

**БИООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ, ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ
УНИВЕРСИТЕТИ, ЎСИМЛИК МОДДАЛАРИ КИМЁСИ
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.К/В/Т.37.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ
БИООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

ШЕРИМБЕТОВ САНЖАР ГУЛМИРЗОЕВИЧ

**ОРОЛ ДЕНГИЗИНИНГ СУВИ ҚУРИГАН ҲУДУДЛАРИДАГИ
ЎСИМЛИКЛАРНИНГ МОЛЕКУЛЯР-БИОЛОГИК ВА ЭКОЛОГИК
ХУСУСИЯТЛАРИ**

03.00.01 – биокимё, 03.00.10 – экология

**БИОЛОГИЯ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2017

**Биология фанлари бўйича фан доктори (DSc)
диссертацияси автореферати мундарижаси
Оглавление автореферата диссертации доктора наук (DSc)
по биологическим наукам
Contents of dissertation abstract of doctor of science (DSc)
on biological science**

Шеримбетов Санжар Гулмирзоевич Орол денгизининг суви қуриган ҳудудларидаги ўсимликларнинг молекуляр-биологик ва экологик хусусиятлари	3
Шеримбетов Санжар Гулмирзоевич Молекулярно-биологические и экологические особенности растений высохшего дна Аральского моря	29
Sherimbetov Sanjar Gulmirzoevich Molecular-biological and ecological peculiarities of species of plants in the drying bottom of the Aral Sea	55
Эълон қилинган ишлар рўйхати Список опубликованных работ List of published works	61

**БИООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ, ЎЗБЕКИСТОН МИЛЛИЙ
УНИВЕРСИТЕТИ, ЎСИМЛИК МОДДАЛАРИ КИМЁСИ
ИНСТИТУТИ ҲУЗУРИДАГИ ИЛМИЙ ДАРАЖАЛАР БЕРУВЧИ
DSc.27.06.2017.К/В/Т.37.01 РАҚАМЛИ ИЛМИЙ КЕНГАШ
АСОСИДАГИ БИР МАРТАЛИК ИЛМИЙ КЕНГАШ
БИООРГАНИК КИМЁ ИНСТИТУТИ**

ШЕРИМБЕТОВ САНЖАР ГУЛМИРЗОЕВИЧ

**ОРОЛ ДЕНГИЗИНИНГ СУВИ ҚУРИГАН ҲУДУДЛАРИДАГИ
ЎСИМЛИКЛАРНИНГ МОЛЕКУЛЯР-БИОЛОГИК ВА ЭКОЛОГИК
ХУСУСИЯТЛАРИ**

03.00.01 – биокимё, 03.00.10 – экология

**БИОЛОГИЯ ФАНЛАРИ ДОКТОРИ (DSc)
ДИССЕРТАЦИЯСИ АВТОРЕФЕРАТИ**

Тошкент – 2017

3

Фан доктори (DSc) диссертацияси мавзуси Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Олий аттестация комиссиясида B2017.1.DSc/B1 рақам билан рўйхатга олинган.

Диссертация Биоорганик кимё институтида бажарилган.

Диссертация автореферати уч тилда (ўзбек, рус, инглиз (резюме)) Илмий кенгаш веб-саҳифаси (www.biochem.uz) ва «Ziyonet» Ахборот таълим порталида (www.ziyonet.uz) жойлаштирилган.

Илмий маслаҳатчи: Мухамедов Рустам Султанович биология фанлари доктори, профессор

Расмий оппонентлар: Кадирова Дильбар Абдуллаевна биология фанлари доктори

Хамидов Ғуломжон
биология фанлари доктори, профессор

Абдуллаев Алишер Абдумавлянович
биология фанлари доктори

Етакчи ташкилот: Самарқанд давлат университети

Диссертация ҳимояси Биоорганик кимё институти, Ўзбекистон Миллий университети, Ўсимлик моддалари кимёси институти ҳузуридаги DSc.27.06.2017.К/В/Т.37.01 рақамли илмий кенгаш асосидаги бир марталик Илмий кенгашнинг 2017 йил 19 июль соат 9⁰⁰ даги мажлисида бўлиб ўтади (Манзил: 100125, Тошкент ш., Мирзо Улуғбек кўч., 83.Тел.: 262-35-40, факс: (99871) 262-70-63).

Диссертация билан Биоорганик кимё институти Ахборот-ресурс марказида танишиш мумкин (Д-190 рақами билан рўйхатга олинган). Манзил: 100125, Тошкент ш., Мирзо Улуғбек кўч., 83.Тел.: 262-35-40, факс: (99871) 262-70-63, e-mail: asrarov54@mail.ru).

Диссертация автореферати 2017 йил 6 июль куни тарқатилди.
(2017 йил 6 июлдаги №3 рақамли реестр баённомаси).

Ш.И.Салихов

Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш раиси, б.ф.д., академик

М.И.Асраров

Илмий даражалар берувчи бир марталик
илмий кенгаш илмий котиби, б.ф.д., профессор

Ш.У.Турдикулова

Илмий даражалар берувчи бир марталик илмий кенгаш
қошидаги бир марталик илмий семинар раиси, б.ф.д.

