kinetin bilan turli xil molyar nisbatlardagi suvda eruvchan supramolekulyar komplekslarini olish, ularning fizik-kimyoviy va spektral xususiyatlarini o'rganish;

-kompleks birikmalarning reologik xususiyatlari asosida barqarorlashtiruvchi kuchlar tabiatini o'rganish, barqarorlik konstantalari va Gibbs erkin energiyasi qiymatlarini aniqlash;

-kukunli difraktometriya usuli yordamida supramolekulyar komplekslarning kristallik darajasini o'rganish;

-kompleks birikmalarning boshqoli don o'simliklari unuvchanligi, sifati, to'yimlilik darajasi hamda tarkibidagi makro-mikroelementlar miqdoriga ta'sirini o'rganish;

-kompleks birikmalarning boshqoli don o'simliklariga biostimulyatorlik ta'siri natijasida maqbul kontsentratsiyali eritmalarini dala sharoitida qo'llash va unga tavsiyalar ishlab chiqish.

**Tadqiqotning ob'ekti sifatida** shirinmiya o'simligi (*Glycyrrhiza glabra* L.) ildizidan olingan glitsirizin kislotasi va uning tuzlari, sitokininlar (adenin, kinetin) hamda ularning supramolekulyar komplekslari, tritikalening "Sardor" va yumshoq bug'doyning "Krasnodar 99" navlari tanlangan.

**Tadqiqotning predmeti** GK va uning tuzlari asosida adenin, kinetinning supramolekulyar komplekslarini olish, ularning tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalari va biologik faolligini aniqlashdan iborat.

**Tadqiqotning usullari.** Tadqiqot ishida kimyoviy (ekstraksiya, tozalash, cho'ktirish, qayta kristallash, titrlash, gidroliz, neytrallash), zamonaviy instrumental usullar Ultrabinafsha (UB) va Infracizil (IQ) spektroskopiya, yuqori samarali suyuqlik xromatografiya (YUSSX) usuli, kukunli difraktometriya, induktiv bog'langan plazmalı-mass spektrometriya (IBP MS), YUSSX mass-spektrometriyasi (YUSSX MS), biokimyoviy, fiziologik, axborot-kompyuter tahlil usullaridan foydalanildi. Olingan natijalarni statistik qayta ishlash Excel 2003 (Microsoft Office; AQSh) va Origin Pro v. 8.5 SR1 (EULA, Northampton, MA 01060-4401, AQSh) dasturlaridan foydalanildi.

**Tadqiqotning ilmiy yangiligi** quyidagilardan iborat:

glitsirizin kislotasi va uning tuzlari asosida adenin va kinetinning turli xil molyar nisbatlardagi 30 ta supramolekulyar kompleks birikmalari olingan va ularning spektral hamda reologik xususiyatlarini o'rganish asosida, komplekslarni barqarorlashtiruvchi kuchlar vodorod bog'lari, gidrofob-gidrofob, ion-dipol' ( $-\text{NH}_3^+\cdots\text{O}-\text{H}$ ,  $\text{NH}^+\cdots\text{OH}^-$ ) hamda elektrostatik ( $-\text{COO}^-\cdots^+\text{NH}_3^+$ ) ta'sirlashuvlar ekanliklari isbotlangan hamda barqarorlik konstantalari va Gibbs erkin energiya qiymatlari fosfatli bufer muhitlarida o'rganilganda, mazkur komplekslarning sho'rlanish sharoitida ham barqaror ekanligi aniqlangan;

ilk bor kukunli difraktometriya usuli yordamida supramolekulyar komplekslarning kristallanish darajasi, hajmi va tomonlari uzunliklari o'rganilganda kristall panjara shakli monoklinik shakldan tetragonal shaklga o'tishi va natijada kompleks hosil bo'lishi natijasida ularning kristallik darajasi va shakli o'zgarishi isbotlangan;

supramolekulyar komplekslarning IQ spektroskopiya tahlili natijalari va mass-spektrlaridagi asosiy molekulyar ionlardan tashqari dastlabki moddalarning monomer, dimer hamda trimerlariga tegishli molekulyar ion signallari bilan birga  $[M^{GK}+M^{Sitoknin}+H]^+$  va  $[2M^{GK}+M^{Sitokitin}+H]^+$  larga tegishli ionlarning kuzatilishi asosida komplekslarda GK va sitokinin molekulari o'zaro nokovalent ta'sirlashuvlar hisobiga muvofiqlashganligi isbotlangan;

olingan supramolekulyar komplekslarning ta'sirida "Krasnodar 99" bug'doy navining unish-rivojlanish jarayonida  $\alpha$ -amilaza fermenti faolligi ortganligi, don tarkibidagi umumiy oqsillar miqdori boshqalariga nisbatan GKUKT:adenin 9:1 kompleksi ta'sirida 27,39% ga oshganligi aniqlangan va donlar tarkibidagi makro va mikro-elementlarning miqdori nazoratga nisbatan qiyosiy o'rganilganda, Ca 7-8%, Fe 21% gacha hamda kleykovina miqdori ortganligi hisobiga bug'doyning sifati yaxshilanishi aniqlangan.

**Tadqiqotning amaliy natijasi** quyidagilardan iborat:

GK va uning tuzlari asosida olingan barcha supramolekulyar komplekslar ta'sirida bug'doy tarkibidagi umumiy oqsillar miqdori oshganligi qayd etilgan. GKUKT:adenin 9:1 ta'sirida umumiy oqsillar 27.39 % (nazoratda 15.12%) ko'tarilgan. GKMAT:adenin 4:1, GKMAT:kinetin 4:1, GKMAT:kinetin 9:1, GKUKT: kinetin 2:1 hamda GKUNT:adenin 9:1 ta'sirida don tarkibidagi kleykovina miqdori nazoratga nisbatan 4,5% ga oshganligi aniqlangan;

GK va uning tuzlarining sitokininlar bilan olingan supramolekulyar kompleks birikmalari boshqali don o'simliklari unish-rivojlanish jarayonida  $\alpha$ -amilaza faolligiga yaqqol ijobiy ta'sir ko'rsatishi va shu bilan birga donning kimyoviy tarkibi kleykovina va umumiy oqsil miqdoriga ijobiy ta'sir ko'rsatishi, kelajakda ushbu biostimulyatorlardan boshqali don ekinlari hosildorligini oshirish va ozuqaviy qiymatini yaxshilashda foydalanish imkoniyatlari ochib berilgan;

**Tadqiqot natijalarining ishonchliligi.** Ilmiy tadqiqot natijalarining ishonchliligi olingan supramolekulyar komplekslarni tadqiq qilishda zamonaviy fizik-kimyoviy (UB, IQ-spektroskopiya, YUSSX, Kukunli difraktometriya, IBP MS, YUSSX MS) va biologik tadqiqot usullaridan foydalanilganligi; tadqiqot natijalarining respublika va xalqaro miqyosdagi ilmiy konferentsiyalarda muhokama etilganligi, tajribalar natijalarini O'zR VM huzuridagi OAK tomonidan tan olingan mahalliy va xalqaro ilmiy jurnallarda chop etilganligi bilan asoslandi.

**Tadqiqot natijalarining ilmiy va amaliy ahamiyati.**

Tadqiqot natijalarining ilmiy ahamiyati shundan iboratki, GK va uning tuzlarini sitokininlar (adenin, kinetin) bilan turli xil molyar nisbatlarda supramolekulyar komplekslari olingan, ularning kimyoviy tuzilishi, suvli

eritmalarida reologik xususiyatlarini o'rganilib, barqarorlik konstantalari va Gibbs erkin energiyalari hisoblab chiqilgan va komplekslarning kukunli difraktometriya usuli yordamida olingan natijalar tahlili boshlang'ich moddalarga nisbatan kristall shakli va o'lchamlari o'zgarishi aniqlanganligi bilan izohlanadi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundan iboratki, GK va uning tuzlari hamda sitokininlar (adenin, kinetin) asosida boshqoli don o'simliklar o'sish, rivojlanishiga ijobiy ta'sir ko'rsatuvchi biostimulyatorlar yaratilib, dala sharoitida Xorazm viloyati Gurlan tumanidagi "E'zoza-Tolibjon" fermer xo'jaligida, Jizzax viloyati G'allaorol shahri hududidagi "Lalmikor" dexqonchilik ilmiy tadqiqot instituti (ITI) dalalarida boshqoli-don ekinlariga ta'siri sinovdan o'tkazilib, supramolekulyar kompleks birikmalarning tuzilishi bilan biologik faolligi orasidagi bog'liqlik o'rganilgan, bu esa o'z navbatida GK va sitokininlar asosida yangi avlod biostimulyatorlarga ilmiy asos bo'lib xizmat qiladi.

**Tadqiqot natijalarining joriy qilinishi.** GK va uning tuzlari asosida sitokininlar bilan har xil nisbatlarda supramolekulyar komplekslarini olish va ularning biologik faolligi bo'yicha olingan ilmiy natijalar asosida:

GKMAT:adenin 4:1, GKMAT:kinetin 4:1, GKUKT:adenin 9:1 komplekslar Xorazm viloyati Gurlan tumani hududida joylashgan "E'zoza Tolibjon" fermer xo'jaligining maydonida "Krasnodar-99" bug'doy navida sinovdan o'tkazilgan va Jizzax viloyati G'allaorol shahri hududida joylashgan "Lalmikor dexqonchilik ilmiy tadqiqot instituti" ning tajriba maydonida tritikalening "Sardor" naviga joriy qilingan (O'zR Qishloq xo'jaligi vazirligining 2022 yil 11 noyabrdagi 07/23-04/8344-sonli ma'lumotnomasi). Natijada, Krasnodar 99 navi hosildorligi 5,9-6,8 ts/ga, Tritikalening Sardor navi 2,5 ts/ga oshirish imkonini bergan.

GKMAT:adenin 4:1, GKMAT:kinetin 4:1, GKUKT:adenin 9:1 komplekslari Qozog'iston Respublikasining Turkiston viloyati TOO "Z-Agro" dalasida bug'doyning "Krasnodar-99" naviga joriy qiligan (TOO "Z-Agro" tomonidan 2022 yil 15 iyulda berilgan dalolatnoma). Natijada urug' unuvchanligining yaxshilanganligi, ildiz poya tizimining kasalliklarga hamda noqulay ob-havo sharoitiga chidamliligi nazoratga nisbatan 1,5-2,0 barobar ortishiga imkon bergan.

GKMAT:adenin 4:1 ITD-9-27 "Batat, kartoshka va topinamburning abiotik omillarga chidamlilik xususiyatlarini tahlili va sho'rga chidamli liniyalarini *in vitro* usuli yordamida yaratish" (2017-2019 yillar) loyihasida batat hamda kartoshkani *in vitro* sharoitida o'stirishda biostimulyatorlar sifatida foydalanilgan (O'zR Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligining 2022 yil 9 sentyabrdagi 89-06-34 sonli ma'lumotnomasi). Natijada, patogensiz ko'chatlarini 1,2 marta oshirish imkonini bergan

**Tadqiqot natijalarining aprobatsiyasi.** Mazkur tadqiqot natijalari 2 ta halqaro va 7 ta respublika ilmiy-amaliy anjumanlarida muhokamadan o'tkazilgan.

**Tadqiqot natijalarining e'lon qilinganligi.** Dissertatsiya mavzusi bo'yicha jami 14 ta ilmiy ish chop etilgan. Shulardan O'zbekiston Respublikasi Oliy attestatsiya komissiyasining dissertatsiyalari asosiy ilmiy natijalarini chop etish

tavsiya etilgan ilmiy nashrlarda 5 ta maqola, jumladan, 2 tasi Respublika va 3 tasi xorijiy jurnallarda nashr etilgan.

**Dissertatsiyaning tuzilishi va hajmi.** Dissertatsiya tarkibi kirish, to‘rtta bob, xulosa, foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxati va ilovalardan iborat. Dissertatsiyaning hajmi 94 betni tashkil etadi.

## **DISSERTATSIYANING ASOSIY MAZMUNI**

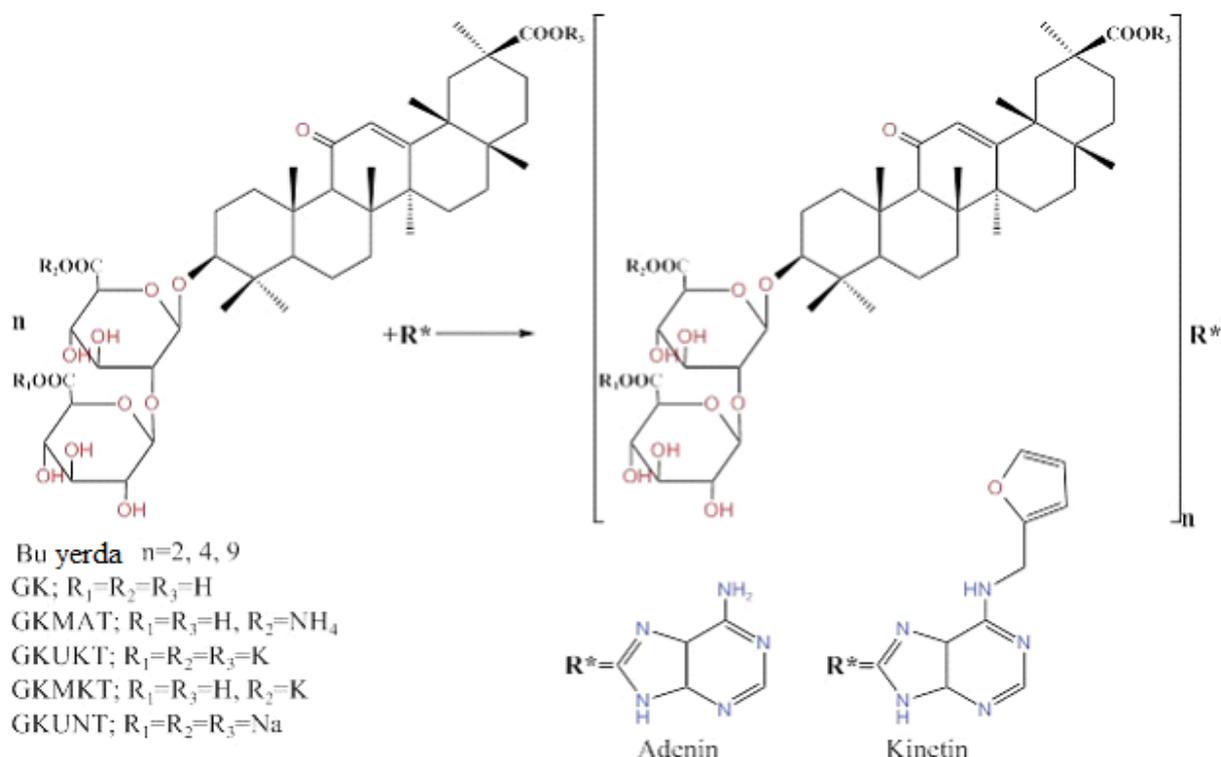
**Dissertatsiyaning kirish qismida** dissertatsiya mavzusining dolzarbligi va muhimligi, maqsad hamda vazifalari asoslab berilgan, tadqiqotning ob‘ekti va predmeti ifodalangan, O‘zbekiston Respublikasida fan hamda texnologiyalarni rivojlantirish yo‘nalishiga muvofiqligi keltirilgan hamda tadqiqotning ilmiy yangiligi va amaliy natijalari bayon qilingan, olingan natijalarning ishonchligi asoslangan, natijalarning nazariy hamda amaliy ahamiyati ochib berilgan, tadqiqot natijalarining amaliyotga joriy etish asoslari keltirilgan, nashr qilingan ilmiy ishlar va dissertatsiyaning tuzilishi bo‘yicha ma‘lumotlar keltirilgan.

Dissertatsiyaning **“Glitsirrizin kislotasi asosida supramolekulyar komplekslar olish va ularning biologik faolliklari”** deb nomlangan birinchi bobi adabiyotlar tahliliga bag‘ishlangan bo‘lib, unda shirinmiya o‘simligining kimyoviy tarkibi, GK va uning tuzlari hamda ular asosida supramolekulyar komplekslar, ularning olish usullari, kimyoviy tuzilishlari, fitogormonlar (sitokininlar), ularning biologik faolliklari bo‘yicha adabiyot ma‘lumotlari tahlil qilingan.

Dissertatsiyaning **“Glitsirrizin kislotasi va uning tuzlari asosida supramolekulyar komplekslar olish, ularni fizik-kimyoviy hamda spektral xususiyatlarini o‘rganish”** deb nomlangan ikkinchi bobi GK va uning tuzlarini sitokininlar bilan supramolekulyar komplekslarini olish, barcha olingan yangi supramolekulyar komplekslarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish, spektral ma‘lumotlarini tahlil etishga bag‘ishlangan.

Ma‘lum usullar yordamida GK va uning tuzlari bilan sitokininlarning (adenin, kinetin) turli xil molyar nisbatdagi supramolekulyar komplekslari olingan hamda fizik-kimyoviy kattalıkları (1-jadval), barqarorlik konstantalari, Gibbs erkin energiya qiymatlari aniqlangan. Olingan komplekslarning fizik-kimyoviy kattalıklariga (UB-, IQ-spektroskopiya, mass-spektrometriya) asoslanib ularning tuzilishlari isbotlangan.

GK va uning tuzlari bilan ayrim sitokininlarning (adenin, kinetin) supramolekulyar komplekslari quyidagi sxema asosida olingan.