4

КИРИШ (Докторлик диссертацияси аннотацияси)

Диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурати. Дунёда қурғоқчил ва шўрланган тупроқлардаги ўсимликлар мослашувининг биокимёвий ва экологик хусусиятларини аниқлаш ҳамда шу асосда уларни иктисодиёт тармоқларида фойдаланиш долзарб муаммолардан биридир. Бугунги кунда қурғоқчиликка ва шўрланишга чидамли ўсимликларнинг қарийб 700 тури доришунослик ва фитомелиорация ишларига кенг жалб қилинган¹.

Ўзбекистон мустақилликка эришгандан кейин республикамининг кам ўрганилган ҳудудларидаги ўсимликлардан амалиётда, хусусан фитомелиорант ва доривор хом ашё сифатида фойдаланиш, уларни муҳофаза қилишга алоҳида эътибор қаратилди. Мазкур йўналишда амалга оширилган дастурий чора-тадбирлар асосида, муайян натижаларга, жумладан Орол денгизи сувидан бўшаган ҳудуд – Оролқумнинг биологик ресурс имкониятларини аниқлаш, уларни тиббиёт, фармацевтика ва кимёвий ишлаб чиқаришнинг турли соҳаларида қўллаш, Оролқум ўсимлик захирасидан биологик фаол бирикмалар ажратиш олишда фойдаланиш борасида натижаларга эришилди.

Бугунги кунда дунёда экологик инқирозга учраган ҳудудлардаги биологик ресурсларни таснифлаш, стресс омилларга мослашишининг биокимёвий, физиологик ва экологик тамойилларини аниқлаш, мавжуд ресурслардан инқирозга учраган ерларни тиклашда фойдаланиш муҳим аҳамият касб этади. Айниқса, Орол денгизининг қуриган ҳудудларидаги ўсимликларнинг биокимёвий, молекуляр-биологик ва экологик хусусиятларидаги ўзгаришларни асослаш, замонавий усуллар ёрдамида уларни ДНК маркерлари орқали аниқлаш ва улардан фойдаланиш долзарб муаммолардан биридир. Орол денгизининг қуриган ҳудудларидаги ўсимликларнинг молекуляр-биологик ва экологик хусусиятларини аниқлаш

бўйича тадқиқотлар қуйидагича изоҳланади: Жанубий Оролқум ҳудудидаги ўсимлик турларини аниқлаш; уларнинг ДНК баркодини амалга ошириш; биокимёвий усуллар орқали ўсимликларнинг ташқи муҳитга мослашишини исботлаш; ўсимликларнинг кимёвий таркибини аниқлаш; ажратилган моддаларнинг бактерияларга қарши фаоллигини аниқлаш; ўсимликларни самарали фитомелиорация ишлари учун экологик гуруҳларга ажратиш; кўчма кумлар ва шўрхокликларни тўхтатиш мақсадида олинган натижаларни амалиётга жорий этиш.

Ўзбекистон Республикаси Вазирлар Маҳкамасининг 2014 йил 24 декабрдаги №363-сон «Орол денгизи ҳавзаси ҳудудида экологик ҳалотнинг оқибатларини енгиллаштириш борасида ҳамкорликни ривожлантириш» Халқаро конференция доирасида эришилган келишувларни амалга ошириш чора-тадбирлари тўғрисидаги ва Ўзбекистон Республикаси Президентининг

¹International Institute for Environment and Development (<http://www.iied.org>), International Center for Biosaline Agriculture (<http://www.biosaline.org>)

5

2017 йил 18 январдаги №ПҚ-2731-сон «2017-2021 йилларда Орол олди минтақасини ривожлантириш Давлат дастури тўғрисидаги» қарорлари ҳамда мазкур фаолиятга тегишли бошқа меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларда белгиланган вазифаларни амалга оширишга ушбу диссертация тадқиқоти муайян даражада хизмат қилади.

Тадқиқотнинг республика фан ва технологиялари ривожланиши асосий устувор йўналишларига мослиги. Мазкур тадқиқот республика фан ва технологиялар ривожланишининг V. «Қишлоқ хўжалиги, биотехнология, экология ва атроф-муҳит муҳофазаси» устувор йўналишига мувофиқ бажарилган.

Диссертация мавзуси бўйича хорижий илмий тадқиқотлар шарҳи². Орол денгизининг қуриган шимолий туби ўсимликларининг экологияси, генетик хилма-хиллиги, ўсимликлар кимёвий таркибини тадқиқ этишга йўналтирилган илмий изланишлар жаҳоннинг етакчи илмий марказлари ва олий таълим муассасалари, жумладан, Universität Bielefeld, Johannes Gutenberg-Universität (Германия), International Center for Biosaline Agriculture (Бирлашган Араб Амирликлари), Tokyo University of Agriculture and Technology (Япония), Москва давлат университети, Ўсимликлар физиологияси институти (Россия), Ботаника ва фитоинтродукция институти (Қозғистон), Биоорганик кимё институтида (Ўзбекистон) олиб борилмоқда.