## 1-sxema. GK, GKMAT, GKMKT, GKUKT, GKUNT bilan adenin va kinetinning supramolekulyar komplekslarini olish

### 1-jadval Olingan supramolekulyar komplekslarning ayrim fizik-kimyoviy kattaliklari

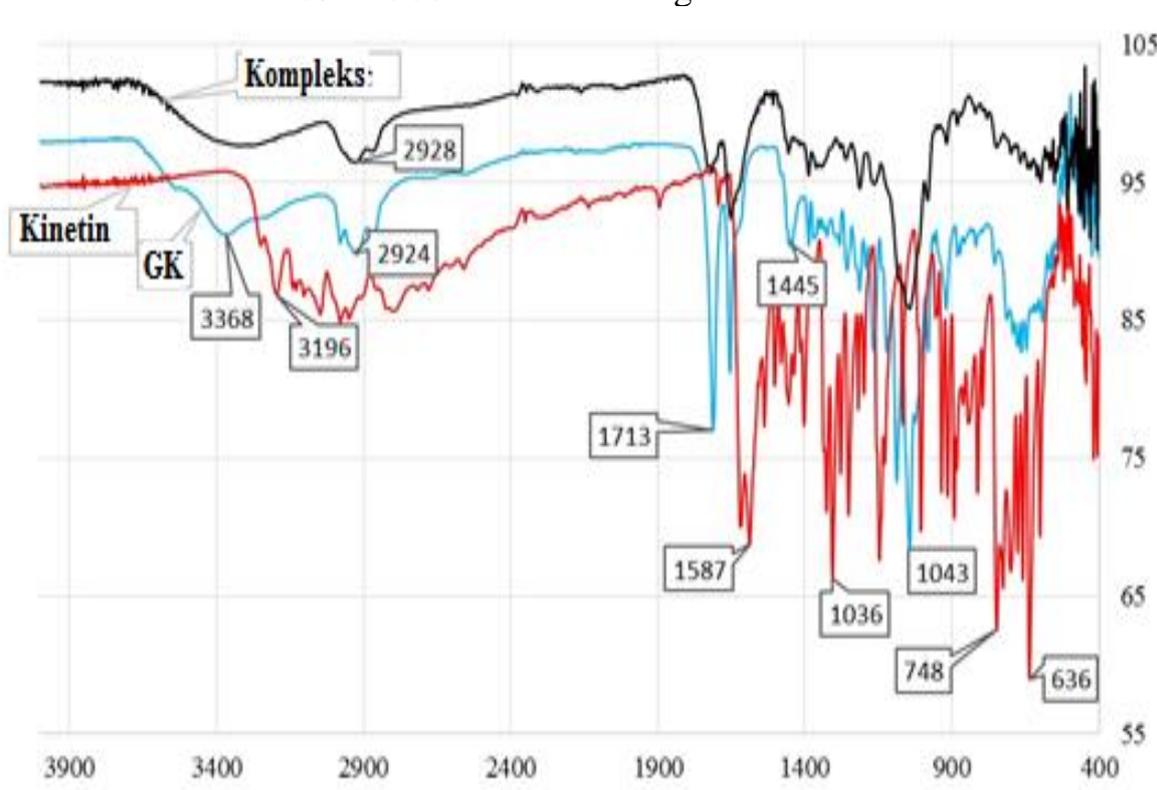
№	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Sitokin	Nisbat	T <sub>parh</sub> °C(±1)	Unum, %	UB, λ <sub>max</sub> , nm (lgε)	IQ spektridagi tebranish chastotalari, sm <sup>-1</sup>	
1	H	H	H	Ad	2:1	194	88%	259,7 (4,87)	ν(OH, NH) =3309, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =2933, ν(C=O) =1697, ν(C=O) =1654 (11C=O), ν(C=C, C=N) =1458, δ (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =1386, 1211, 1170 1033, δ(O-N)=1033, δ(CH=)= 979.	
2	H	H	H	Ad	4:1	201	89%	257,9 (4,51)	ν (OH, NH) =3412, ν (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =2957, 2872 ν(C=O) =1718, ν(C=O) =1655 δ (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =1458, 1386, 1363, 1261, 1213, δ(O-N)=1042, δ(CH=)= 979	
3	H	H	H	Ad	9:1	204	90%	257,9 (4,42)	ν (OH, NH) =3420, ν (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =2928, 2143, 2063, ν(C=O) =1722, (11C=O), ν (C=C, C=N) =1647, δ (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =1456, 1387, 1259, 1211, 1170, δ(O-N)=1036, δ(CH=)= 980	
4	H	H	H	Kin	2:1	206	91%	264 (4.46)	ν(OH, NH) =3339, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =2928, ν(C=O) =1718, ν(C=O) =1653 (11C=O), ν(C=C, C=N) =1593, δ (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =1456, 1386, 1346 1259, 1213, 1163, δ(O-N)=1043, δ(CH=)= 982	
5	H	H	H	Kin	4:1	204	92%	261 (4.54)	ν (OH, NH) =3339, ν (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =2930, ν(C=O) =1728, 1699, ν(C=O) =1651 (11C=O), ν (C=C, C=N) =1591, δ (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =1456, 1387, 1261, 1213, 1168, δ(O-N)=1044, δ(CH=)= 982	
6	H	H	H	Kin	9:1	202	93%	260 (4.07)	ν (OH, NH) =3368, ν (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =2938, ν(C=O) =1717, 1699, ν(C=O) =1651 (11C=O), ν (C=C, C=N) =1591, δ (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =1456, 1387, 1362 1260, 1213, 1169, δ(O-N)=1043, δ(CH=)= 982	
7	H	NH <sub>4</sub>	H	Ad	2:1	183	90%	260,3 (4,37)	ν (OH, NH) =3199, ν (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =2934, 2864 ν(C=O) =1657, ν(C=O) =1593 (11C=O), ν(C=C, C=N) =1589, δ (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =1454, 1418, 1386, 1366, 1308, δ(O-N)=1040, δ(CH=)= 980	
8	H	NH <sub>4</sub>	H	Ad	4:1	175	91%	259,7 (4,57)	ν (OH, NH) =3198, ν (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =2934, 2868 ν(C=O) =1699, ν(C=O) =1645 (11C=O), ν(C=C, C=N) =1589, δ (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =1418, 1389, 1364, 1279, 1261, 1213, 1167, δ(O-N)=1040, δ(CH=)= 980	
9	H	NH <sub>4</sub>	H	Ad	9:1	178	92%	259,7 (4,45)	ν (OH, NH) =3219, ν (CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =2926, 2866 ν(C=O) =1703, ν(C=O) =1645 (11C=O), ν(C=C, C=N) =1589, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) =1454, 1418, 1391, 1362, 1279, 1213, 1165, δ(O-N)=1040, δ(CH=)= 980	

## 1-jadval davomi

10	H	NH <sub>4</sub>	H	Kin	2:1	190	93%	280 (4,47)	v(OH, NH) = 3200, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2947, 2878 v(C=O) = 1703, v(C=O) = 1622 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1589, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1446, 1416, 1304, 1254, 1213, δ(O-N) = 1040, δ(CH=) = 980
11	H	NH <sub>4</sub>	H	Kin	4:1	192	91%	262 (4,60)	v(OH, NH) = 3198, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2941, 2864 v(C=O) = 1705, v(C=O) = 1620 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1589, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1454, 1417, 1390, 1362, 1304, 1279, 1213, 1157, δ(O-N) = 1039, δ(CH=) = 980
12	H	NH <sub>4</sub>	H	Kin	9:1	194	92%	260 (4,43)	v(OH, NH) = 3196, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2978, 2880 v(C=O) = 1705, v(C=O) = 1645 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1589, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1418, 1387, 1261, 1213, 1167, δ(O-N) = 1034, δ(CH=) = 980
13	H	K	H	Ad	2:1	238	93%	259,7 (4,70)	v(OH, NH) = 3321, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2949, v(C=O) = 1653, v(C=O) = 1601 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1456, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1363, 1331, 1305, 1254, 1213, δ(O-N) = 1032, δ(CH=) = 980
14	H	K	H	Ad	4:1	220	95%	258,5 (4,52)	v(OH, NH) = 3335, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2938, 2878 v(C=O) = 1717, v(C=O) = 1661 δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1418, 1387, 1352, 1261, 1211, δ(O-N) = 1030, δ(CH=) = 978
15	H	K	H	Ad	9:1	248	93%	257,9 (4,59)	v(OH, NH) = 3385, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2930, 2876, 2361, v(C=O) = 1705, ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1653, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1387, 1216, 1211, 1167, δ(O-N) = 1032, δ(CH=) = 980
16	H	K	H	Kin	2:1	221	94%	263,5 (4,60)	v(OH, NH) = 3649, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2922, 2862 v(C=O) = 1705, v(C=O) = 1616 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1559, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1373, 1329, 1254, 1211, 1150, δ(O-N) = 1032, δ(CH=) = 978
17	H	K	H	Kin	4:1	196	92%	262,3 (4,54)	v(OH, NH) = 3566, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2924, 2868, 2358, v(C=O) = 1705, 1653, v(C=O) = 1614 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1558, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1394, 1277, 1211, 1165, δ(O-N) = 1032, δ(CH=) = 980
18	H	K	H	Kin	9:1	214	92%	259,7 (4,42)	v(OH, NH) = 3566, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2924, v(C=O) = 1717, 1653, v(C=O) = 1608, ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1559, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1387, 1261, 1211, 1167, δ(O-N) = 1030, δ(CH=) = 920
19	K	K	K	Ad	2:1	214	91%	260,4 (4,64)	v(OH, NH) = 3285, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2922, 2864 v(C=O) = 1603, v(C=O), ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1514, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1391, 1362, 1287, 1169, δ(O-N) = 1042, δ(CH=) = 939
20	K	K	K	Ad	4:1	206	93%	259,8 (4,52)	v(OH, NH) = 3200, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2926, v(C=O) = 1601, v(C=O) = 1653 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1514, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1514, 1454, 1393, 1360, 1287, 1169, δ(O-N) = 1040, δ(CH=) = 939
21	K	K	K	Ad	9:1	226	93%	259,6 (4,32)	v(OH, NH) = 3260, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2924, v(C=O), v(C=O) = 1601 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1557, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1514, 1393, 1287, δ(O-N) = 1040, δ(CH=) = 939
22	K	K	K	Kin	2:1	221	96%	263,0 (4,03)	v(OH, NH) = 3215, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2930, 2864 v(C=O), v(C=O) ( <sup>11</sup> C=O) = 1595, v(C=C, C=N) = 1558, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1396, 1362, 1286, 1251, 1217, 1148, δ(O-N) = 1042, δ(CH=) = 939
23	K	K	K	Kin	4:1	208	95%	262,4 (4,54)	v(OH, NH) = 3246, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2924, v(C=O) = 1601, v(C=O) ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1557, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1510, 1454, 1393, 1360, 1286, 1215, δ(O-N) = 1040, δ(CH=) = 939
24	K	K	K	Kin	9:1	195	96%	261,2 (4,55)	v(OH, NH) = 3246, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2924, v(C=O), v(C=O) = 1601 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1559, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1508, 1456, 1394, 1362, 1286, 1215, 1167, δ(O-N) = 1040, δ(CH=) = 936
25	Na	Na	Na	Ad	2:1	192	95%	260,8 (6,52)	v(OH, NH) = 3036, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH), v(C=O) = 1778, v(C=O) = 1634 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1564, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1435, 1362, 1310, 1242, 1119 δ(O-N) = 1041, δ(CH=) = 943.
26	Na	Na	Na	Ad	4:1	190	95%	260,8 (4,46)	v(OH, NH) = 3001, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2957, 2872 v(C=O) = 1773, v(C=O) = 1612 v(C=C, C=N) = 1560, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1429, 1362, 1290, 1242, 1169, δ(O-N) = 1032, δ(CH=) = 945
27	Na	Na	Na	Ad	9:1	206	92%	260,4 (4,64)	v(OH, NH) = 3026, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH), v(C=O), ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1684, v(C=C, C=N) = 1560, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1431, 1313, 1200, δ(O-N) = 991, δ(CH=) = 949
28	Na	Na	Na	Kin	2:1	203	94%	265,8 (4,56)	v(OH, NH) = 3026, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH), v(C=O), v(C=O) = 1618 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1570, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1437, 1364, 1308, 1252, 1157, δ(O-N) = 1047, δ(CH=) = 936
29	Na	Na	Na	Kin	4:1	200	93%	263,6 (4,08)	v(OH, NH) = 3017, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH), v(C=O) = 1734, v(C=O) = 1624 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1560, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1449, 1412, 1362, 1317, 1238, 1200, 1159, δ(O-N) = 1030, δ(CH=) = 947
30	Na	Na	Na	Kin	9:1	205	96%	262,8 (4,33)	v(OH, NH) = 3026, v(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH), v(C=O) = 1869, v(C=O) = 1618 ( <sup>11</sup> C=O), v(C=C, C=N) = 1560, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1437, 1362, 1341, 1244, 1163, δ(O-N) = 1045, δ(CH=) = 945

Ad-adenin, Kin-kinetin

IQ-spektrida GK molekulasidagi OH guruhlarining valent tebranish chastotalari  $3368\text{ sm}^{-1}$  sohada keng yelka ko‘rinishda kuzatilgan,  $\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_2$  guruhlarining valent tebranish chastotalari  $2924\text{--}2868\text{ sm}^{-1}$  sohada namoyon bo‘lgan,  $1713\text{ sm}^{-1}$  da GK molekulasidagi karboksil guruhlarining karbonil qismiga tegishli valent tebranish chastotalari kuzatilgan. GK molekulasining aglikon qismidagi C-11 da joylashgan karbonil guruhining valent tebranish chastotasi  $1656\text{--}1653\text{ sm}^{-1}$  sohada intensiv holatda namoyon bo‘lgan.  $1446\text{--}1143\text{ sm}^{-1}$  da  $\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_2$  guruhlarining deformatsion tebranish chastotalari hosil bo‘lgan.  $1087\text{--}1043\text{ sm}^{-1}$  sohalarda molekuladagi C-O-C hamda C-O-N bog‘larining valent tebranish chastotalari kuzatilgan,  $985\text{--}975\text{ sm}^{-1}$  da ( $=\text{CH}$ ) guruhining deformatsion tebranish chastotalari namoyon bo‘lgan. Kinetin molekulasidagi  $-\text{NH}$  guruhiga tegishli valent tebranish chastotasi  $3198\text{--}3193\text{ sm}^{-1}$  da, C=N bog‘lariga tegishli tebranish chastotalari  $1592\text{--}1588\text{ sm}^{-1}$  da kuzatilgan.



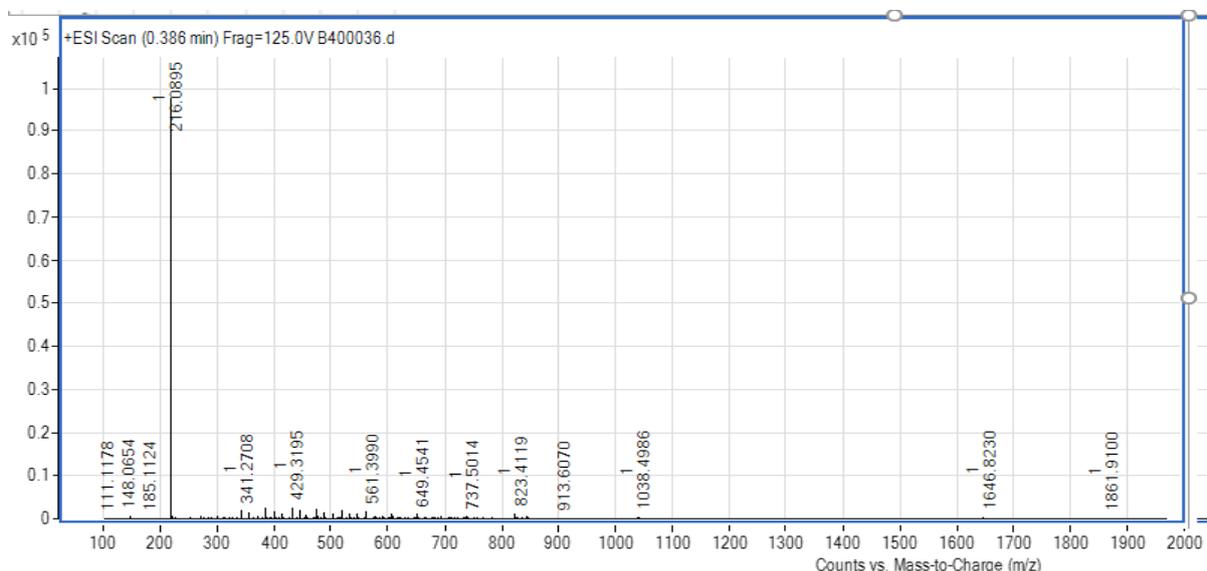
**1-rasm. GK, Kinetin, GK:kinetin 2:1 kompleksining IQ-spektrlari**

Olingan supramolekulyar komplekslar va dastlabki moddalarning (GK va kinetin) IQ-spektrlarida asosiy funktsional guruhlar valent tebranish chastotalaridagi o‘zgarishlarga asoslanib, molekulyar komplekslar hosil bo‘lishida molekulalar o‘rtasida qanday turdagi ta’sirlashuvlar mavjudligi to‘g‘risida mulohaza qilish mumkin (1-rasm). Jumladan, GK molekulasidagi  $-\text{OH}$  guruhlarining valent tebranish chastotalari  $3370\text{--}3364\text{ sm}^{-1}$  da, kompleksda esa  $3342\text{--}3335\text{ sm}^{-1}$  sohada namoyon bo‘lgan. OH guruhlarining valent tebranish chastotalarini  $29\text{ sm}^{-1}$  ga farq qilishi kompleksda vodorod bog‘lari hosil bo‘lganligidan dalolat beradi. Bundan tashqari  $3395\text{--}3055\text{ sm}^{-1}$  sohalardagi  $\text{NH}$ -guruhiga tegishli tebranish chastotalari intensivligining keskin kamayganligi

kompleks hosil bo'lishida vodorod bog'lardan tashqari ion-dipol' ( $-\text{NH}_3^+\cdots\text{O}-\text{H}$ ,  $\text{NH}^+\cdots\text{OH}$ ,  $-\text{COO}^-\cdots+\text{NH}_3^+$ ) ta'sirlashuvlar ham bo'lishi mumkin, degan xulosaga olib keladi.

Olingan komplekslarning hosil bo'lishi va ularning eritmadagi holatlarini hamda kompleks tarkibini yanada aniqroq tahlil qilish maqsadida xromatomass-spektrometriya usuli yordamida molekulyar massalari 3000 gacha bo'lgan supramolekulyar komplekslarning mass-spektrlari (Q-TOF LC-MS, Agilent Technologies seriya 6520V) olindi.