Шўрланган ва қурғоқчил ҳудудлардаги ўсимликларнинг биокимёвий, молекуляр-биологик ва экологик хусусиятларига оид жаҳонда олиб борилган тадқиқотлар натижасида қатор, жумладан, қуйидаги илмий натижалар олинган: дунёнинг турли минтақаларида тарқалган *Atriplex* туркуми турларининг молекуляр филогенияси ишлаб чиқилган (Johannes Gutenberg Universität, Германия; Москва давлат университети, Россия); шўрланган ва қурғоқчил ҳудудларда тарқалган ўсимликларнинг кимёвий элементлар

таркиби аниқланган (Tokyo University of Agriculture and Technology, Япония; International Center for Biosaline Agriculture, Бирлашган Араб Амирликлари); муҳим фитомелиорант ўсимликларнинг аминокислота ва минерал элементлар таркиби аниқланган (Ботаника ва фитоинтродукция институти, Қозоғистон; Ўсимликлар физиологияси институти, Россия); ўсимликлардаги стресс экологик омиллар таъсирида юзага келадиган мослашишлар ва улардаги биокимёвий жараёнлар асоси илмий исботланган (Universität Bielefeld, Германия).

Дунёда шўрланган тупроқларда ўсишга мослашган ўсимликларнинг биокимёвий, молекуляр-биологик ва экологияси хусусиятларини аниқлаш бўйича қатор, жумладан, қуйидаги устувор йўналишларда тадқиқотлар олиб борилмоқда: Орол денгизининг шимолий қисми ўсимликлар экологиясини тадқиқ этиш; Орол регионидан тарқалган айрим полиморф турларнинг молекуляр филогениясини ишлаб чиқиш; чўл ҳудудига мослашган

² Диссертациянинг мавзуси бўйича хорижий илмий-тадқиқотлар шарҳи www.sciencedirect.com, www.researchgate.net, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles ва бошқа манбаалар асосида ишлаб чиқилган.

6

ўсимликларнинг кимёвий таркибини аниқлаш ва ўсимликлардаги биокимёвий жараёнларни очиқ бориш; амалий аҳамиятга эга ўсимликларни фитомелиорация ишларига жорий этиш.

Муаммонинг ўрганилганлик даражаси. Орол денгизи суви қуриган жанубий ҳудудларнинг ўсимлик турларининг хилма-хиллиги бугунги кунга қадар тўлиқ ўрганилмаган. Шунингдек, Жанубий Оролқум ўсимлик турларини биокимёвий ва молекуляр-биологик усуллар ёрдамида ўрганиш бўйича илмий тадқиқот ишлари амалга оширилмаган.

Жаҳоннинг ривожланган давлатлари олимларидан иборат The Consortium for the Barcode of Life (CBOL) Plant Working Group томонидан *rbcL*, *matK*, *rpoB*, *rpoC1* генлари ҳамда *atpF-atpH*, *psbK-psbI*, *trnH-psbA* спейсерлари асосида ёпиқ уруғли ўсимликларнинг молекуляр филогенияси ва турлар эволюциясини аниқлашга эришилган. G.Kadereit, S.Fior, E.V.Mavrodiev, E.H.Zacharias, D.Iamonico, A.P.Sukhorukov, R.Hand, K.Kefalas томонидан *Atriplex* туркуми турларининг молекуляр систематикаси бўйича илмий тадқиқот ишлари олиб борилган.

Германиянинг Билефельд университети, Россия давлат педагогика университети, Қозоғистоннинг Ботаника ва фитоинтродукция институти олимлари ҳамкорлигида Орол денгизининг қуриган шимолий қисмининг ўсимликлар қоплами классификацияланган (W.Wucherer, S.-W.Breckle, Л.А.Димеева, Л.Я.Курочкина, Л.А.Кузнецов, И.В.Панкратова). Қозоғистон ҳудудида тарқалган *Haloxylon persicum*, *H. aphyllum*, *H. ammodendron* турлари таркибидаги аминокислота ва минерал элементлар таркиби аниқланган (Г.Ж.Байсалова, С.М.Болысбекова, А.Х.Хамзина, Р.Ш.Еркасов). Марказий Қизилқум ҳудудида тарқалган ўсимликларнинг кимёвий элементлар таркиби

аниқланган (K.N.Toderich, E.V.Shuyskaya, T.M.Khujanazarov, I.Shoaib, K.Yoshiko).

Ўзбекистон чўл ўсимлик турларининг макро- ва микроэлементлар, аминокислоталар миқдорини аниқлаш, оксил-пептидлар ва бошқа кимёвий бирикмаларини ажратиш бўйича Биоорганик кимё институти ва Ўсимлик моддалари кимёси институтларининг турли лабораторияларида бир неча йиллар давомида ўсимлик захиралари асосида турли дори воситаларини яратиш устида илмий тадқиқот ишлари олиб борилмоқда. Жумладан, ўсимликлардан оксил ва пептидларни ажратиш бўйича дастлабки изланишлар, уларнинг биологик фаолликлари тадқиқоти академик О.С.Содиқов ва академик Ш.И.Салихов раҳбарликлари остида амалга оширилган. Республикамизда маданий ўсимлик турларини молекуляр биологик ва генетик усуллар ёрдамида тадқиқ қилиш ЎЗР ФА академиклари А.П.Ибрагимов, А.Абдукаримов, профессорлар Р.С.Мухамедов ва И.Ю.Абдурахмоновлар томонидан амалга оширилган.