GK:kinetin 2:1 kompleksining mass-spektrida dastlabki moddalarning monomer, dimer hamda trimerlariga tegishli molekulyar ionlarning massalaridan tashqari  $[\text{M}^{\text{GK}}+\text{M}^{\text{Kinetin}}+\text{H}]^+$  va  $[2\text{M}^{\text{GK}}+\text{M}^{\text{Kinetin}}+\text{H}]^+$  larga tegishli  $m/z$  1038,4986 va 1861,9100 ion signallari kuzatilganligi (2-jadval), ushbu kompleksda GK va kinetin molekullari o'zaro nokovalent ta'sirlashuvlar hisobiga «mehmon-mezbon» turidagi komplekslarning hosil qilganligidan dalolat beradi (2-rasm).



2-rasm. GK:kinetin 2:1 kompleksining mass-spektri

2-jadval

GK:kinetin 2:1 kompleksining mass spektridagi asosiy xarakterli ionlar signali

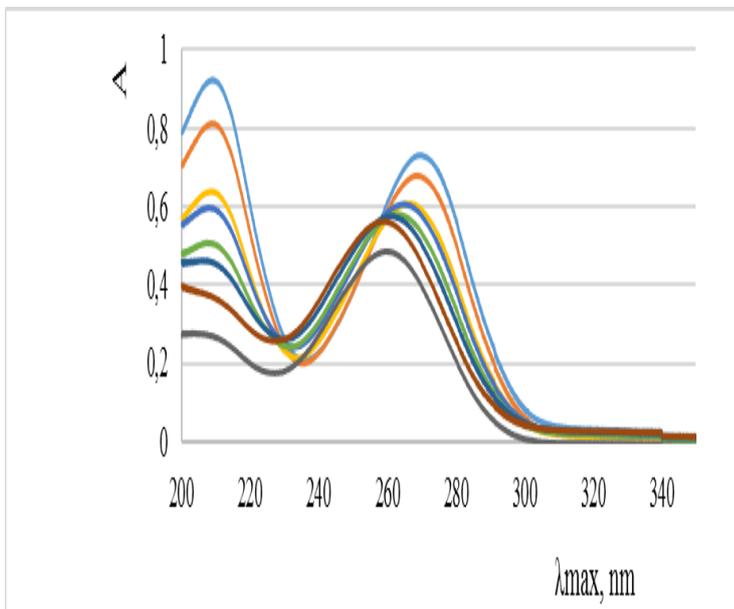
No	Ion tuzilishi	m/z	No	Ion tuzilishi	m/z
1	$[\text{M}^{\text{Kinetin}}+\text{H}]^+$	216,0895	5	$[2\text{M}^{\text{GK}}+\text{H}]^+$	1646,8230
2	$[2\text{M}^{\text{Kinetin}}+\text{H}]^+$	429,3195	6	$[\text{M}^{\text{GK}}+\text{M}^{\text{Kinetin}}+\text{H}]^+$	1038,4986
3	$[3\text{M}^{\text{Kinetin}}+\text{H}]^+$	649,4541	7	$[2\text{M}^{\text{GK}}+\text{M}^{\text{Kinetin}}+\text{H}]^+$	1861,9100
4	$[\text{M}^{\text{GK}}+\text{H}]^+$	823,4119			

### Kompleks birikmalarning suvli eritmalaridagi barqarorlik konstantalari va Gibbs erkin energiyasi qiymatlarini aniqlash

Olingan supramolekulyar komplekslardagi «mezbon» va «mehmon»ning stexiometrik nisbatlarini aniqlashda izomolyar seriyalar usulidan (*Ostromislenskiy-Job usuli*) foydalanildi.

Izomolyar seriyalar usulida komplekslarning barqarorlik konstantasi va Gibbs erkin energiyasini aniqlash uchun dastlab ikki (“mehmon” va “mezbon”) komponentning bir xil molyar kontsentratsiyali ( $10^{-4}$  M) eritmaları tayyorlandi va antibat nisbatlarda (1:9 dan 9:1 gacha) aralashirildi. Bunda eritma hajmining hamda reagentlarning umumiy kontsentratsiyalari doimiyliigi saqlanadi ( $V_M+V_R=const$ ;  $C_M+C_R=const$ ).

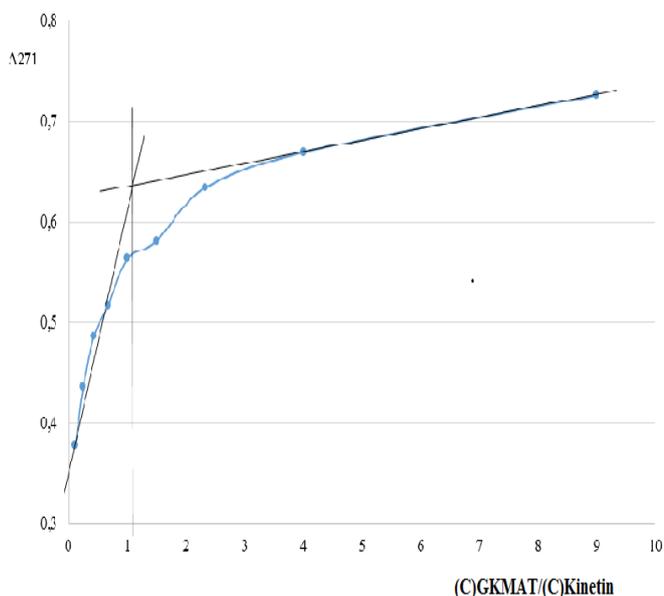
Eritmalarning ion kuchi va pH qiymati doimiyliigini saqlash maqsadida bufer sistemadan foydalanildi (fosfatli bufer  $\text{Na}_2\text{HPO}_4\text{--NaH}_2\text{PO}_4$ , pH 7.2). Tayyorlangan izomolyar seriyalar doimiy haroratda ( $20^\circ\text{C}$ ) 40 daqiqa davomida inkubator aralashirgichda aralashirildi. So‘ngra ularning UB-spektrlari olindi va quyidagi grafiklarning yig‘indisi hosil bo‘ldi.



3-rasm. GKMAT va kinetin kompleksining izomolyar seriyalar usulida olingan UB spektrlari

3-rasmdagi grafikdan ko‘rinib turibdiki, yaqin UB sohada 227, 262 hamda 301 nmlarda izobestik nuqtalar mavjud. Bu izobestik nuqtalarning mavjudliigi eritmada bir xil tipdagi komplekslar hosil bo‘layotganligidan dalolat beradi. Umumiy tarzda muvozanat konstantasini quyidagicha ifodalash mumkin:

$$K = \frac{[GKMAT - Kinetin]}{[GKMAT][Kinetin]}$$



Olingan izomolyar seriyalarning optik zichligi bilan dastlabki reagentlarning kontsentratsiyalari nisbati orasidagi bog‘liqlik grafigidan hosil bo‘lgan kompleks tarkibidagi dastlabki moddalarning mol nisbatini aniqlash mumkin bo‘ladi. Egri chiziqlar orqali o‘tkazilgan to‘g‘ri chiziqlar kesishgan joy moddalarning mol nisbatlarini belgilab beradi (4-rasm).

4-rasm. GKMAT va kinetin kompleksi izomolyar seriyalari optik zichligi bilan reagentlar kontsentratsiyalari nisbatiga bog‘liqlik grafigi

4-rasmdagi grafikdan ko‘rinib turibdiki, GKMAT va kinetin ~1:1 mol nisbatda kompleks hosil bo‘lishining maksimal unumiga erishilgan. 1:1 mol nisbatdagi komplekslar uchun quyidagi formulaga (1) asoslanib kompleksning barqarorlik konstantasini hisoblab topildi.

$$K = \frac{\Delta A_0 \cdot \Delta A_1}{c(\Delta A_0 - \Delta A_1)^2} \quad (1)$$

Bu erda  $C$ –modda kontsentratsiyasi,  $\Delta A_0$ -to‘la dissotsiyalanmagan kompleks optik zichligining o‘zgarishi,  $\Delta A_1$ -optik zichlikning egri chiziqdagi qiymatiga mos keluvchi o‘zgarishi.

Natijada GKMAT:kinetin kompleksining barqarorlik konstantasi  $(7.90 \pm 0.1) \cdot 10^5 K, M^{-1}$  ga tengligi aniqlandi.

Ushbu barqarorlik konstantalarining ( $K$ ) qiymatidan foydalanib, hosil bo‘lgan kompleksning Gibbs erkin energiyasini ( $\Delta G$ ) quyidagi formula (2) bo‘yicha hisoblab,  $(3.30 \pm 0.1) \cdot 10^{-4}$  Dj/mol ga tengligi topildi:

$$\Delta G = -2,3RT \lg K \quad (2)$$

Shu usul asosida GKMAT:adenin kompleksining ham barqarorlik konstantasi  $(2.07 \pm 0.1) \cdot 10^5 K, M^{-1}$  hamda Gibbs erkin energiya qiymatlari  $(2.98 \pm 0.1) \cdot 10^{-4} \Delta G, dj/mol$  ) aniqlandi. Olingan natijalar 3-jadvalda keltirilgan.

### 3-jadval

#### Olingan komplekslarning barqarorlik konstantasi ( $K$ ) va Gibbs erkin energiyalari ( $\Delta G$ ) qiymatlari (fosfatli bufer $-Na_2HPO_4-NaH_2PO_4$ , pH 7,2)

No	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Sitokinin	K, M <sup>-1</sup>	ΔG, Dj/mol
1	H	H	H	Ad	$(6,81 \pm 0,1) \times 10^5$	$(-2,98 \pm 0,1) \times 10^4$
2	H	H	H	Kin	$(5,07 \pm 0,1) \times 10^5$	$(-3,25 \pm 0,1) \times 10^4$
3	H	NH <sub>4</sub>	H	Ad	$(2,07 \pm 0,1) \times 10^5$	$(-2,98 \pm 0,1) \times 10^4$
4	H	NH <sub>4</sub>	H	Kin	$(7,90 \pm 0,1) \times 10^5$	$(-3,30 \pm 0,1) \times 10^4$
5	H	K	H	Ad	$(5,11 \pm 0,1) \times 10^5$	$(-3,25 \pm 0,1) \times 10^4$
6	H	K	H	Kin	$(5,06 \pm 0,1) \times 10^5$	$(-3,25 \pm 0,1) \times 10^4$
7	K	K	K	Ad	$(4,48 \pm 0,1) \times 10^5$	$(-3,22 \pm 0,1) \times 10^4$
8	K	K	K	Kin	$(5,34 \pm 0,1) \times 10^5$	$(-3,26 \pm 0,1) \times 10^4$
9	Na	Na	Na	Ad	$(5,12 \pm 0,1) \times 10^5$	$(-3,25 \pm 0,1) \times 10^4$
10	Na	Na	Na	Kin	$(4,90 \pm 0,1) \times 10^5$	$(-3,24 \pm 0,1) \times 10^4$

Yuqorida olingan natijalar GKMAT ning kinetin bilan hosil qilgan kompleksining barqarorligi adenin bilan hosil qilgan kompleksiga nisbatan yuqori ekanligini ko‘rsatadi ( $K_{(GKMAT:kinetin)} > K_{(GKMAT:adenin)}$ ).

Adabiyotlarda GKning kinetin bilan komplekslari olingan va ularning barqarorlik konstantasi  $(5.07 \pm 0.1) \cdot 10^5$  hamda Gibbs erkin energiya  $(3.25 \pm 0.1) \cdot 10^{-4}$  qiymatlarga teng ekanligi ma’lum bo‘lgan. Demak, kinetinining GK va GKMAT bilan olingan komplekslari barqarorligi jihatidan bir-biriga juda yaqinligi aniqlandi.

Bundan tashqari Gibbs erkin energiya son qiymatlarining yaqinligi kompleks hosil bo‘lish jarayonlari ham o‘z-o‘zidan borayotganligidan dalolat beradi.

## **Kukunli diffraktometriya usuli yordamida komplekslarning kristall panjara tuzilishini aniqlash**

GK va uning hosilalarini kristall qismlarini o'rganishda rentgenofazaviy tahlildan foydalanildi. GK va uning tuzlari shuningdek, adenin va kinetinning amorf va kristall qismlari mavjud.

Rentgen-fazaviy tahlil XRD-6100 Shimadzu rentgen diffraktometr qurilmasida ( $\lambda=1,540598 \text{ \AA}$ , Cu-K $\alpha$ 1) amalga oshirildi. Olingan diffraktogrammalar Match!3 (Treor 90 yordamchi dasturi) dasturida tahlil qilindi.

GK hosilalarining diffraktogrammalari tahlil qilinib, ularning kristallanish darajasi 46,71 % ga tengligi aniqlandi. Tahlil natijalari asosida kristall qismni tashkil qiluvchi birlik kristall panjaraning o'lchamlari  $a=13,37 \text{ \AA}$ ,  $b=7,30 \text{ \AA}$ ,  $c=11,37 \text{ \AA}$ , ( $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=90^\circ$ ,  $\gamma=111,92^\circ$ ) ekanligi va kristall panjaraning shakli monoklinik (P12/m1) ko'rinishda bo'lishi isbotlandi. Bu ko'rsatkichlar adabiyotlarda keltirilgan natijalarga mos keladi. Ammo, kristall panjara tomonlari uzunliklarida biroz farqlar mavjudligi kuzatildi. Kristall panjaraning hajmi  $1031,6 \text{ \AA}^3$  ga teng bo'lishi hisoblashlar natijasida aniqlandi. Adenin kristallanish darajasi 64,6 % ga teng bo'lib, kristall qismni tashkil qiluvchi birlik kristall panjaraning o'lchamlari  $a=13,20 \text{ \AA}$ ,  $b=7,86 \text{ \AA}$ ,  $c=8,81 \text{ \AA}$ , ( $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=90^\circ$ ,  $\gamma=97^\circ$ ) ekanligi va kristall panjaraning shakli monoklinik (P12/m1) ko'rinishda ekanligi ma'lum bo'ldi.

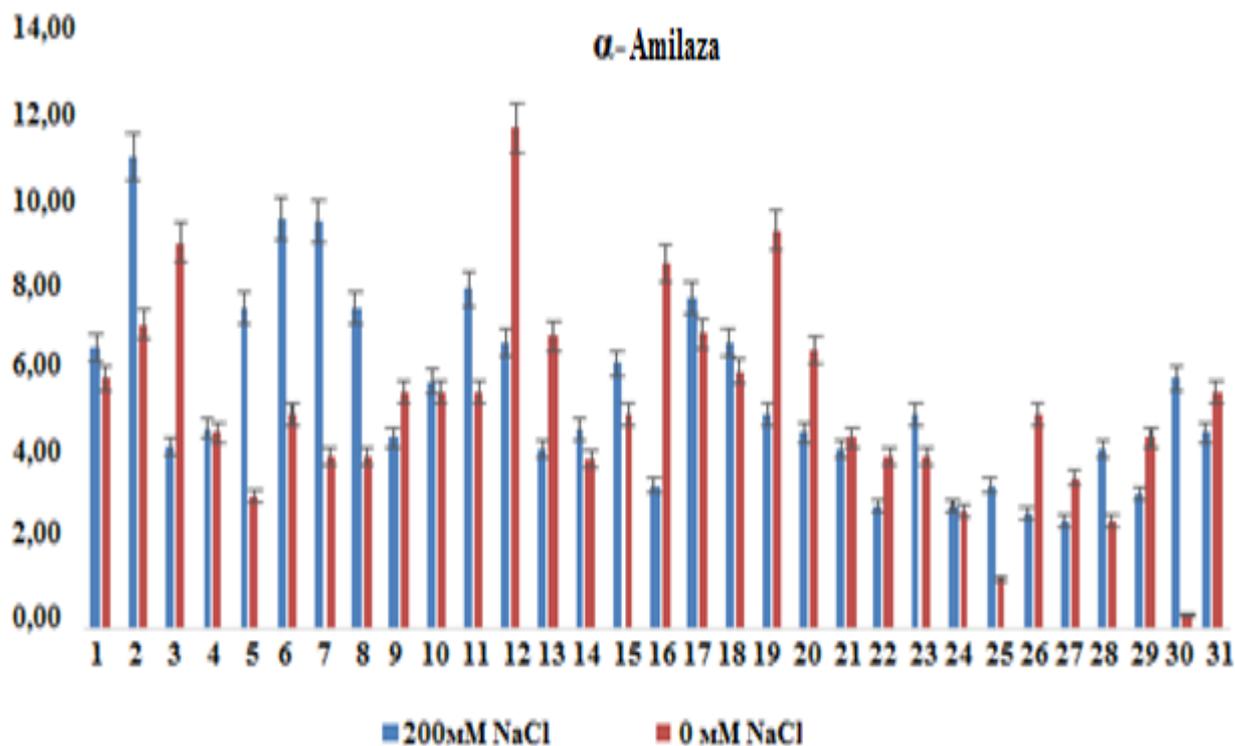
Glitsirrizin kislotasi va Adenin 2:1 nisbatli kompleks birikmasini rentgenofazaviy analiz qilish natijasida namunaning kristallanish darajasi 29,43 % ni (amorf qism 70,57 %) tashkil qildi. Olingan supramolekulyar kompleksning kristall panjara shakli tetragonal shaklda va tomon uzunliklari  $a=13,3 \text{ \AA}$ ,  $b=13,3 \text{ \AA}$ ,  $c=2,36 \text{ \AA}$  ( $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=90^\circ$ ,  $\gamma=90^\circ$ ) ga, panjara hajmi esa  $417,88 \text{ \AA}^3$  ga teng ekanligi aniqlandi. GK va Adenin larning kristall panjara shakllari monoklinik ko'rinishda bo'lishi va olingan GK:Adenin 2:1 nisbatli kompleks birikmasining birlik kristall panjara shakli esa tetragonal ekanligi ma'lum bo'ldi. Tahlil natijalariga asoslanib kompleks birikma hosil bo'lgan deb xulosa qilindi. Yuqoridagi usulda barcha komplekslar boshlang'ich moddalarga nisbatan qiyosiy tahlil qilib chiqildi.

Dissertatsiyaning "**Glitsirrizin kislotasi va uning tuzlari asosida olingan supramolekulyar komplekslarning boshqoli don o'simliklari o'sish va rivojlanishga ta'siri**" deb nomlangan uchinchi bobida olingan barcha supramolekulyar komplekslarning laboratoriya va dala sharoitida oddiy va sho'rlangan tuproqlarda boshqoli don o'simliklarining o'sish va rivojlanishga biostimulyatorlik ta'siri tahlil qilingan.