Ўсимлик ва ҳайвонот олами генофонди институти ҳамда ЎЗР ФА Қорақалпоғистон бўлими Табiiй фанлар илмий тадқиқот институти томонидан жанубий Орол олди ҳудудининг ўсимликларини қопламнинг таснифи аниқлаш, ўсимликларнинг кимёвий элементлари миқдорини аниқлаш бўйича изланишлар олиб борилган (С.К.Кабулов, Ш.Камалов,

7

Т.Т.Рахимова, Х.Ф.Шомуродов, У.Алланазарова, Х.К.Матжанова, Д.М.Тажетдинова).

Орол денгизи атрофи ўсимликларининг биокимёвий, молекуляр биологик ва экологик хусусиятларини аниқлаш йўналишида тадқиқотларни амалга ошириш долзарб, илмий-амалий аҳамиятга эга ҳисобланади.

Тадқиқотнинг диссертация бажарилган илмий-тадқиқот муассасасининг илмий-тадқиқот режалари билан боғлиқлиги. Диссертация тадқиқоти Биоорганик кимё институти илмий тадқиқот ишлари режасининг ЁФ7-ФА-0-29481 «Ўзбекистонда ўсадиган *Solanaceae* ва *Ranunculaceae* оилаларига тегишли ўсимликларни биологик фаол компонентларини систематик ўрганиш» (2014–2015.) ҳамда «Юқори технологиялар ўқув-тажриба маркази» Давлат корхонасининг ЁФ5-001 рақамли «Баъзи чўл ўсимликларининг филогениясининг ДНК маркерларини қўллаш орқали ўрганиш» (2014–2015) мавзусидаги амалий лойиҳалари доирасида бажарилган.

Тадқиқотнинг мақсади Орол денгизининг жанубий қуриган ҳудудларидаги ўсимликларнинг биокимёвий, молекуляр-биологик ва экологик хусусиятларини аниқлаш ҳамда уларнинг ресурс имкониятларини баҳолашдан иборат.

Тадқиқотнинг вазифалари:

Жанубий Оролқум ҳудуди ўсимликларни аниқлаш ва биокимёвий усуллар орқали уларнинг ташқи муҳитга мослашишини исботлаш; ўсимлик ва тупроқ намуналари таркибидаги макро- ва микроэлементларни аниқлаш,

уларнинг ўзаро боғлиқликларини солиштириш;

ўсимликларнинг ер устки қисмлари таркибидаги эркин аминокислоталар миқдорини жумладан, шўрланган тупроқлардаги мослашиш индикациясини аниқлаш;

кенг тарқалган ўсимлик турлари экстрактларидан оксил-пептидлар фракциясини ажратиш ва олинган фракцияларнинг бактерияларга қарши фаоллигини бирламчи синовдан ўтказиш;

ташки муҳитга мослашган ўсимликларнинг *psbB-psbH* региони ва *rbcL*, *matK* генлари ДНК баркодини амалга ошириш;

Atriplex pratovii ўсимлигининг *rbcL* ва *matK* генлари асосида турлараро ва туркумлараро молекуляр филогениясини аниқлаш;

Жанубий Оролқум ҳудудида кенг тарқалган ўсимликларни самарали фитомелиорация ишлари учун экологик гуруҳларга ажратиш; Жанубий Оролқум қумларининг тарқалишини тўхтатувчи ўсимликларнинг самарали тарқалиши учун асос бўладиган тавсиялар ишлаб чиқиш шунингдек, олинган натижаларнинг амалиётда қўлланилиши учун бошқарув органларига тегишли ҳужжатлар тақдим этиш.

Тадқиқотнинг объекти сифатида Жанубий Оролқумда тарқалган ўсимлик турлари, уларнинг баркод генлари, кимёвий элементлар, эркин аминокислота, оксил ва пептидлари олинди. Лаборатория таҳлиллари учун материаллар 2006–2016 йилларнинг турли мавсумларида йиғилди.

8

Тадқиқотнинг предмети ўсимликларнинг генетик хилма-хиллиги, баркод (маркер) генларнинг бирламчи тузилиши, макро- ва микроэлементлар ва эркин аминокислоталар миқдори ҳамда ажратилган оксил-пептидларнинг биологик фаоллигини аниқлаш ҳисобланади.

Тадқиқотнинг усуллари. Диссертация ишини амалга оширишда биокимёвий ва молекуляр-биологик (экстракция, чўктириш, ажратиш, гель электрофорез, юқори самарали суюқлик хроматографияси, ДНК ажратиш, ПЗР, флуорометрия, секвенс), физик-кимёвий (нейтрон-активацион таҳлил) ва экологик усуллардан фойдаланилди.

Диссертация тадқиқотнинг илмий янгилиги қуйидагилардан иборат: Жанубий Оролқум ҳудудида 220 юксак ўсимлик турлари (шундан 130 тури илк бор) ўсиши аниқланган ва мазкур ҳудуд ўсимликлари Эрон-Турон флораси замирида пайдо бўлганлиги исботланган;

ўсимлик турларининг таркибидан 38 та, тупроқ таркибидан 37 та кимёвий элементларнинг миқдори, рений elementi ўсимлик таркибида аниқланган ҳамда ҳудудда тарқалган ўсимлик органлари таркибидаги эркин аминокислоталар миқдори аниқланган, фенилаланин ва пролиннинг ўсимликларнинг стресс омилларга мослашишидаги роли исботланган;

Орол денгизининг қуриган тубида тарқалган ўсимликларнинг оксил пептид компонентлари ажратилган ва уларнинг инсон организми учун патоген ҳисобланган бактерияларга қарши антибиотик потенциалга эга эканлиги исботланган;

илк бор *Atriplex pratovii* ўсимлиги *rbcL* генининг 488, 537 ва 811 жуфт нуклеотиддан, *matK* генининг 283, 403 ва 804 жуфт нуклеотиддан, *psbB-psbH* регионининг 577 жуфт нуклеотиддан иборат кетма-кетлиги аниқланган ва секвенс натижалари EMBL-EBI маълумотлар базасига киритилган;

илк бор *Atriplex pratovii* ўсимлигининг *Atriplex* туркуми бошқа турларидан фарқ қилиши молекуляр-генетик жиҳатдан исботланган ва *Atriplex pratovii* ўсимлигининг *rbcL*, *matK* генлари бўйича турлараро ва туркумлараро молекуляр филогенияси ишлаб чиқилган;

ўсимлик турлари экологик гуруҳларга ажратилган ва уларнинг биоиндикация хусусиятлари асосланган.

Тадқиқотнинг амалий натижалари қуйидагилардан иборат: ҳудудда аниқланган ўсимлик турларидан Орол денгизининг қуриган тубида фитомелиорация ишларида фойдаланиш тавсия этилган; ўсимлик турларидан ажратилган оксил-пептид компонентлар юқори биологик фаолликка эга эканлиги ҳисобга олиниб, улардан янги авлод дори воситалари ишлаб чиқаришда Орол денгизи атрофи ўсимликларидан табиий захира сифатида фойдаланиш тавсия этилган;

нуклеотидлар кетма-кетлиги аниқланган генлардан Ўзбекистон ҳудудида тарқалган юксак ўсимликларни ДНК баркоди учун тавсия этилган. **Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги** таҳлилларнинг замонавий биокимёвий, молекуляр-биологик ва физик-кимёвий бир-бирини тўлдирувчи усулларни қўллаш орқали олиб борилганлиги билан тасдиқланади. Илмий натижалар классик статистик, замонавий статистик ва биоинформатик

9

дастурлар ёрдамида таҳлил қилинди. Секвенс натижалари NCBI ҳамда ENA маълумотлари билан таққосланди ва EMBL-EBI мутахассислари томонидан маъқулланиб, маълумотлар базасига жойлаштирилди. Олинган барча илмий натижаларнинг Биоорганик кимё институти экспертлар комиссияси ҳулосаси асосида рецензияланган илмий журналларда мунтазам равишда нашр этилиб борилганлиги, шунингдек, республика ва халқаро конференциялардаги муҳокамаси билан тасдиқланади.

Тадқиқот натижаларининг илмий ва амалий аҳамияти. Олинган натижаларнинг илмий аҳамияти шундаки, Жанубий Оролқум ҳудудидаги 220 тур юксак ўсимликлар, шундан 130 тури илк бор, аниқланган битта эндем ва 5 та ноёб ўсимлик турлари ҳақидаги маълумотлардан Ўзбекистон Республикаси Қизил китобининг янги нашрлари учун илмий манба сифатида, ўсимликларнинг экологик гуруҳларига оид маълумотлардан Оролқумда янгидан шаклланаётган ўсимликлар қопламини илмий жиҳатдан баён этишда; ўсимликларнинг шўрланган тупроқларда ўсишга мослашиши биокимёвий жараёнлар билан тасдиқланганлиги; секвенс қилинган генларнинг кетма-кетлиги NCBI ва ENA халқаро маълумотлар базасига жойлаштирилганлиги; *Atriplex pratovii* турининг *rbcL*, *matK* генлари бўйича молекуляр филогениясининг ишлаб чиқилганлиги билан изоҳланади.