Laboratoriya sharoitida GKMAT:adenin 4:1, GKMAT:kinetin 4:1, GKMAT:kinetin 9:1, GKMKT:kinetin 9:1, GKUKT:adenin 9:1, GKUKT:kinetin 2:1, GKUNT:adenin 9:1 supramolekulyar komplekslarning oddiy va yuqori sho'rlanishli tuproq sharoitda o'stirilgan boshqoli don o'simliklarining unish va rivojlanish ko'rsatkichlariga ta'siri o'rganildi. Maysa tarkibidagi  $\alpha$ -amilaza miqdori donning hosildorligi, sifati va to'yimlilik darajasini belgilab berishi adabiyotlardan

ma'lum. Shuning uchun tadqiqotlarda supramolekulyar komplekslarning  $\alpha$ -amilaza fermenti faolligiga ta'siri O'zR FA Bioorganik kimyo institutining Fermentlar kimyosi laboratoriyasida o'rganildi.

$\alpha$ -Amilaza fermenti faolligi supramolekulyar komplekslar ta'sir etib undirilgan donning bir haftalik (7 kunlik) maysalarida, Manners va Marshall usuli bilan aniqlandi.

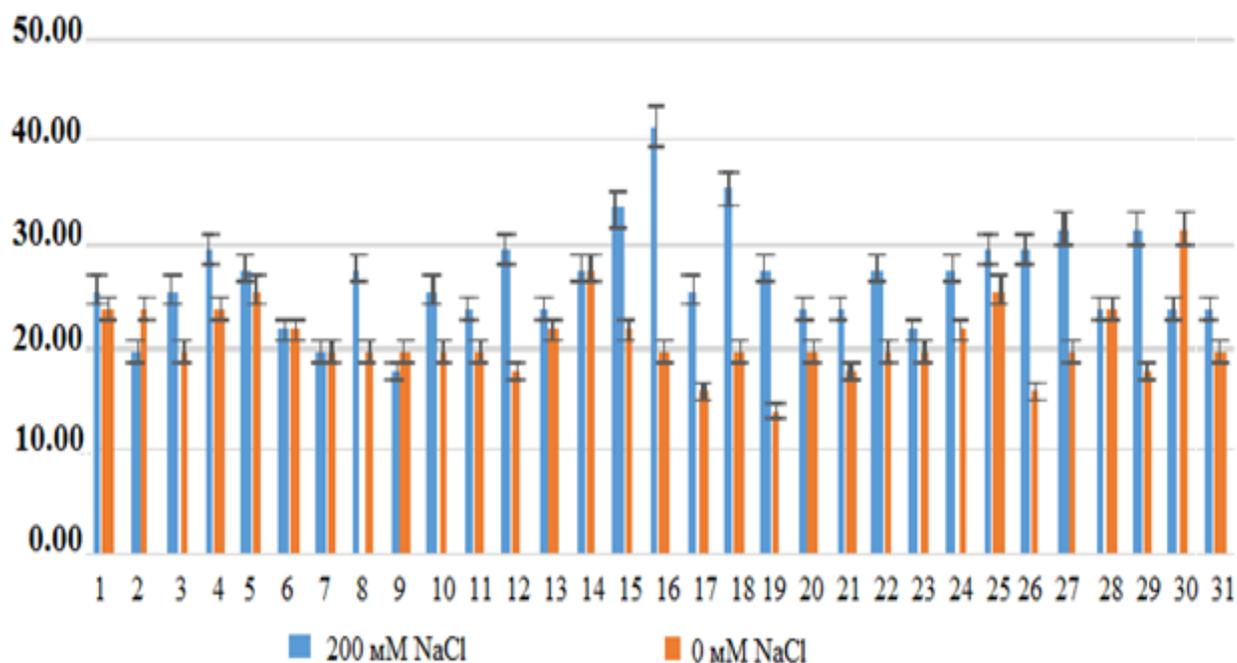


**5-rasm. Oddiy va yuqori sho'rlangan tuproq sharoitida o'stirilgan maysa tarkibidagi  $\alpha$ -amilaza fermenti faolligi (1-30 tajriba, 31-nazorat)**

GK:adenin 9:1, GKMAT:kinetin 9:1, GKMKT:kinetin 2:1, GKUKT:adenin 2:1 supramolekulyar komplekslari biostimulyatorlik ta'siriga ega bo'lib, ular ta'sirida oddiy sharoitda maysa tarkibidagi  $\alpha$ -amilaza fermentining faolligi nazoratga nisbatan yuqori bo'lgan. Yuqori sho'rlangan tuproq sharoitda esa GK:adenin 4:1, GK:kinetin 9:1, GKMAT:adenin 2:1, GKMAT:kinetin 4:1 komplekslari ta'sirida maysalarda  $\alpha$ -amilaza fermenti faolligi ortgan.

Maysa tarkibidagi suvda eruvchan umumiy oqsillar miqdori o'simlikning unish va tashqi stress omillarga chidamliligini belgilab berishi adabiyotlardan ma'lum. Tadqiqotlarda supramolekulyar komplekslar ta'sirida oddiy va yuqori sho'rlangan tuproq sharoitida o'stirilgan maysa tarkibidagi suvda eruvchan umumiy oqsillar miqdori Louri usulida aniqlandi. Suvda eruvchan umumiy oqsillar miqdori yuqori sho'rlangan tuproq sharoitida oddiy sharoitga nisbatan ijobiy natijalar berdi (6-rasm).

## Suvda eruvchan umumiy oqsillar



### 6-rasm. Maysa tarkibidagi suvda eruvchan umumiy oqsillar miqdori

Dala sharoitida olingan supramolekulyar komplekslarning biostimulyatorlik ta'sirini o'rganish maqsadida Xorazm Ma'mun akademiyasining amaliy tajribalar yer uchastkasida tajribalar olib borildi. Natijada yumshoq bug'doyning "Krasnodar 99" navi tarkibidagi umumiy oqsillarning qiymati nazoratda 15.12%, biostimulyatorlar ta'sirida esa 27.39% gacha ortganligi kuzatildi. Tritikalening "Sardor" navida esa umumiy oqsillarning qiymati nazoratda 14.76%, biostimulyatorlar ta'sirida esa 18.81% gacha ortganligi kuzatildi.

Tajribalarda komplekslar ta'sirida nazoratga nisbatan kleykovinaning miqdori o'rtacha 4-4.5% ga yuqoriligi aniqlandi. Bu qiymat GKMAT:adenin 4:1, GKMAT:kinetin 4:1, GKMAT:kinetin 9:1, GKUKT:kinetin 9:1, GKUNT:adenin 9:1 komplekslarida yaqqolroq ko'zga tashlandi.

Supramolekulyar komplekslar ta'sirida olingan hosil tarkibidagi makro va mikro elementlar miqdori nazoratga nisbatan o'zgarib, Ca (7-8%) va Fe (21%) oshganligi kuzatildi.

Olib borilgan laboratoriya va dala sharoitidagi tajribalar natijasida GKMAT:adenin 4:1, GKMAT:kinetin 4:1, GKMAT:kinetin 9:1 GKUKT:kinetin 2:1 komplekslari kelgusida istiqbolli biostimulyatorlar sifatida tavsiya etildi va ularni qo'llash bo'yicha yo'riqnomalar ishlab chiqildi.

Dissertatsiyaning «**Tajriba qismi**» deb nomlangan to'rtinchi bobida olib borilgan tadqiqot ob'ektlari, foydalanilgan asbob uskunalar, texnik GKdan GK va uning tuzlarini ajratib olish, tozalash usullari, GK va uning tuzlari bilan sitokininlarning komplekslarini olish, ularning reologik xossalarini hamda biologik faolliklarini aniqlash usullari batafsil keltirilgan.

## XULOSALAR

1. Glitsirrizin kislotasi va uning tuzlarini adenin hamda kinetin bilan turli xil molyar nisbatlardagi suvda eruvchan 30 ta supramolekulyar komplekslari olindi, spektral hamda reologik xususiyatlarini o'rganish asosida, komplekslarni barqarorlashtiruvchi kuchlar vodorod bog'lari, gidrofob-gidrofob, ion-dipol' ( $-\text{NH}_3^+\cdots\text{O}-\text{H}$ ,  $\text{N}^+\cdots\text{OH}$ ) hamda elektrostatik ( $-\text{COO}^-\cdots\text{NH}_3^+$ ) ta'sirlashuvlar ekanliklari isbotlandi.

2. Kukunli difraktometriya usuli yordamida olingan supramolekulyar komplekslarning kristallanish darajasi o'rganildi. Ularning hajmi va tomonlari uzunliklarining o'zgarib, kristall panjara shakli monoklinik shakldan tetragonal shaklga o'tishi kompleks hosil bo'lishi natijasida ularning kristallik darajasi va shakli o'zgarishi ko'rsatildi.

3. Xromato-mass-spektrometriya usuli yordamida GK:Kinetin 2:1 kompleksining mass-spektrlari tahlil qilindi va asosiy molekulyar iondan tashqari dastlabki moddalarning monomer, dimer hamda trimerlariga tegishli molekulyar ion signalari bilan birga  $[\text{M}^{\text{GK}}+\text{M}^{\text{Kinetin}}+\text{H}]^+$  va  $[2\text{M}^{\text{GK}}+\text{M}^{\text{Kinetin}}+\text{H}]^+$  larga tegishli ionlarning kuzatilganligi, komplekslarda GK va kinetin molekularlari o'zaro nokovalent ta'sirlashuvlar hisobiga muvofiqlashganligi isbotlandi.

4. Olingan supramolekulyar komplekslarning ta'sirida "Krasnodar 99" navining unish-rivojlanish jarayonida  $\alpha$ -amilaza fermenti faolligi ortganligi, don tarkibidagi umumiy oqsillar miqdori boshqalariga nisbatan GKTKT:adenin 9:1 kompleksi ta'sirida 27,39% ga oshganligi aniqlandi.

5. Supramolekulyar komplekslar ta'sirida donlar tarkibidagi makro va mikro elementlar miqdori nazoratga nisbatan qiyosiy o'rganilganda, Ca 7-8%, Fe 21% gacha hamda kleykovina miqdori ortganligidan donning sifati yaxshilanishi ko'rsatib berildi.

6. Dala sharoitida supramolekulyar komplekslar ta'sirida bug'doyning "Krasnodar 99" va tritikalening "Sardor" navida hosildorlik mos ravishda 12 va 15 ts/ga ortganligi hamda ulardan kelajakda istiqbolli biostimulyatorlar sifatida foydalanishga tavsiya qilindi, qo'llash bo'yicha yo'riqnomalari ishlab chiqildi.

**НАУЧНЫЙ СОВЕТ PhD.03/30.12.2019.K.05.01 ПО ПРИСУЖДЕНИЮ  
УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ ФЕРГАНСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ  
УНИВЕРСИТЕТЕ**

---

**ХОРЕЗМСКАЯ АКАДЕМИЯ МАЪМУНА**

**МАТМУРАТОВ БАХТИШОД ЯНГИБОЕВИЧ**

**ПОЛУЧЕНИЕ СУПРАМОЛЕКУЛЯРНЫХ КОМПЛЕКСОВ  
ГЛИЦИРРИЗИНОВОЙ КИСЛОТЫ И ЕЕ СОЛЕЙ С НЕКОТОРЫМИ  
ЦИТОКИНИНАМИ И ИХ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ**

**02.00.10 – Биоорганическая химия**

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

**Фергана – 2023**

**Тема диссертации доктора философии по химическим наукам (PhD) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Узбекистана под номером № В2022.4.PhD/К500.**

Диссертация доктора философии (PhD) выполнена в Хорезмской Академии Мамуна  
Автореферат диссертации на трех языках (узбекский, русский, английский (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета при Ферганского государственного университета ([www.fdu.uz](http://www.fdu.uz)) и информационно-образовательном портале «ZiyoNet» ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

<b>Научный руководитель:</b>	<b>Матчанов Алимжан Давлатбоевич</b> доктор химических наук, профессор
<b>Официальные оппоненты:</b>	<b>Арипова Салимахон Фазиловна</b> доктор химических наук, профессор <b>Абдулладжанова Нодира Гуломжановна</b> доктор химических наук, профессор
<b>Ведущая организация:</b>	<b>Национальный университет Узбекистана</b>

Защита диссертации состоится “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 г. в \_\_\_ часов на заседании Научного совета № PhD.03/30.12.2019.К.05.01 при Ферганском государственном университете (адрес: 150100, г. Фергана, ул. Мураббийлар, 19-дом. Тел.: (99873) 244-44-02; факс: (99873) 244-44-91).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Ферганского государственного университета (за № \_\_\_\_\_) по адресу: 150100, г. Фергана, ул. Мураббийлар 19,. Тел. (99873) 244-44-02, факс (99873) 244-44-93.

Автореферат диссертации разослан “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 г.  
(реестр протокола рассылки № \_\_\_\_\_ от “\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023 г).

**В.У. Хужаев**  
председатель Научного совета по  
присуждению учёных степеней, д.х.н., профессор

**М. Ё. Имомова**  
учёный секретарь Научного совета  
по присуждению учёных степеней,  
доктор философии по химическим наукам (PhD)

**Ш. В. Абдуллаев**  
председатель Научного семинара при Научном  
совете по присуждению учёных степеней, д.х.н., профессор

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

**Актуальность и востребованность темы диссертации.** На сегодняшний день создание эффективных биостимуляторов для повышения качества пищевых продуктов растительного происхождения и их культивировании является одной из актуальных тем для химиков во всем мире. Однако широкое применение различных химических препаратов (пестициды, фунгициды и акарициды) с целью повышения урожайности и качества сельскохозяйственных культур отрицательно сказывается на качестве продукции. В связи с этим важное значение имеет использование биостимуляторов, созданных на основе природных биологически активных веществ, которые являются экологически чистыми и не имеют побочных эффектов.

В мире большое внимание уделяется выделению биологически активных веществ из состава растений и изучению механизмов их влияния на рост растений, продуктивность и качество продукции. При этом положительно оценивается использование цитокининов (аденина и кинетина), выполняющих функцию рецепторов внешних сигналов во внутренних тканях растения. Под влиянием цитокининов активируются ферменты в растительной клетке, повышается уровень стабильности мембраны. Положительно влияя на обмен веществ, повышают устойчивость к внешним стрессовым факторам.

В нашей республике сегодня внедряются в практику научные и инновационные достижения в области повышения урожайности и улучшения качества зерновых культур, особое внимание уделяется использованию экологически безопасных соединений на основе биологически активных веществ. В Стратегии действий по дальнейшему развитию Республики Узбекистан и Указом Президента<sup>1</sup> отмечены отдельные задачи по «Поощрению научно-исследовательской и инновационной деятельности, созданию эффективных механизмов внедрения в практику достижений науки и инноваций». Поэтому научные результаты по применению природных биологически активных соединений для улучшения качества и урожайности зерновых культур являются актуальными.

Данная диссертационная работа в определенной степени служит для реализации важных задач, поставленных указом а также в постановлении Президента ПП-2640 от 24 октября 2016 года «О мерах по совершенствованию системы защиты растений и агрохимического обслуживания сельского хозяйства», постановлении Президента Республики Узбекистан, от 17.04.2018 г. № УП-5418 «О мерах по коренному совершенствованию системы государственного управления сельским и

---

<sup>1</sup> Президента Республики Узбекистан от 28 января.2022 г. N УП-60 "О Стратегии развития Нового Узбекистана на 2022-2026 годы",

водным хозяйством». от 17.06.2019 г. № УП-5742 «О мерах по эффективному использованию земельных и водных ресурсов в сельском хозяйстве», ПМ-546 от 8 сентября 2020 года «О мерах по выращиванию колосовых зерновых культур в 2021 году».

**Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики.** Данные исследования выполнены в соответствии с приоритетным направлением развития республиканской науки и технологии V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

**Степень изученности проблемы.** На сегодняшний день во многих научно-исследовательских центрах мира исследуется влияние ряда химических препаратов на рост и развитие растений. Ряд организаций, в том числе Международный центр сельскохозяйственных исследований засушливых земель (ICARDA), по использованию биологически активных веществ для контроля воздействия внешних факторов на повышение их продуктивности, Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединенных Наций (ФАО), Англия (Гластрон, 1999 г.), Австралия (Сергей Шаба-ла и др., 2009 г., Леонард и Сабо, 2005 г.), Япония (Такеучи, 1992 г., Хираи, 1991 г., Камуро, 1992, Кондо, 1996) и отражены в результатах научных исследований, проведенных в Университете штата Вашингтон (США). Также в странах Содружества Независимых Государств (СНГ) такие физиологические особенности стероидных гликозидов, как влияние на обмен веществ в растениях, их продуктивность, устойчивость к патогенам и внешним экстремальным факторам, были изучены Н.Л. Радюкиной и соавт. (2009), Ф.М.Шакировой (2001, 2006), П.К.Кинтя (1993), А.Г.Якоте (1993,1997), А.Ф.Кириловым (2002, 2008), Г.В.Шишкану (2008), Л.Физер (1986), Г.А.Карповой (2008) в нескольких научных исследованиях.

В нашей республике также достигнуты эффективные результаты научных исследований в этом направлении. В частности, ученые Института биоорганической химии АН РУз и Института химии растительных веществ Д.Н.Далимов, А.А.Ахунов, Х.М. Шахидоятов, К.А. Абдуазимов, А.Д.Матчанов, М.Б.Гафуров, Х.Х.Кушиев применили в медицинской и сельскохозяйственной практике биостимуляторы на основе комплексных соединений различных производных глицирризиновой кислоты (ГК), полипренолов листьев хлопчатника.

Однако несмотря на то, что в этом направлении проведено много исследований, не были получены и не внедрены в медицину и сельское хозяйство супрамолекулярные комплексы глицирризиновой кислоты и ее солей с цитокининами. Такие исследования могут послужить основой для широкого использования полученных супрамолекулярных комплексов в качестве биостимуляторов в сельском хозяйстве.

**Связь диссертационной работы с тематическими планами НИР научно-исследовательского предприятия.** Диссертационная работа выполнена в рамках практических проектов Хорезмской Академии Мамуна «Физико-химические исследования производных экстракта корня солодки», «Выращивание лекарственных растений в условиях Хорезмской области и разработка биологически активных добавок на их основе».

**Целью исследования:** заключается в получении водорастворимых супрамолекулярных комплексов ГК и ее солей с цитокининами в различных молярных соотношениях и изучении их биологической активности.

**Задачи исследования:**

- выделение чистых ГК и ее солей из технической глицирризиновой кислоты и их идентификация сравнением с литературными данными;
- получение водорастворимых супрамолекулярных комплексов ГК и ее солей с аденином и кинетином в различных молярных соотношениях, изучение их физико-химических и спектральных свойств;
- изучить природу стабилизирующих сил на основе реологических свойств комплексных соединений, определить значения констант устойчивости и свободной энергии Гиббса;
- изучение степени кристалличности супрамолекулярных комплексов методом порошковой дифрактометрии;
- изучение влияния комплексных соединений на всхожесть, качество, уровень питательности и количество макро-микроэлементов в зерновых культурах;
- в результате биостимулирующего действия комплексных соединений на колосовые зерновые растения применение решение с оптимальной концентрацией в полевых условиях и разработка рекомендаций к нему.

**Объектами исследования** выбраны глицирризиновая кислота и ее соли, выделенные из корня растения солодки голой (*Glycyrrhiza glabra L.*), цитокинины (аденин, кинетин) и их супрамолекулярные комплексы, сорта тритикале «Сардор» и мягкой пшеницы «Краснодар 99».

**Предметом исследования** является получение супрамолекулярных комплексов аденина и кинетина на основе ГК и ее солей, определение их структуры, физико-химических свойств и биологической активности.

**Методы исследования.** В ходе исследовательской работы были использованы химические (экстракция, очистка, осаждение, перекристаллизация, титрование, гидролиз, нейтрализация), современные инструментальные методы ультрафиолетовой (УФ) и инфракрасной (ИК) спектроскопии, метод ВЭЖХ, порошковая дифрактометрия, масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС), масс-спектрометрия высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ МС), биохимический, физиологический, информационно-компьютерный методы анализа. Статистическую обработку полученных результатов проводили с

помощью программ Excel 2003 (Microsoft Office; США) и Origin Pro v. 8.5 SR1 (EULA, Northampton, MA 01060-4401, США).

**Научная новизна работы** заключается в следующем:

на основе глицирризиновой кислоты и ее солей получено 30 супрамолекулярных комплексов аденина и кинетина с различным мольным соотношением и на основании изученных спектральных и реологических особенностей доказано, что силами, стабилизирующими комплексы являются водородные связи, гидрофоб-гидрофобные, ион-дипольные ( $-\text{NH}_3^+\cdots\text{O}-\text{H}$ ,  $\text{NH}^+\cdots\text{OH}^-$ ), а также электростатические взаимодействия, также изучением значений констант устойчивости и свободной энергии Гиббса в среде фосфатных буферов показана устойчивость этих комплексов и в условиях засолённости;

впервые изучением степени кристаллизации супрамолекулярных комплексов, длин сторон и объёма решетки методом порошковой дифрактометрии, показано, что форма кристаллической решетки переходит от моноклинной к тетрагональной и в результате комплексообразования изменяются их степень кристалличности и форма;

на основе результатов ИК-спектроскопического анализа и наблюдения в масс-спектрах, кроме сигналов основных молекулярных ионов, ионов, относящихся к мономеру, димерам и тримерам, ионов  $[\text{M}^{\text{ГК}}+\text{M}^{\text{Цитокинин}}+\text{H}]^+$   $[2\text{M}^{\text{ГК}}+\text{M}^{\text{Цитокинин}}+\text{H}]^+$  доказано сочетание молекул ГК и цитокинина в комплексах за счет нековалентных взаимодействий;

показано, что под действием полученных супрамолекулярных комплексов на сорт пшеницы «Краснодар 99» в процессе прорастания-развития повысилась активность фермента  $\alpha$ -амилазы, выявлено, что под действием комплекса ГКТКТ:аденин 9:1 общее количество белков увеличилось на 27,39 % по сравнению с другими и за счет увеличения количества макро- и микроэлементов по сравнению с контролем, увеличения количества клейковины, Са – до 7-8%, Fe – до 21% качество пшеницы улучшилось.

**Практические результаты исследований** состоят в следующем:

установлено увеличение общего количества белков в составе пшеницы под действием всех полученных супрамолекулярных комплексов на основе ГК и её солей. Под воздействием ГКТКТ:аденин 9:1 общее количество белков увеличилось на 27,39 % (в контроле 15,12 %). Установлено увеличение количества клейковины пшеницы по сравнению с контролем на 4,5 % под действием комплексов ГКМАТ:аденин 4:1, ГКМАТ:кинетин 4:1, ГКМАТ:кинетин 9:1, ГКТКТ:кинетин 2:1, а также ГКТНТ:аденин 9:1 по сравнению с контрольным вариантом;

полученные супрамолекулярные комплексные соединения ГК и её солей с цитокининами имеют отчетливое положительное влияние на активность  $\alpha$ -амилазы при прорастании и развитии колосовых зерновых растений и вместе

с тем на химический состав зерна, клейковины, общее количество белка, раскрыты возможности использования этих биостимуляторов для повышения урожайности зерновых культур и улучшения их пищевой ценности.

**Достоверность результатов исследования:** Достоверность результатов научных исследований при изучении полученных супрамолекулярных комплексов основана на применении современных физико-химических (УФ, ИК-спектроскопия, ВЭЖХ, использовали порошковую дифрактометрию, ИБФ МС, ВЭЖХ МС) и биологических методов исследования; результаты исследований были обсуждены на национальных и международных научных конференциях, результаты экспериментов были опубликованы в республиканских и международных научных журналах, признанных ВАК при КМ Республики Узбекистан.

#### **Научная и практическая значимость результатов исследования:**

Научная значимость результатов исследований заключается в том, что получены супрамолекулярные комплексы ГК и ее солей с цитокининами (аденином, кинетином) в различных молярных соотношениях, изучены их химическая структура, реологические свойства в водных растворах, рассчитаны константы устойчивости и свободные энергии Гиббса, анализ комплексов методом порошковой дифрактометрии выявил различия в форме и размерах кристаллов по сравнению с исходными веществами.

Практическая значимость исследований заключается в том, что на основе ГК и ее солей и цитокининов (аденина, кинетина) созданы биостимуляторы, оказывающие положительное влияние на рост и развитие зерновых растений, и испытаны в полевых условиях в фермерском хозяйстве «Эзола-Талибжон» Гурланского района Хорезмской области, на полях «Научно-исследовательского института богарного земледелия» города Галляарал Джизакской области на зерновых культурах. Изучена взаимосвязь между структурой супрамолекулярных комплексных соединений и их биологической активностью, что в свою очередь служит научной основой для биостимуляторов нового поколения на основе ГК и цитокининов.

**Внедрение результатов исследования.** На основе результатов по получению супрамолекулярных комплексов ГК и ее солей с цитокининами в различных соотношениях и их биологической активности:

Комплексы МАСГК: аденин 4:1, МАСГК: кинетин 4:1, ТКСГК: аденин 9:1 испытаны на пшенице сорта «Краснодар-99» на фермерском хозяйстве «Эзола Талибжон» Гурланского района Хорезмской области и на опытном поле «Научно-исследовательского института богарного земледелия», расположенного в городе Галлаорол Джизакской области на тритикале сорта "Сардор" (справка № 07/23-04/8344 Министерства сельского хозяйства Республики Узбекистан от 11 ноября 2022 года). В результате отмечено увеличение урожайности сорта Краснодар 99 на 5,9-6,8 т/га, а сорта Тритикале Сардар на 2,5 т/га.

Комплексы МАСГК:аденин 4:1, МАСГК:кинетин 4:1, ТКСГК:аденин 9:1 были испытаны на сорте пшеницы Краснодар-99 на поле ТОО «Z-Агро», расположенном в Туркестанской области. Республики Казахстан. (акт ТОО «Z-Агро» от 15 июля 2022 г.) В результате у пшеницы отмечено улучшение всхожести семян, повышение устойчивости корневой системы к болезням и неблагоприятным погодным условиям в 1,5-2,0 раза по сравнению с контролем.

Полученные комплексы использовали в качестве биостимуляторов при выращивании батата и картофеля *in vitro* в проекте ИТД-9-27 «Анализ свойств устойчивости к абиотическим факторам батата, картофеля и топинамбура и создание солеустойчивых линий» методом *in vitro* (Министерство высшего и среднего специального образования РУз № 89-06-34 от 9 сентября 2022 года). В результате было получено в 1,2 раза больше свободных от патогенов саженцев.

**Апробация результатов исследования.** Результаты данного диссертационного исследования обсуждены на 2 международных и 7 республиканских научно-практических конференциях.

**Опубликованность результатов исследования.** Всего по теме диссертации опубликовано 14 научных работ. Из них в научных изданиях опубликовано 5 статей, в том числе 2 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, в которых рекомендовано к публикации основные научные результаты диссертаций ВАК РУз.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа состоит введения, 4 глав, выводов, списка использованной литературы и приложения. Объем диссертационной работы составляет 94 страниц.

## ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во вводной части диссертации обосновывается актуальность и важность темы диссертации, ее цели и задачи, выражаются объект и предмет исследования, представлено соответствие направлению развития науки и техники в Республике Узбекистан, а также описаны научные инновации и практические результаты исследований, обосновывается достоверность полученных результатов, раскрывается теоретическая и практическая значимость результатов, даются основания внедрения результатов исследования в практику, представляются опубликованные научные работы и информация о структуре диссертации.

Аналізу литературы посвящена первая глава диссертации **«Получение супрамолекулярных комплексов на основе глицирризиновой кислоты и их биологическая активность»** проведен анализ химического состава растения солодки, ГК и ее солей, придающих ему лечебные свойства, а также способы получения супрамолекулярных комплексов на их основе, изучение структур комплексов и биологической активности по литературным данным.

Во второй главе диссертации «Получение супрамолекулярных комплексов на основе глицирризиновой кислоты и ее солей, изучение их физико-химических и спектральных свойств» речь идет о получении супрамолекулярных комплексов ГК и ее солей с цитокининами, физических свойствах всех полученных новых супрамолекулярные комплексы, посвященные изучению химических свойств, анализу спектральных данных.

С помощью известных методов получены супрамолекулярные комплексы ГК и ее солей с цитокининами (аденином, кинетином) в различных молярных соотношениях и определены их физико-химические свойства (табл. 1), константы устойчивости и значения свободной энергии Гиббса. На основании физико-химических свойств полученных комплексов (УФ-, ИК-спектроскопия, масс-спектрометрия) доказано их строение.

Супрамолекулярные комплексы ГК и ее солей с некоторыми цитокининами (аденином, кинетином) получали по следующей схеме.

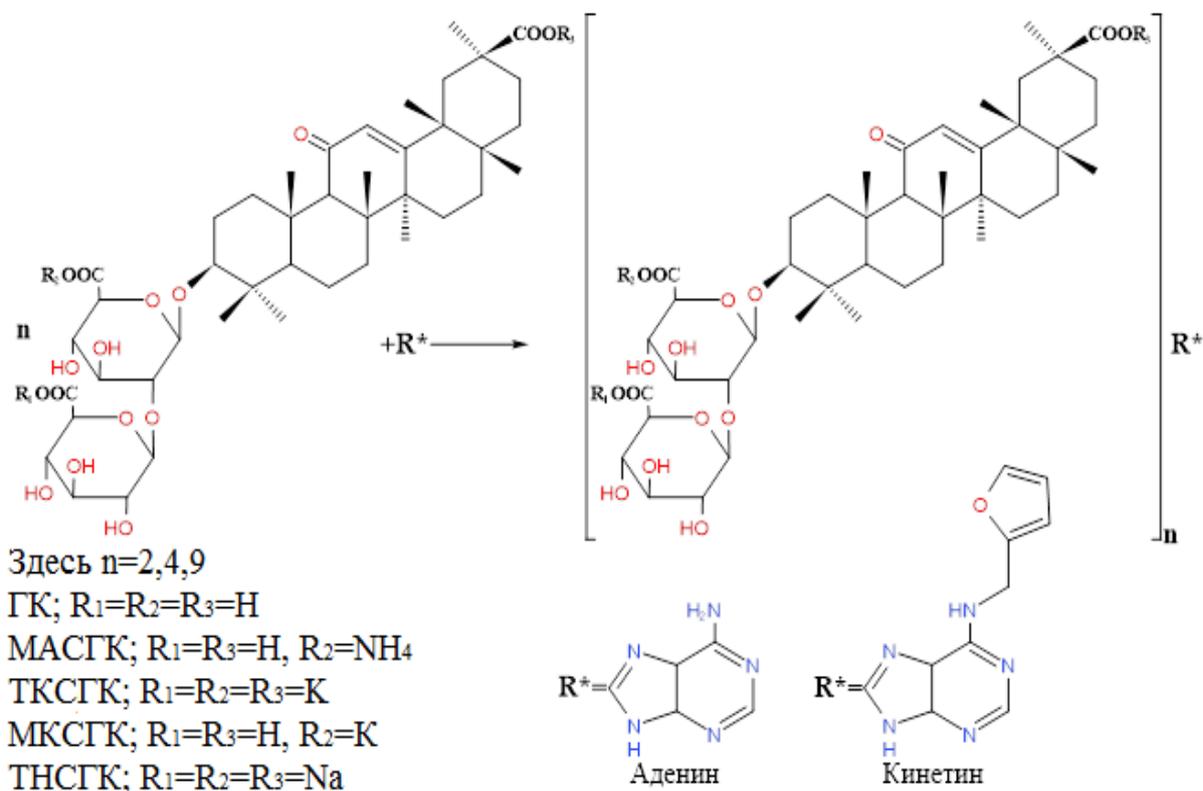


Схема 1. Получение супрамолекулярных комплексов аденина и кинетина с ГК, МАСГК (моноаммонийная соль глицирризиновой кислоты), МКСГК (монокалиевая соль глицирризиновой кислоты), ТКСГК (трикалийевая соль глицирризиновой кислоты), ТНСГК (тринатриевая соль глицирризиновой кислоты).