Ишнинг амалий аҳамияти шундан иборатки, Орол денгизининг суви

қуриган туби кўчма қум ва шўрхокларини фитомелиорация йўли билан истикболли турлар (*Tamarix hispida*, *T. ramosissima*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*, *Salsola dendroides*, *S. orientalis*, *Climacoptera aralensis*, *Nitraria schoberi*, *Lycium ruthenicum*, *Limonium otolepis*) орқали мустаҳкамлаш йўллари ишлаб чиқилиги; мазкур ҳудуд ўсимликларидан ресурс базаси сифати республикамиз доришунослигини ривожлантиришда фойдаланиши билан изоҳланади.

Тадқиқот натижаларининг жорий қилиниши. Орол денгизининг суви қуриган ҳудудларидаги ўсимликларнинг биокимёвий, молекуляр-биологик ва экологик хусусиятлари бўйича олинган илмий натижалар асосида:

биоиндикацион хусусиятга эга турлар (*Salsola arbusculaformis*, *S.orientalis*, *S.richteri*, *Alhagi pseudalhagi*, *Kalidium capsicum*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*, *Atraphaxis spinosa*) индикатор ўсимликлар сифатида, биофаол бирикмаларига эга турлар (*Tamarix ramosissima*, *Alhagi pseudalhagi*, *Peganum harmala*, *Nitraria schoberi*, *Astragalus villosissimus*) доривор ўсимлик захираси сифатида жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Экология ва атроф-муҳитни муҳофаза қилиш давлат қўмитасининг 2017 йил 9 февралдаги РФ-02/10-914-сон маълумотномаси). Илмий натижалар янги авлод дори воситалари ишлаб чиқаришда Оролқум ўсимлик турларидан захира сифатида фойдаланиш имконини берган;

шўрхокларда кенг тарқалган ўсимлик турлари (*Tamarix hispida*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*, *Salsola dendroides*, *Climacoptera aralensis*, *Atriplex pratovii*, *Limonium otolepis*) фитомелиорант ўсимликлар сифатида шўрланган ерлар учун жорий этилган (Ўзбекистон Республикаси Қишлоқ ва сув хўжалиги вазирлиги Ўрмон хўжалиги бош бошқармасининг

10

2016 йил 17 майдаги 06/11-535-сон маълумотномаси). Илмий натижалар Оролқум ҳудудининг шўрланган ҳудудларида сунъий фитоценозлар яратишда ҳамда фитомелиорация ишларида фойдаланиш имконини берган;

аниқланган ўсимлик турларидан (*Tamarix ramosissima*, *T.hispida*, *Alhagi pseudalhagi*, *Peganum harmala*, *Nitraria schoberi*, *Salsola orientalis*, *S.richteri*, *S. dendroides*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*, *Climacoptera aralensis*, *Limonium otolepis*) геологик қидирув ишларида, ўрмон ва ўтлоқзорлар барпо этишда, доривор ўсимлик ресурс базаси сифатида жорий этилган (Оролни қутқариш Халқаро фонди GEF Жамғармасининг 2017 йил 7 февралдаги 1/49-сон маълумотномаси). Илмий натижалар Орол олди ҳудуди ўсимликларидан ўрмон ва ўтлоқзорлар барпо этиш ишларида фойдаланиш имконини берган;

Оролқум ўсимликларининг хилма-хиллиги, экологияси, динамикаси ва кимёвий элементлар таркиби бўйича олинган илмий натижалар Россия фанлар академияси Ширшов номидаги Океанология институтининг илмий тадқиқот ишларида қўлланилган (Россия фанлар академияси Ширшов номидаги Океанология институтининг 2016 йил 11 мартдаги 01/2115-224-сон маълумотномаси). Илмий натижалар Орол олди региони ҳозирги экологик

холатини мониторинг қилиш имконини берган.

Atriplex pratovii ўсимлигининг *rbcL*, *matK* генлари, *psbB-psbH* региони секвенси бўйича олинган натижалар Европа нуклеотид архиви (Буюк Британия, Кембридж) EMBL-EBI маълумотлар базасида LT604458, LT604459, LT604460, LT628367 ва улар оқсиллари мос равишда SCB66075.1, SCB66076.1, SCB66077.1, SCZ84109.1 ID рақамлари орқали рўйхатдан ўтказилган (<http://www.ebi.ac.uk>). Ушбу секвенс маълумотларидан дунёнинг турли минтакаларида ўсувчи турларни ўрганишда глобал доирада фойдаланилмоқда.

Тадқиқот натижаларининг апробацияси. Мазкур тадқиқот натижалари, жумладан 11 та халқаро ва 9 та республика илмий-амалий анжуманларида муҳокамадан ўтказилган: «Биология – наука XXI века» (Пушино, Россия, 2010, 2013); «Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья» (Нукус, 2010); «Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии» (Иркутск, Россия, 2010); «Advances in botany and ecology» (Yalta, Ukraine, 2010); «Взгляд молодых ученых на актуальные проблемы науки» (Ташкент, 2010); «Актуальные проблемы геоботаники» (Алматы, Казахстан, 2011); «Биохилма-хиллик ва иқлим ўзгариши муаммолари» (Тошкент, 2010); «Миллий касбий таълимда узлуксиз экологик таълим тизимининг илмий асослари: муаммолари ва истикболлари» (Тошкент, 2012); «Актуальные проблемы биологии и химии» (Пушино, Россия, 2012); «Республиканская научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 70-летию Академии наук Республики Узбекистан» (Ташкент, 2013); «3rd Science in Botanic Gardens Congress» (Gran Canaria, Spain, 2014); «XXI аср – интеллектуал авлод асри» (Тошкент, 2014); «Биоразнообразие, сохранение и рациональное использование генофонда растений и животных» (Ташкент,