Таблица 1

**Некоторые физико-химические параметры полученных  
супрамолекулярных комплексов**

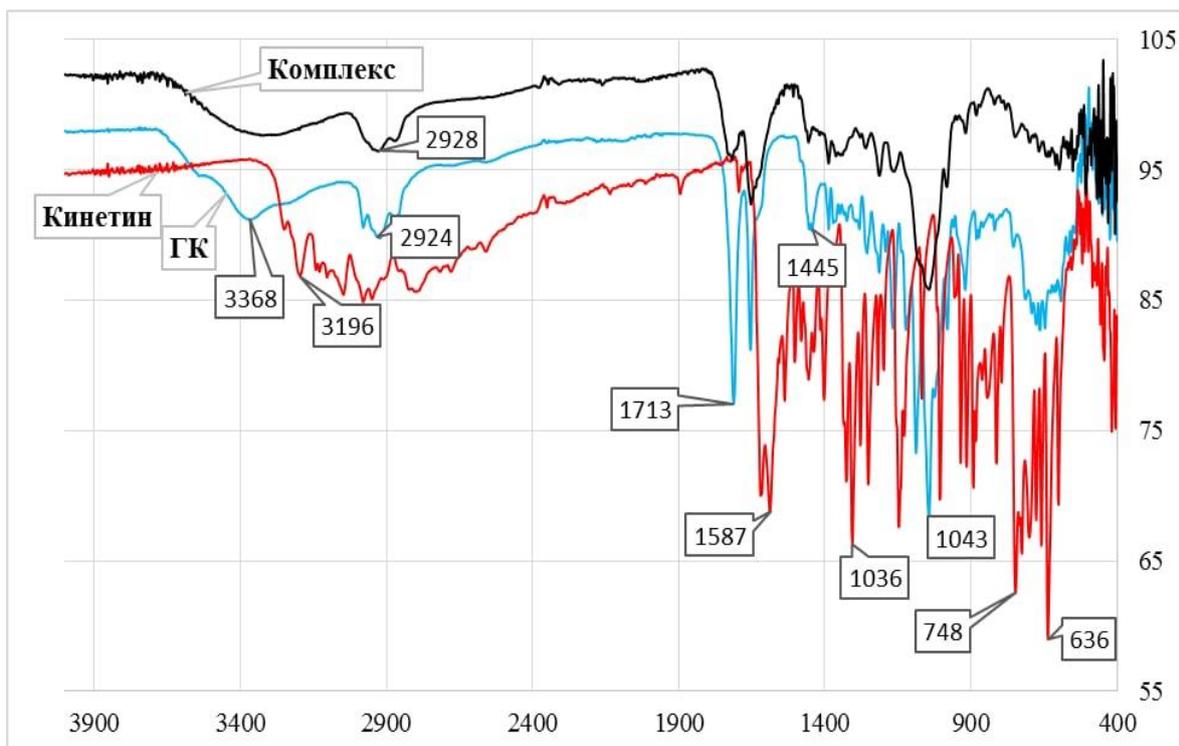
№	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Циток инин	Соотно шение	T <sub>разл</sub> , °C (±1)	Каличес- тво%	УФ λ <sub>max</sub> , нм (lgε)	Колебательные частоты в ИК спектре, см <sup>-1</sup>
1	H	H	H	Ад	2:1	194	88%	259,7 (4,87)	ν(OH, NH) = 3309, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2933, ν(C=O) = 1697, ν(C=O) = 1654 (11C=O), ν(C=C, C=N) = 1458, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1386, 1211, 1170 1033, δ(O-H) = 1033, δ(CH) = 979.
2	H	H	H	Ад	4:1	201	89%	257,9 (4,51)	ν(OH, NH) = 3412, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2957, 2872 ν(C=O) = 1718, ν(C=O) = 1655 δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1458, 1386, 1363, 1261, 1213, δ(O-H) = 1042, δ(CH) = 979
3	H	H	H	Ад	9:1	204	90%	257,9 (4,42)	ν(OH, NH) = 3420, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2928, 2143, 2063, ν(C=O) = 1722, (11C=O), ν(C=C, C=N) = 1647, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1387, 1259, 1211, 1170, δ(O-H) = 1036, δ(CH) = 980
4	H	H	H	Кин	2:1	206	91%	264 (4,46)	ν(OH, NH) = 3339, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2928, ν(C=O) = 1718, ν(C=O) = 1653 ( <sup>13</sup> C=O), ν(C=C, C=N) = 1593, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1386, 1346 1259, 1213, 1163, δ(O-H) = 1043, δ(CH) = 982
5	H	H	H	Кин	4:1	204	92%	261 (4,54)	ν(OH, NH) = 3339, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2930, ν(C=O) = 1728, 1699, ν(C=O) = 1651 ( <sup>13</sup> C=O), ν(C=C, C=N) = 1591, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1387, 1261, 1213, 1168, δ(O-H) = 1044, δ(CH) = 982
6	H	H	H	Кин	9:1	202	93%	260 (4,07)	ν(OH, NH) = 3368, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2938, ν(C=O) = 1717, 1699, ν(C=O) = 1651 ( <sup>13</sup> C=O), ν(C=C, C=N) = 1591, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1387, 1362 1260, 1213, 1169, δ(O-H) = 1043, δ(CH) = 982
7	H	NH <sub>4</sub>	H	Ад	2:1	183	90%	260,3 (4,37)	ν(OH, NH) = 3199, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2934, 2864 ν(C=O) = 1657, ν(C=O) = 1593 (11C=O), ν(C=C, C=N) = 1589, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1454, 1418, 1386, 1366, 1308, δ(O-H) = 1040, δ(CH) = 980
8	H	NH <sub>4</sub>	H	Ад	4:1	175	91%	259,7 (4,57)	ν(OH, NH) = 3198, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2934, 2868 ν(C=O) = 1699, ν(C=O) = 1653 ( <sup>13</sup> C=O), ν(C=C, C=N) = 1589, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1418, 1389, 1364, 1279, 1261, 1213, 1167, δ(O-H) = 1040, δ(CH) = 980
9	H	NH <sub>4</sub>	H	Ад	9:1	178	92%	259,7 (4,45)	ν(OH, NH) = 3219, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2926, 2866 ν(C=O) = 1703, ν(C=O) = 1645 ( <sup>13</sup> C=O), ν(C=C, C=N) = 1589, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1454, 1418, 1391, 1362, 1279, 1213, 1165, δ(O-H) = 1040, δ(CH) = 980
10	H	NH <sub>4</sub>	H	Кин	2:1	190	93%	280 (4,47)	ν(OH, NH) = 3200, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2947, 2878 ν(C=O) = 1703, ν(C=O) = 1622 ( <sup>13</sup> C=O), ν(C=C, C=N) = 1589, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1446, 1416, 1304, 1254, 1213, δ(O-H) = 1040, δ(CH) = 980
11	H	NH <sub>4</sub>	H	Кин	4:1	192	91%	262 (4,60)	ν(OH, NH) = 3198, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2941, 2864 ν(C=O) = 1705, ν(C=O) = 1620 ( <sup>13</sup> C=O), ν(C=C, C=N) = 1589, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1454, 1417, 1390, 1362, 1304, 1279, 1213, 1157, δ(O-H) = 1039, δ(CH) = 980
12	H	NH <sub>4</sub>	H	Кин	9:1	194	92%	260 (4,43)	ν(OH, NH) = 3196, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2978, 2880 ν(C=O) = 1705, ν(C=O) = 1645 ( <sup>13</sup> C=O), ν(C=C, C=N) = 1589, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1418, 1387, 1261, 1213, 1167, δ(O-H) = 1034, δ(CH) = 980
13	H	K	H	Ад	2:1	238	93%	259,7 (4,70)	ν(OH, NH) = 3321, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2949, ν(C=O) = 1653, ν(C=O) = 1601 (11C=O), ν(C=C, C=N) = 1456, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1363, 1331, 1305, 1254, 1213, δ(O-H) = 1032, δ(CH) = 980
14	H	K	H	Ад	4:1	220	95%	258,5 (4,52)	ν(OH, NH) = 3335, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2938, 2878 ν(C=O) = 1717, ν(C=O) = 1661 δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1418, 1387, 1352, 1261, 1211, δ(O-H) = 1030, δ(CH) = 978
15	H	K	H	Ад	9:1	248	93%	257,9 (4,59)	ν(OH, NH) = 3385, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2930, 2876, 2361, ν(C=O) = 1705, (11C=O), ν(C=C, C=N) = 1653, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1387, 1216, 1211, 1167, δ(O-H) = 1032, δ(CH) = 980
16	H	K	H	Кин	2:1	221	94%	263,5 (4,60)	ν(OH, NH) = 3649, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2922, 2862 ν(C=O) = 1705, ν(C=O) = 1616 ( <sup>13</sup> C=O), ν(C=C, C=N) = 1559, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1373, 1329 1254, 1211, 1150, δ(O-H) = 1032, δ(CH) = 978
17	H	K	H	Кин	4:1	196	92%	262,3 (4,54)	ν(OH, NH) = 3566, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2924, 2868, 2358, ν(C=O) = 1705, 1653, ν(C=O) = 1614 ( <sup>13</sup> C=O), ν(C=C, C=N) = 1558, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1394, 1277, 1211, 1165, δ(O-H) = 1032, δ(CH) = 980
18	H	K	H	Кин	9:1	214	92%	259,7 (4,42)	ν(OH, NH) = 3566, ν(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 2924, ν(C=O) = 1717, 1653, ν(C=O) = 1608, ( <sup>13</sup> C=O), ν(C=C, C=N) = 1559, δ(CH <sub>3</sub> , CH <sub>2</sub> , CH) = 1456, 1387, 1261, 1211, 1167, δ(O-H) = 1030, δ(CH) = 920

## Продолжение таблицы 1

19	К	К	К	Ад	2:1	214	91%	260,4 (4,64)	$\nu(\text{OH, NH})=3285, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=2922, 2864 \nu(\text{C=O})=1603, \nu(\text{C=O}), ({}^{11}\text{C=O}), \nu(\text{C=C, C=N})=1514, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1456, 1391, 1362, 1287, 1169, \delta(\text{O-H})=1042, \delta(\text{CH=})=939$
20	К	К	К	Ад	4:1	206	93%	259,8 (4,52)	$\nu(\text{OH, NH})=3200, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=2926, \nu(\text{C=O})=1601, \nu(\text{C=O})=1653 ({}^{11}\text{C=O}), \nu(\text{C=C, C=N})=1514, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1514, 1454, 1393, 1360, 1287, 1169, \delta(\text{O-H})=1040, \delta(\text{CH=})=939$
21	К	К	К	Ад	9:1	226	93%	259,6 (4,32)	$\nu(\text{OH, NH})=3260, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=2924, \nu(\text{C=O}), \nu(\text{C=O})=1601 ({}^{11}\text{C=O}), \nu(\text{C=C, C=N})=1557, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1514, 1393, 1287, \delta(\text{O-H})=1040, \delta(\text{CH=})=939$
22	К	К	К	Кин	2:1	221	96%	263,0 (4,03)	$\nu(\text{OH, NH})=3215, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=2930, 2864 \nu(\text{C=O}), \nu(\text{C=O}) ({}^{11}\text{C=O})=1595, \nu(\text{C=C, C=N})=1558, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1456, 1396, 1362, 1286, 1251, 1217, 1148, \delta(\text{O-H})=1042, \delta(\text{CH=})=939$
23	К	К	К	Кин	4:1	208	95%	262,4 (4,54)	$\nu(\text{OH, NH})=3246, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=2924, \nu(\text{C=O})=1601, \nu(\text{C=O}) ({}^{11}\text{C=O}), \nu(\text{C=C, C=N})=1557, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1510, 1454, 1393, 1360, 1286, 1215, \delta(\text{O-H})=1040, \delta(\text{CH=})=939$
24	К	К	К	Кин	9:1	195	96%	261,2 (4,55)	$\nu(\text{OH, NH})=3246, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=2924, \nu(\text{C=O}), \nu(\text{C=O})=1601 ({}^{11}\text{C=O}), \nu(\text{C=C, C=N})=1559, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1508, 1456, 1394, 1362, 1286, 1215, 1167, \delta(\text{O-H})=1040, \delta(\text{CH=})=936$
25	Na	Na	Na	Ад	2:1	192	95%	260,8 (6,52)	$\nu(\text{OH, NH})=3036, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH}), \nu(\text{C=O})=1778, \nu(\text{C=O})=1634 ({}^{11}\text{C=O}), \nu(\text{C=C, C=N})=1564, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1435, 1362, 1310, 1242, 1119 \delta(\text{O-H})=1041, \delta(\text{CH=})=943.$
26	Na	Na	Na	Ад	4:1	190	95%	260,8 (4,46)	$\nu(\text{OH, NH})=3001, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=2957, 2872 \nu(\text{C=O})=1773, \nu(\text{C=O})=1612 \nu(\text{C=C, C=N})=1560, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1429, 1362, 1290, 1242, 1169, \delta(\text{O-H})=1032, \delta(\text{CH=})=945$
27	Na	Na	Na	Ад	9:1	206	92%	260,4 (4,64)	$\nu(\text{OH, NH})=3026, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH}), \nu(\text{C=O}), ({}^{11}\text{C=O}), \nu(\text{C=C, C=N})=1684, \nu(\text{C=C, C=N})=1560, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1456, 1431, 1313, 1200, \delta(\text{O-H})=991, \delta(\text{CH=})=949$
28	Na	Na	Na	Кин	2:1	203	94%	265,8 (4,56)	$\nu(\text{OH, NH})=3026, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH}), \nu(\text{C=O}), \nu(\text{C=O})=1618 ({}^{11}\text{C=O}), \nu(\text{C=C, C=N})=1570, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1437, 1364, 1308, 1252, 1157, \delta(\text{O-H})=1047, \delta(\text{CH=})=936$
29	Na	Na	Na	Кин	4:1	200	93%	263,6 (4,08)	$\nu(\text{OH, NH})=3017, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH}), \nu(\text{C=O})=1734, \nu(\text{C=O})=1624 ({}^{11}\text{C=O}), \nu(\text{C=C, C=N})=1560, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1449, 1412, 1362, 1317, 1238, 1200, 1159, \delta(\text{O-H})=1030, \delta(\text{CH=})=947$
30	Na	Na	Na	Кин	9:1	205	96%	262,8 (4,33)	$\nu(\text{OH, NH})=3026, \nu(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH}), \nu(\text{C=O})=1869, \nu(\text{C=O})=1618 ({}^{11}\text{C=O}), \nu(\text{C=C, C=N})=1560, \delta(\text{CH}_3, \text{CH}_2, \text{CH})=1437, 1362, 1341, 1244, 1163, \delta(\text{O-H})=1045, \delta(\text{CH=})=945$

Ад-аденин, Кин-кинетин

В ИК спектре частоты валентных колебаний групп ОН в молекуле ГК наблюдались в виде широкого плеча в области  $3368 \text{ см}^{-1}$ , частоты валентных колебаний групп  $\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_2$  проявлялись в области  $2924\text{-}2868 \text{ см}^{-1}$ , а карбоксильные группы в молекуле ГК при частотах валентных колебаний  $1713 \text{ см}^{-1}$ , относящихся к карбонильной части, наблюдались. Частота валентных колебаний карбонильной группы, расположенной в положении С-11 в агликоновой части молекулы ГК, проявлялась в интенсивном состоянии в области  $1656\text{-}1653 \text{ см}^{-1}$ . При  $1446\text{-}1143 \text{ см}^{-1}$  формировались частоты деформационных колебаний групп  $\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_2$ . В области  $1087\text{-}1043 \text{ см}^{-1}$  наблюдались частоты валентных колебаний связей С-О-С и С-О-Н в молекуле, а частоты деформационных колебаний группы (=СН) при  $985\text{-}975 \text{ см}^{-1}$  отсутствовали. Валентная частота колебаний группы –NH в молекуле кинетина наблюдалась при  $3198\text{-}3193 \text{ см}^{-1}$ , а частоты колебаний связи С=Н –  $1592\text{-}1588 \text{ см}^{-1}$ .



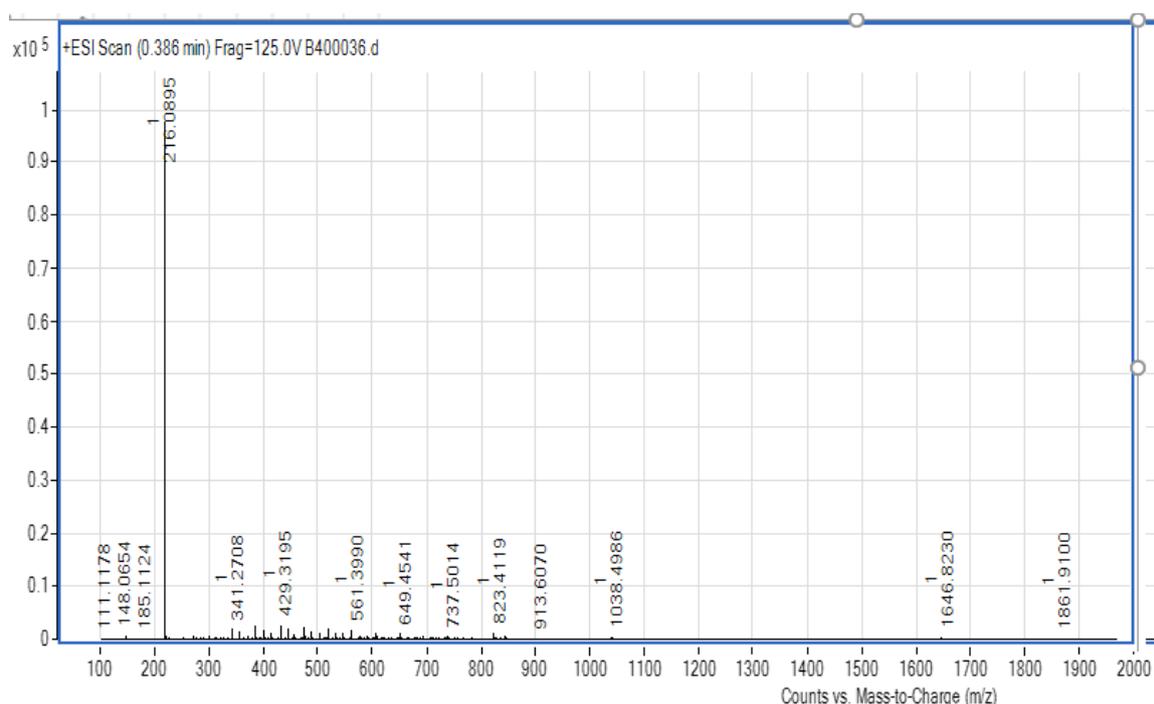
**Рисунок 1. ИК спектры ГК, кинетина, комплекса ГК:кинетин 2:1.**

По изменениям частот валентных колебаний основных функциональных групп в ИК-спектрах полученных супрамолекулярных комплексов и исходных веществ (ГК и кинетина) можно судить о том, какие типы взаимодействий существуют между молекулами при образовании молекулярных комплексы (рис. 1). В частности, частоты валентных колебаний групп ОН в молекуле ГК находились в диапазоне  $3370\text{--}3364\text{ см}^{-1}$ , а в комплексе - в диапазоне  $3342\text{--}3335\text{ см}^{-1}$ . Различие частот валентных колебаний групп ОН на  $29\text{ см}^{-1}$  свидетельствует об образовании в комплексе водородных связей. Кроме того, резкое снижение интенсивности колебательных частот, принадлежащих NH-группе, в диапазоне  $3395\text{--}3055\text{ см}^{-1}$  связано с тем, что помимо водородных связей в ионно-дипольном ( $\text{NH}_3^+\cdots\text{O}-\text{H}$ ,  $\text{NH}^+\cdots\text{OH}$ ,  $-\text{COO}^-\cdots+\text{NH}_3^+$ ) позволяет сделать вывод о возможности взаимодействия.

Для более точного анализа образования полученных комплексов и их состояния в растворе, а также состава комплекса методом хромато-масс-спектрометрии были получены масс-спектры супрамолекулярных комплексов с молекулярной массой до 3000 (Q-TOF LC-MS, Agilent Technologies, серия 6520V).

В масс-спектре комплекса ГК:кинетин 2:1 помимо молекулярных ионов, принадлежащих мономеру, димеру и тримеру исходных веществ,  $[\text{M}^{\text{ГК}}+\text{M}^{\text{Кинетин}}+\text{H}]^+$  и  $[2\text{M}^{\text{ГК}}+\text{M}^{\text{Кинетин}}+\text{H}]^+$  имеет  $m/z$  1038,4986 и Тот факт, что наблюдалось 1861,9100 сигналов ионов (табл. 2), указывает на то, что

молекулы ГК и кинетина в этом комплексе образовывали комплексы «гость-хозяин» за счет взаимных нековалентных взаимодействий (рис. 2).



**Рисунок 2. Масс-спектр комплекса ГК: кинетина 2:1.**

**Таблица 2**

**Основной характеристический ионный сигнал в масс-спектре комплекса ГК: кинетина 2:1.**

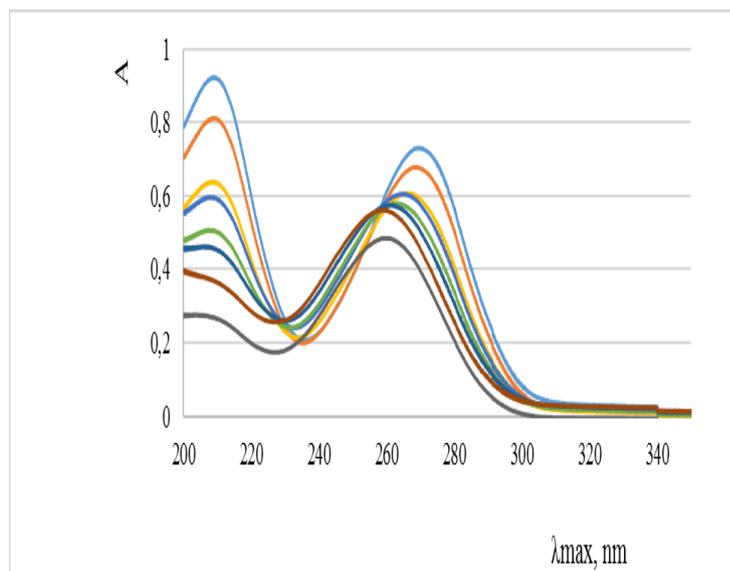
№	Ионная структура	m/z	№	Ионная структура	m/z
1	$[M_{\text{Кинетин}} + H]^+$	216,0895	5	$[2M_{\text{ГК}} + H]^+$	1646,8230
2	$[2M_{\text{Кинетин}} + H]^+$	429,3195	6	$[M_{\text{ГК}} + M_{\text{Кинетин}} + H]^+$	1038,4986
3	$[3M_{\text{Кинетин}} + H]^+$	649,4541	7	$[2M_{\text{ГК}} + M_{\text{Кинетин}} + H]^+$	1861,9100
4	$[M_{\text{ГК}} + H]^+$	823,4119			

### **Определение констант устойчивости и значений свободной энергии Гиббса комплексных соединений в водных растворах**

Методом изомолярных серии (метод Остромисленский-Жоб) определяли стехиометрические соотношения МАСГК и кинетина и аденинов в полученных супрамолекулярных комплексах.