11

2014); «2nd International Conference on Arid Lands Studies» (Samarkand, 2014); «Энерго-и ресурсоэффективные технологии производства и хранение сельскохозяйственной продукции» (Харьков, Украина, 2014); «Актуальные проблемы химии природных соединений» (Ташкент, 2015); «Актуальные проблемы физико-химической биологии» (Ташкент, 2015); «Современная микология в России» (Москва, Россия, 2015); «Proceedings of III (XI) International Botanical Conference of Young Scientists in Saint-Petersburg» (Saint-Petersburg, Russia, 2015); «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» (Астрахань, Россия, 2016); мавзуларидаги республика ва халқаро илмий-амалий конференцияларда маъруза кўринишида баён этилган ҳамда апробациядан ўтказилган.

Тадқиқот натижаларининг эълон қилинганлиги. Диссертация мавзуси бўйича жами 39 та илмий иш чоп этилган, шулардан, Ўзбекистон Республикаси Олий аттестация комиссиясининг докторлик диссертациялари асосий илмий натижаларини чоп этиш тавсия этилган илмий нашрларда 13 та

мақола, жумладан, 10 таси республика ва 3 таси хорижий журналларда нашр этилган.

Диссертациянинг ҳажми ва тузилиши. Диссертация таркиби кириш, олтита боб, хулоса, фойдаланилган адабиётлар рўйхати ва иловалардан иборат. Диссертациянинг ҳажми 152 бетни ташкил этган.

ДИССЕРТАЦИЯНИНГ АСОСИЙ МАЗМУНИ

Кириш қисмида диссертация мавзусининг долзарблиги ва зарурийлиги асослаб берилган, мақсад ва вазифалар, шунингдек, тадқиқотнинг объект ва предмети ифодаланган, тадқиқотнинг Ўзбекистон Республикаси фан ва технологияларни ривожлантириш йўналишига мувофиқлиги келтирилган, тадқиқотнинг илмий янгилиги ва амалий натижалари баён қилинган, олинган натижаларнинг ишончлилиги асосланган, натижаларнинг назарий ва амалий аҳамияти очиб берилган, тадқиқот натижаларини амалиётга жорий этиш рўйхати келтирилган, чоп этилган ишлар ва диссертациянинг тузилиши бўйича маълумотлар берилган.

Диссертациянинг **«Орол денгизи сувидан бўшаган ҳудудларнинг табиий-географик тавсифи ва мавзуга оид илмий манбалар шарҳи»** деб номланган биринчи бобида Жанубий Оролқумнинг табиий-географик тавсифи, тадқиқот мавзуси бўйича илмий манбалар шарҳи ва муаммонинг ўрганилиш даражасига оид батафсил шарҳ берилган. Унда Оролқум ҳудудидаги флористик, геоботаник ва экологик тадқиқотлар, шунингдек, *Atriplex* туркуми турлари молекуляр филогенияси устида олиб борилган тадқиқотлар ҳамда баъзи чўл ўсимликларнинг кимёвий ва биокимёвий тадқиқотлари борасида маҳаллий ва хорижий олимлар томонидан амалга оширилган илмий ишларнинг натижалари батафсил ёритилган.

Диссертациянинг **«Диссертация ишининг тадқиқот объекти ва уни амалга оширишда қўлланилган усуллари»** деб номланган иккинчи бобида

12

тадқиқот объекти ва усуллари ёритилган. Ушбу бобнинг параграфларида тадқиқот олиб боришда қўлланилган экологик, биокимёвий, молекуляр биологик/генетик усуллар, нейтрон-активацион таҳлили, эркин аминокислоталарни аниқлаш усули, умумий оксил ва пептидлар ажратиш усули, полиакриламид гел-электрофорез усули, умумий оксил микдорини аниқлаш усули ва юқори самарали суюқлик хроматографияси усуллари ҳақида батафсил маълумотлар берилган.

Диссертациянинг **«Жанубий Оролқум ўсимликларининг таксономик ва экологик таҳлиллари»** деб номланган учинчи бобида таксономик таҳлиллар, ноёб ва эндем ўсимлик турлари, флоранинг кўшни ҳудудлар флоралари билан солиштириш, экологик гуруҳларга оид тадқиқот натижалари ёритилган.