Для определения константы устойчивости и свободной энергии Гиббса комплексов методом изомолярных рядов сначала готовили растворы двух компонентов «гость» и «хозяин» с одинаковой молярной концентрацией ( $10^{-4}$  М), а затем в антибатных соотношениях (от 1:9 до 9:1) был смешанным. При этом объем раствора и суммарные концентрации реагентов поддерживаются постоянными. ( $V_M + V_R = const$ ;  $C_M + C_R = const$ ).

Для поддержания постоянной ионной силы и значения pH растворов использовали буферную систему (фосфатный буфер  $\text{Na}_2\text{HPO}_4\text{-NaH}_2\text{PO}_4$ , pH 7,2).



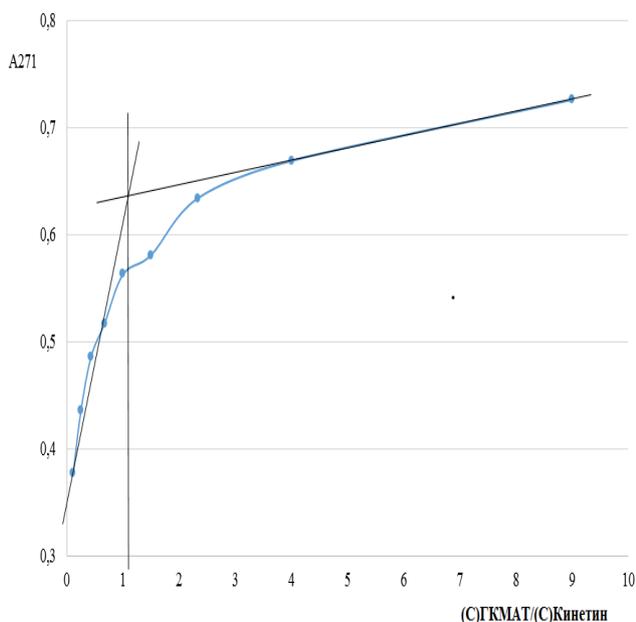
Приготовленные изомолярные серии перемешивали в смесителе-инкубаторе при постоянной температуре ( $20^\circ\text{C}$ ) в течение 40 минут. Затем были получены их УФ-спектры и построена сумма приведенных ниже графиков.

**Рисунок 3. УФ-спектры комплекса МАСГК и кинетина, полученные методом изомолярных серии**

Как видно из графика на рис. 3, в ближней УФ-области имеются изобестические точки при 227 и 262 нм. Наличие этих изобестических точек свидетельствует об образовании в растворе однотипных комплексов. В общем случае константа равновесия может быть выражена как:

$$K = \frac{[\text{МАСГК} - \text{Кинетин}]}{[\text{МАСГК}][\text{Кинетин}]}$$

По графику зависимости между оптической плотностью полученного изомолярного серии и соотношением концентраций исходных реагентов можно будет определить мольную долю исходных веществ в комплексе. Пересечение прямых через кривые определяет молярное соотношение веществ (рис. 4).



Как видно из графика на рис.4, максимальный выход комплексообразования достигается при соотношении МАСГК и кинетина  $\sim 1:1$  мол. Константу устойчивости комплекса рассчитывали по следующей формуле (1) для комплексов с мольным соотношением 1:1.

**Рисунок 4. График зависимости оптической плотности изомолярного серии МАСГК и комплекса кинетин от соотношения концентраций реагентов**

$$K = \frac{\Delta A_0 \cdot \Delta A_1}{C(\Delta A_0 - \Delta A_1)^2}$$

Здесь С-концентрация вещества,  $\Delta A_0$ -изменение оптической плотности полностью диссоциированного комплекса,  $\Delta A_1$ -изменение оптической плотности, соответствующее значению на кривой.

В результате было определено, что константа стабильности комплекса МАСГК:кинетин равна ( $K_c = 7,90 \pm 0,1$ )  $\cdot 10^5$  М<sup>-1</sup>.

По значению этих констант устойчивости ( $K_c$ ) свободная энергия Гиббса образующегося комплекса оказалась равной следующей формуле (2) ( $\Delta G = 3,30 \pm 0,1$ )  $\cdot 10^{-4}$  Дж/моль:

$$\Delta G = -2,3RT \lg K \quad (2)$$

На основании этого метода были определены константа устойчивости ( $K_s = 2,07 \pm 0,1$ )  $\cdot 10^5$  М<sup>-1</sup> и значения свободной энергии Гиббса ( $\Delta G = 2,98 \pm 0,1$ )  $\cdot 10^{-4}$  Дж/моль) комплекса МАСГК:аденин. Полученные результаты представлены в табл. 3.

**Таблица 3**

**Значения констант устойчивости ( $K_s$ ) и свободных энергий Гиббса ( $\Delta G$ ) полученных комплексов (фосфатный буфер - $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ - $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ , рН 7,2)**

№	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	Цитокинин	K, М <sup>-1</sup>	$\Delta G$ , Дж/моль
1	Н	Н	Н	Ад	(6,81±0,1) × 10 <sup>5</sup>	(-2,98±0,1) × 10 <sup>4</sup>
2	Н	Н	Н	Кин	(5,07±0,1) × 10 <sup>5</sup>	(-3,25±0,1) × 10 <sup>4</sup>
3	Н	NH <sub>4</sub>	Н	Ад	(2,07±0,1) × 10 <sup>5</sup>	(-2,98±0,1) × 10 <sup>4</sup>
4	Н	NH <sub>4</sub>	Н	Кин	(7,90±0,1) × 10 <sup>5</sup>	(-3,30±0,1) × 10 <sup>4</sup>
5	Н	К	Н	Ад	(5,11±0,1) × 10 <sup>5</sup>	(-3,25±0,1) × 10 <sup>4</sup>
6	Н	К	Н	Кин	(5,06±0,1) × 10 <sup>5</sup>	(-3,25±0,1) × 10 <sup>4</sup>
7	К	К	К	Ад	(4,48±0,1) × 10 <sup>5</sup>	(-3,22±0,1) × 10 <sup>4</sup>
8	К	К	К	Кин	(5,34±0,1) × 10 <sup>5</sup>	(-3,26±0,1) × 10 <sup>4</sup>
9	Na	Na	Na	Ад	(5,12±0,1) × 10 <sup>5</sup>	(-3,25±0,1) × 10 <sup>4</sup>
10	Na	Na	Na	Кин	(4,90±0,1) × 10 <sup>5</sup>	(-3,24±0,1) × 10 <sup>4</sup>

Приведенные выше результаты показывают, что устойчивость комплекса МАСГК с кинетином выше, чем комплекса с аденином ( $K_{(\text{МАСГК:кинетин})} > K_{(\text{МАСГК:аденин})}$ ).

В литературе получены комплексы ГК с кинетином и известно, что их значения константы устойчивости ( $5,07 \pm 0,1 \cdot 10^5$ ) и свободной энергии Гиббса ( $3,25 \pm 0,1 \cdot 10^{-4}$ ) равны. Таким образом, было обнаружено, что комплексы кинетина с ГК и МАСГК очень близки друг к другу по стабильности.

Кроме того, близость чисел свободной энергии Гиббса свидетельствует о том, что процессы комплексообразования также протекают сами по себе.

### **Определение структуры кристаллической решетки комплексов методом порошковой дифрактометрии**

Рентгенофазовый анализ применяли для исследования кристаллических частей ГК и ее производных. ГК и ее соли также содержат аморфные и кристаллические части аденина и кинетина.

Рентгенофазовый анализ выполнен на рентгеновском дифрактометре XRD-6100 Shimadzu ( $\lambda=1,540598 \text{ \AA}$ , Cu-K $\alpha$ 1). Полученные дифрактограммы анализировали в программе Match!3 (утилиты Treor 90).

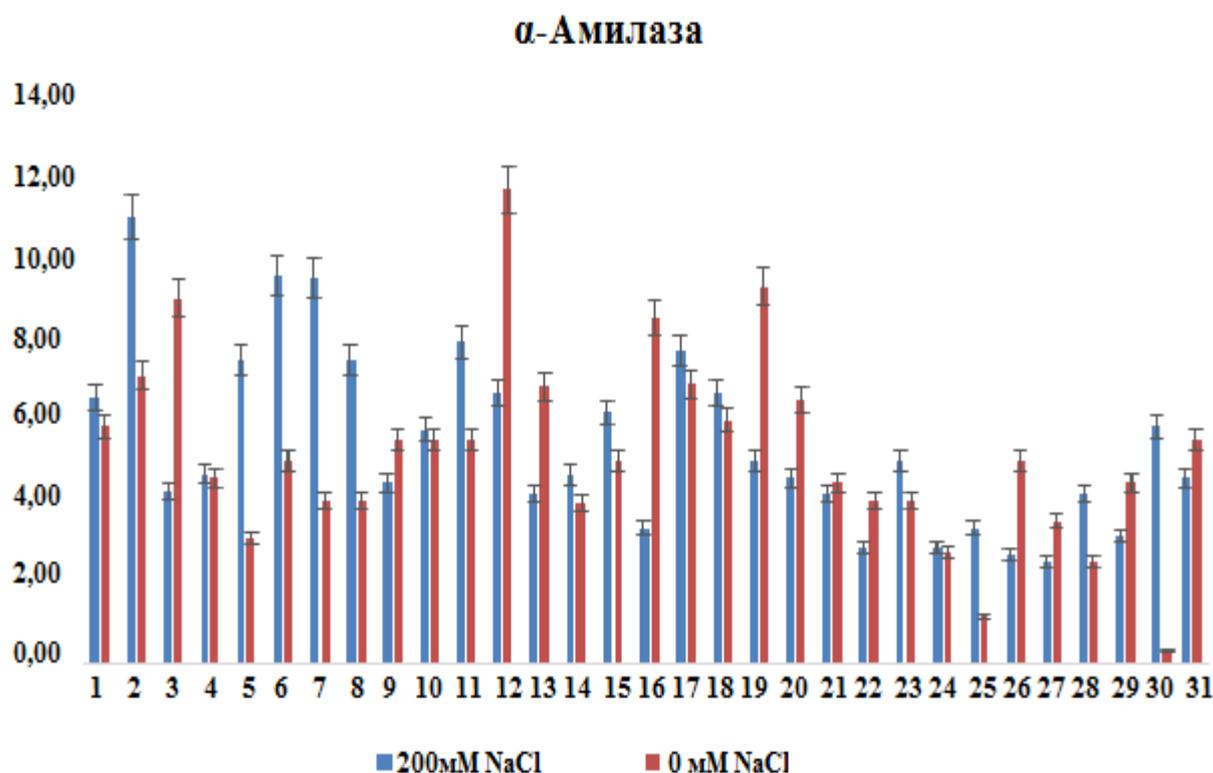
Проанализированы дифрактограммы производных ГК и определено, что их степень кристаллизации равна 46,71%. По результатам анализа размеры элементарной кристаллической решетки, образующей кристаллическую часть, составляют  $a=13,37 \text{ \AA}$ ,  $b=7,30 \text{ \AA}$ ,  $c=11,37 \text{ \AA}$ , ( $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=90^\circ$ ,  $\gamma=111,92^\circ$ ), а форма кристаллической решетки оказывается моноклинной (P12/m1). Эти показатели согласуются с результатами, представленными в литературе. Однако было замечено, что существуют некоторые различия в длинах сторон кристаллической решетки. В результате расчетов определен размер кристаллической решетки, равный  $1031,6 \text{ \AA}^3$ . Степень кристаллизации аденина составляет 64,6 %, а размеры элементарной кристаллической решетки, образующей кристаллическую часть, составляют  $a=13,20 \text{ \AA}$ ,  $b=7,86 \text{ \AA}$ ,  $c=8,81 \text{ \AA}$ , ( $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=90^\circ$ ,  $\gamma=97^\circ$ ) и форма кристаллической решетки моноклинная (P12/m1).

В результате рентгенофазового анализа комплексной комбинации глицирризиновой кислоты и аденина 2:1 степень кристаллизации образца составила 29,43% (аморфная часть 70,57%). Форма кристаллической решетки полученного супрамолекулярного комплекса тетрагональная, длины сторон  $a=13,3 \text{ \AA}$ ,  $b=13,3 \text{ \AA}$ ,  $c=2,36 \text{ \AA}$  ( $\alpha=90^\circ$ ,  $\beta=90^\circ$ ,  $\gamma=90^\circ$ ) и объем решетки оказался равным  $417,88 \text{ \AA}^3$ . Установлено, что формы кристаллической решетки ГК и аденина моноклинные, а форма монокристаллической решетки полученного комплексного соединения ГК:аденин 2:1 тетрагональная. По результатам анализа сделан вывод об образовании комплексного соединения. В приведенном выше методе все комплексы сравнивали с исходными веществами.

В третьей главе диссертации **«Влияние супрамолекулярных комплексов на основе глицирризиновой кислоты и ее солей на рост и развитие колосовых зерновых растений»** проанализировано биостимулирующее действие всех полученных супрамолекулярных комплексов на рост и развитие колосовых зерновых растений в норме и в засоленных почвах в лабораторных и полевых условиях. В лабораторных условиях МАСГК:аденин 4:1, МАСГК:кинетин 4:1, МАСГК:кинетин 9:1, МКСГК:кинетин 9:1, ТКСГК:аденин 9:1, ТКСГК:

изучены супрамолекулярные комплексы кинетин 2:1, ТНСГК:аденин 9:1 на всхожесть и показатели развития колосовых зерновых растений, выращенных в условиях нормальной и сильного засоления почвы. Из литературы известно, что количество  $\alpha$ -амилазы в траве определяет продуктивность, качество и уровень сытости зерна. Поэтому в исследованиях влияние супрамолекулярных комплексов на активность фермента  $\alpha$ -амилазы изучали в лаборатории химии ферментов Института биоорганической химии АН РУз.

Активность фермента  $\alpha$ -амилазы определяли по методу Мэннерса и Маршалла в 1-недельных (7-дневных) злаках зерна, убранных под влиянием супрамолекулярных комплексов.



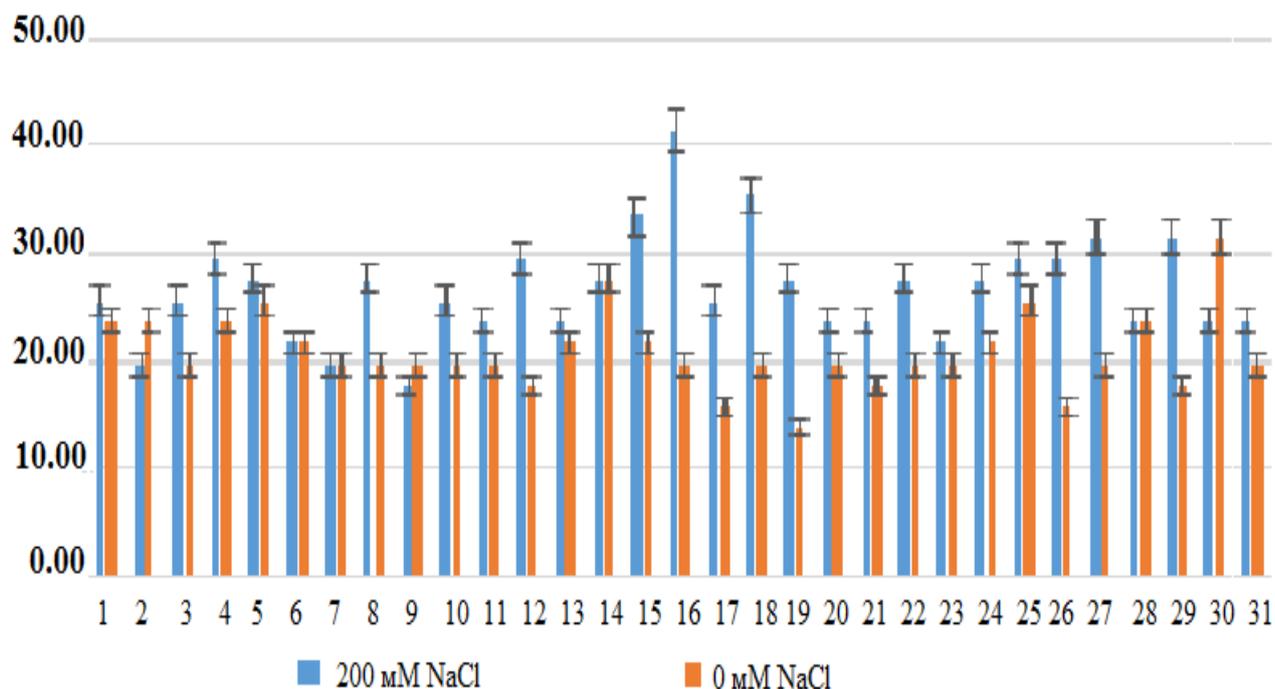
**Рисунок 5. Активность фермента  $\alpha$ -амилазы в траве, выращенной в условиях нормальной и повышенной засоленности почвы (опыты 1-30, контроль 31)**

Супрамолекулярные комплексы ГК:аденин 9:1, МАСГК:кинетин 9:1, МКСГК:кинетин 2:1, ТКСГК:аденин 2:1 обладают биостимулирующим действием, в норме активность фермента  $\alpha$ -амилазы выше по сравнению с контролем. В условиях сильнозасоленных почв активность фермента  $\alpha$ -амилазы в газонах под влиянием ГК:аденин 4:1, ГК:кинетин 9:1, МАСГК:аденин 2:1, МАСГК:кинетин 4:1 комплексы увеличились.

Из литературы известно, что количество водорастворимых общих белков в траве определяет всхожесть и устойчивость растения к внешним

стрессовым факторам. В исследованиях методом Лоури определяли количество водорастворимых общих белков трав, выращенных в условиях нормальной и повышенной засоленности почвы под влиянием надмолекулярных комплексов. Общие водорастворимые белки показали положительные результаты в условиях высокой засоленности почвы по сравнению с нормальными условиями (рис. 6).

### водорастворимые белки



**Рисунок 6. Количество водорастворимых общих белков в траве**

С целью изучения биостимулирующего действия супрамолекулярных комплексов, полученных в полевых условиях, были проведены опыты на полигоне практических опытов Хорезмской академии Маъмуна. В результате установлено, что у сорта пшеницы мягкой Краснодарская 99 значение общего белка в контроле увеличилось на 15,12 %, а под влиянием биостимуляторов - на 27,39 %. У сорта тритикале «Сардор» отмечено увеличение величины суммы белых клубеньков в контроле на 14,76 %, а под влиянием биостимуляторов на 18,81 %.

В опытах установлено, что количество клейковины под влиянием комплексов превышало контроль на 4-4,5%. Это значение было более выраженным в МАСГК:аденин 4:1, МАСГК:кинетин 4:1, МАСГК:кинетин 9:1, ТКСГК:кинетин 9:1, ТНСГК:аденин 9:1. комплексы.

Под влиянием надмолекулярных комплексов количество макро- и микроэлементов в полученном урожае изменялось по сравнению с контролем, при этом наблюдалось повышение Са (7-8%) и Fe (21%).

В результате лабораторных и полевых опытов в качестве перспективных биостимуляторов рекомендованы комплексы МАСГК:аденин 4:1, МАСГК:кинетин 4:1, МАСГК:кинетин 9:1, ТКСГК:кинетин 2:1. в дальнейшем и разработаны рекомендации по их применению.

Объекты исследования, проведенного в четвертой главе диссертации, именуемой «**Экспериментальная часть**», подробно представлены используемое оборудование, способы выделения и очистки ГК и ее солей из технических ГК, получение комплексов цитокининов с ГК и ее солями, методы определения их реологических свойств и биологической активности.

## ВЫВОДЫ

1. Получено 30 водорастворимых супрамолекулярных комплексов глицирризиновой кислоты и ее солей с аденином и кинетином в различном мольном соотношении, на основании изучения спектральных и реологических свойств выявлено, что силами, стабилизирующими комплексы, являются водородные связи, гидрофобно-гидрофобные, ионно-дипольные ( $-\text{NH}_3^+\cdots\text{O}-\text{H}$ ,  $\text{N}^+\cdots\text{OH}$ ) и электростатические ( $-\text{COO}^-\cdots+\text{NH}_3^+$ ) взаимодействия.

2. Методом порошковой дифрактометрии изучена степень кристалличности полученных супрамолекулярных комплексов. Показано, что с изменением размеров и длин сторон форма кристаллической решетки переходит от моноклинной к тетрагональной форме, в результате комплексообразования изменяется степень и форма кристалличности.

3. Проанализированы масс-спектры комплекса ГК:Кинетин 2:1 методом хромато-масс-спектрометрии, в которых помимо основного молекулярного иона, совместно с сигналами молекулярного иона мономеров, димеров и тримеров исходных веществ, наблюдались и ионы, соответствующие  $[\text{M}^{\text{ГК}}+\text{M}^{\text{Кинетин}}+\text{H}]^+$  и  $[2\text{M}^{\text{ГК}}+\text{M}^{\text{Кинетин}}+\text{H}]^+$ , доказано, что молекулы ГК и кинетина в комплексах координируются за счет взаимных нековалентных взаимодействий.

4. Установлено, что активность фермента  $\alpha$ -амилазы повышалась при прорастании и развитии сорта «Краснодар 99» под влиянием полученных супрамолекулярных комплексов, а количество общих белков в зерне увеличивалось на 27,39 % под влиянием комплекса ТКСГК: аденин 9:1.

5. При сравнении количества макро- и микроэлементов в зерне под влиянием супрамолекулярных комплексов с контролем было показано, что количество Са увеличилось на 7-8%, Fe до 21%, увеличилось количество клейковины, что улучшило качество пшеницы.

6. В полевых условиях под влиянием супрамолекулярных комплексов продуктивность пшеницы сорта «Краснодар 99» и тритикале сорта «Сардор» повысилась на 12 и 15 т/га соответственно и рекомендовано использовать их в качестве перспективных биостимуляторов в будущем, разработаны методические указания по их использованию.

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

---

**KHOREZM MAMUN ACADEMY**

**MATMURATOV BAKHTISHOD YANGIBOYEVICH**

**OBTAINING SUPRAMOLECULAR COMPLEXES OF GLYCYRRHIZIC  
ACID AND ITS SALTS WITH SOME CYTOKININS AND THEIR  
BIOLOGICAL ACTIVITY**

**02.00.10 – Bioorganical chemistry**

**DISSERTATION ABSTRACT OF DOCTORAL DISSERTATION (PhD) ON  
CHEMICAL SCIENCES**

**Ferghana– 2023**

**The theme of the dissertation of doctor of philosophy (PhD) on Chemical sciences is registered at the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan under № B2022.4.PhD/K500.**

The dissertation was conducted at Khorezm mamun academy. The dissertation's abstract in three languages (Uzbek, Russian, English (resume)) can be found in the following webpages of the Scientific Council at Ferghana State University: ([www.fdu.uz](http://www.fdu.uz)<http://www.biochem.uz/>) and Information-educational portal «ZiyoNet» ([www.ziyo.net](http://www.ziyo.net)).

<b>Scientific supervisor:</b>	<b>Matchanov Alimjan Davlatboevich</b> doctor of chemical sciences, professor
<b>Official opponents:</b>	<b>Aripova Salimakhon Fazilovna</b> doctor of chemical sciences, professor
	<b>Abdulladjanova Nodira Gulomjanovna</b> doctor of chemical sciences, professor
<b>Leading organization:</b>	<b>National University of Uzbekistan</b>

The defense of the dissertation will take place on «\_\_»\_\_\_\_ 2023 at \_\_\_\_ at the meeting of the Scientific council on award of scientific degree № PhD.03/30.12.2019.K.05.01 at Fergana State University at the following address: (19, Murabbiylar street, Ferghana city, 150100. Tel. (+99873) 244-44-02; fax: (+99873) 244-44-93, e-mail: [fardu\\_info@umail.uz](mailto:fardu_info@umail.uz)).

The dissertation can be reviewed at the Information Resource Center of Fergana State University (registration number № \_\_\_\_ ) Address: (19, Murabbiylar street, Ferghana city, 150100. Tel. (+99873) 244-44-02; fax: (+99873) 244-44-93, e-mail: [fardu\\_info@umail.uz](mailto:fardu_info@umail.uz).)

The abstract of the dissertation was delivered on «\_\_» \_\_\_\_ 2023 y.

(mailing report № \_\_ on «\_\_» \_\_\_\_\_ 2023 y.)

**V.U. Khudjaev**

Chairman of scientific council  
on award of scientific degrees,  
doctor of chemical sciences, professor

**M.Y. Imomova**

Scientific Secretary of the Scientific Council  
For the award of academic degrees,  
PhD in Chemical Sciences

**Sh.V. Abdullaev**

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

## INTRODUCTION (abstract of PhD thesis)

**The aim of the research work is** consisting in obtaining water-soluble supramolecular complexes of GA and its salts with cytokinins in various molar ratios and studying their biological activity.

The objects of study were glycyrrhizic acid and its salts isolated from the root of the licorice plant (*Glycyrrhiza glabra L.*), cytokinins (adenine, kinetin) and their supramolecular complexes, varieties of triticaleum "Sardor" and common wheat "Krasnodar 99".

### **The scientific novelty of the study:**

for the first time on the basis of glycyrrhizin acid and its salts, 30 supramolecular complexes of adenine and kinetin with different molar ratios were obtained and, on the basis of the studied spectral and rheological features, it was proved that the forces stabilizing the complexes are hydrogen bonds, hydrophobic-hydrophobic, ion-dipole ( $-\text{NH}_3^+ \cdots \text{O}-\text{H}$ ,  $\text{N}^+ \quad \text{OH}$ ), as well as electrostatic interactions, as well as by studying the values of the stability constants and Gibbs free energy in a phosphate buffer medium, the stability of these complexes under salinity conditions was also shown;

for the first time by studying the degree of crystallization of supramolecular complexes, the lengths of the sides and the volume of the lattice by powder diffractometry, it was shown that the shape of the crystal lattice changes from monoclinic to tetragonal and, as a result of complex formation, their degree of crystallinity and shape change;

based on the results of IR spectroscopic analysis and observation in mass spectra, in addition to the signals of the main molecular ions, ions related to the monomer, dimers and trimers, ions  $[\text{M}^{\text{GA}} + \text{M}^{\text{Cytokinin}} + \text{H}]^+$  and  $[2\text{M}^{\text{GA}} + \text{M}^{\text{Cytokinin}} + \text{H}]^+$  the combination of GA and cytokinin molecules in complexes due to non-covalent interactions has been proven;

it was shown that under the action of the obtained supramolecular complexes on the wheat variety "Krasnodar 99" in the process of germination-development, the activity of the enzyme  $\alpha$ -amylase increased, it was found that under the action of the complex TKSGA: adenine 9:1 increased by 27.39% compared with others, and due to an increase in the number of macro- and microelements compared to the control, an increase in the amount of gluten, Ca-up to 7-8%, Fe-up to 21%, the quality of wheat improved.

**Implementation of the research results.** Based on the scientific results of obtaining water-soluble supramolecular complexes of glycyrrhizic acid and its salts with some cytokinins, as well as studying their biological activity:

Complexes MASGC: adenine 4:1, MASGC: kinetin 4:1, TKSGK: adenine 9:1 were tested on Krasnodar-99 variety wheat at the Ezoza Talibjon farm of the Gurlan district of the Khorezm region and on the experimental field of the Scientific Research Institute rainfed agriculture", located in the city of Gallaorol, Jizzakh region, on triticale of the Sardor variety (Certificate No. 07 / 23-04 / 8344 of the Ministry of Agriculture of the Republic of Uzbekistan dated November 11,

2022). As a result, there was an increase in the yield of the Krasnodar 99 variety by 5.9-6.8 t/ha, and the Triticale Sardar variety by 2.5 t/ha.

Complexes MASGA:adenine 4:1, MASGA:kinetin 4:1, TKSGA:adenine 9:1 were tested on the Krasnodar-99 wheat variety in the field of TOO Z-Agro located in the Turkestan region of the Republic of Kazakhstan. Kazakhstan (in accordance with the Act of TOO Z-Agro dated July 15, 2022). As a result, the germination of seeds improved, the resistance of the root system to diseases and adverse weather conditions increased by 1.5-2.0 times compared to the control.

MASGA:adenine 4:1 ITD-9-27 In the project "Analysis of the characteristics of the resistance of sweet potato, potato and Jerusalem artichoke to abiotic factors and the creation of salt-tolerant lines by the in vitro method" (2017-2019), biostimulants were used to grow sweet potato and potato under in vitro conditions. vitro (Ref. number 89-06-34 dated September 9, 2022 of the Ministry of Higher and Secondary Specialized Education of the Republic of Uzbekistan). As a result, 1.2 times more pathogen-free seedlings were obtained.

**The structure and volume of the thesis.** The dissertation consists of an introduction, four chapters, a conclusion, a list of references and appendices. The volume of the dissertation is 94 pages.

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

**I bo'lim (I часть, I part)**

1. Матмуратов Б, Мадрахимова С., Эсанов Р., Тошов Х., Матчанов А. Глицирризин кислотаси ва унинг моноаммонийли тузи билан айрим цитокининларнинг супрамолекуляр комплекслари. ЎЗМУ хабарлари, 2022, [3/1/1] Issn 2181-7324, 380-384-б.

2. Матмуратов Б. Я, Мадрахимова С. Д, Эшчанов Э. У, Машарипов А. Т, Матчанов А. Д. Изучение действия комплексов глицирризиновой кислоты с некоторыми металлами на сельскохозяйственных культурах. Universum: химия и биология. Научный журнал. Декабрь 2020, Выпуск: 12(78) -С.4-8.

3. B.Y. Matmurov, S.D. Madrahimova, R.S. Esanov, E.U. Eshchanov, A. D. Matchanov, Sh. M. Xakberdiev. Supramolecular complexes of kinetin and adenin with glycyrrisic acid and its monoammonium salt. Annals of Phytomedicine 10(2): 113-118, 2021. ISSN: 2278-9839. (IF-0. 812.Scientific Indexing Services, Q-4)

4. Матмуратов Б.Я, Мадрахимова С.Д, Матчанов А.Д. Супрамолекулярный комплекс кинетина с глицирризиновой кислотой в соотношении 1:2 Universum: химия и биология 2022 г. № 9(99). С -51-54.

5. Матмуратов Б.Я., Мадрахимова С.Д., Рахимов Ж., Тошов Х., Матчанов А. Д. Адениннинг глицирризин кислотаси билан супрамолекуляр копмлексини олиш. унинг биологик хусусиятини ўрганиш. УзМУ Хабарлари, 2022,[3/2/1] ISSN 2181-7324 , 418-421-б.

**II bo'lim (II часть, II part)**

6. Матмуратов Б.Я., Мадрахимова С.Д., Машарипов А.Т., Матчанов А.Д. Глицирризин кислотасининг айрим d-қатор металлар билан комплекслари кишлок хўжалик экинларига таъсирини ўрганиш. “Кимёнинг долзарб муаммолари” профессор кимё фанлари доктори Акбаров Ҳамдам Икромович таваллудининг 70 йиллиги ва илмий фаолиятининг 45 йиллигига бағишланган республика илмий-амалий анжуман . 2021й.4-5- феврал. 339 бет.

7. Матмуратов Б.Я., Мадрахимова С.Д., Машарипов А.Т., Эшчанов Э.У., Матчанов А.Д. Кинетиннинг глицирризин кислотаси ва унинг моноаммоний тузи билан супрамолекуляр комплексларининг ИК спектрини ўрганиш. Қорақалпоғистон республикасида кимё ва кимйвий технология соҳалари ривожининг долзарб муаммолари 2021 йил 24-март. 132,133- бетлар.Нукус.

8. Матмуратов Б.Я., Мадрахимова С.Д., Чинниқулова М.Х, Матчанов А.Д. Глицирризин кислотаси монокалийли тузининг аденин билан ҳар хил нисбатларда супрамолекляр комплексларини олиш ва уларнинг барқарорлик константасини аниқлаш.“Ўзбекистонда табиий бирикмалар кимёсининг ривожини ва келажаги”. Илмий-амалий анжуман . 2021 й. 27-май.118-бет.

9. Матмуратов Б.Я., Мадрахимова С.Д., Эсанов Р.С., Матчанов А.Д. Глицирризин кислотаси моноаммонийли тузи билан аденин ва кинетинларнинг супрамолекляр комплексларини олиш ва биостимуляторлик

хоссаси. “Комплекс бирикмалар кимёсининг долзарб муаммолари” Илмий-амалий анжуман . 2021 й. 14-15-сентябр-май.131-бет Tashkent

10. Матмуратов Б.Я., Мадрахимова С.Д., Машарипов А.Т., Эшчанов Э.У., Матчанов А.Д «Адениннинг глицирризин кислотаси моноаммонийли тузи билан супрамолекуляр комплексларини олиш» «Табиий фанлар ривожланишининг замонавий тамойиллари» республика илмий-амалий анжуман. 2021 й. 14-15-октабр. 29-бет. Хива

11. Матмуратов Б.Я., Мадрахимова С.Д., Машарипов А.Т., Эшчанов Э.У., Матчанов А.Д «Супрамолекуляр комплексларнинг бошқоқли дон экинлари таркибидаги клейковина миқдорига таъсирини ўрганиш». «Табиий фанлар ривожланишининг замонавий тамойиллари» республика илмий-амалий анжуман. Хива. 2021 й. 14-15-октабр. 112-113-бет.

12. Matmurotov B.Y., Madrahimova S.D., Matchanov A.D. Obtaining supramolecular complexes of the monoammonium salt of glycyrrhizic acid with kinetin and their biological activity. “Actual problems of the chemistry of natural compounds” Scientific conference of young scientists. 2022 y. March 17. 155 p. Tashkent.

13. Bakhtishod Matmurotov, Sakhiba Madrahimova, Rakhmat Esanov, Alimjan Matchanov Analysis of Kinetin Supramolecular Complex with Glycyrrhizic Acid and Based by Mass-Spectrometry Method. ICGG 2022: International Conference on Glycoscience and Glycosides. Ottawa, Canada. July 12-13, 2022

14. Мадрахимова С.Д, Матмуратов Б.Я, Матчанов А.Д *Cydonia oblonga* (Miller) меваси таркибидаги оғир металл тузлари миқдорини аниқлаш.

V International scientific and practical conference “Abu Ali Ibn Sino [Avicenna] and innovations in modern pharmaceuticals” May 21th, 2022. Tashkent city, Republic of Uzbekistan. P.76-77

Автореферат “Ўзбекистон кимё журнали” таҳририяда таҳрирдан  
ўтказилди.

Босишга рухсат этилди: 24.01.2023  
Бичими: 60x84 <sup>1/16</sup> «Times New Roman»  
гарнитурда рақамли босма усулда босилди.  
Шартли босма табағи 2,8. Адади 100. Буюртма: № 27  
Тел: (99) 832 99 79; (99) 817 44 54  
Гувоҳнома reestr № 10-3279  
“IMPRESS MEDIA” МЧЖ босмаҳонасида чоп этилди.  
Манзил: Тошкент ш., Яккасарой тумани, Қушбеги кўчаси, 6-уй.