Ўсимлик турларининг таксономик ва географик таҳлиллари. Табиатда йилнинг (2006–2016) турли мавсумларида олиб борилган экспедициялар

давомида йиғилган гербарий намуналарини аниқлаш ва ЎзР ФА Ботаника ва зоология институти Марказий гербарий лабораторияси материаллари ҳамда мавжуд илмий манбаларни чуқур таҳлил қилиш натижасида Жанубий Оролқум ҳудудида 3 бўлим, 4 аждод (синф), 10 аждодча (синфча), 18 катта қабила, 30 қабила, 41 оила, 124 туркумга мансуб 220 юксак ўсимлик турлари ўсиши аниқланди (Sherimbetov et al., 2015; p. 39-50). Шундан 130 тур илк бор аниқланди. Энг йирик *Chenopodiaceae* оиласи 25 туркумга оид 63 турни, умумий флоранинг 28.63 %ини ташкил қилади. Экспедициялар давомида ҳудудда 5 та ноёб ва битта эндем ўсимлик тури қайд этилди. Уларнинг янги тарқалиш ареаллари ва координатлари аниқланди: *Rosa majalis* (06.05.2014, 44°14.37.8'N, 58°16.29.1'E), *Tulipa biflora* (29.04.2013, 43°44.46.2'N, 58°20.02.1'E), *Tulipa buhseana* (30.04.2013, 44°46.05.8'N, 58°12.06.6'E), *Crambe edentula* (06.05.2014, 44°46.12.8'N, 58°12.05.3'E), *Artemisia austriaca* (06.05.2014, 45°06.10.6'N, 58°19.58.8'E), *Atriplex pratovii* – Оролбўйи эндеми (30.04.2013, 44°30.07.6'N, 58°11.09.8'E). Жанубий Оролқум ҳудуди флорасининг шаклланиши давом этаётганлиги инобатга олинса, ўсимликлар сони ва таксономик бирликлар таркиби албатта кўпаяди. Табиатда олиб борилган кузатишлар асосида Жанубий Оролқум флораси бир неча юз йиллардан кейин унга кўшни табиий-географик районлар флораларидек турғун ҳолатдаги кўринишга келишини тахмин қилиш мумкин.

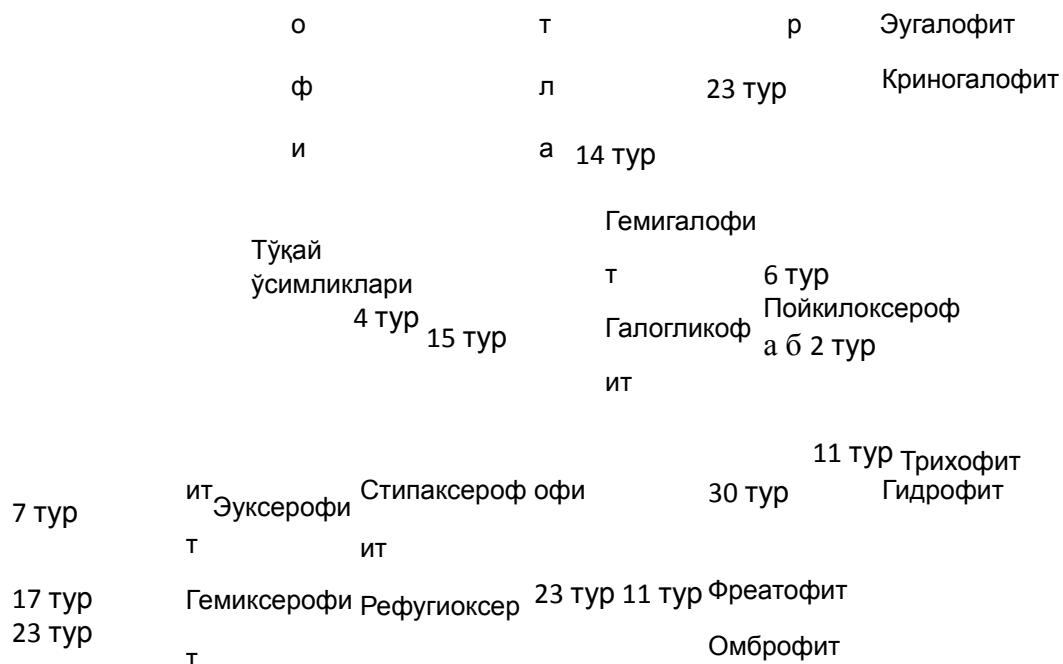
Жанубий Оролқумда тарқалган ўсимликларнинг умумий ареалларини аниқлаш мақсадида мавжуд илмий манбалар чуқур таҳлил қилинди. Натижада, ҳудудда тарқалган ўсимликларнинг 39 та ареал типига бирлашиши ҳамда Турон, Эрон-Турон, Европа-Қадимги Ўртаер ва Қадимги Ўртаер ареал типлари энг кўп турларни ўз ичига олиши аниқланди. Умуман олганда, ўрганилган ҳудуд флораси жанубий ва шимолий Оролбўйи ҳудудлари флораси элементлари ҳисобидан шаклланаётганлигини таъкидлаш мумкин. Шубҳасиз, Жанубий Оролқум флораси Эрон-Турон флораси замирида пайдо бўлган, деган хулосага келиш мумкин.

Ўсимлик турларининг экологик таҳлиллари. Кўп йиллик таҳлиллар натижасида ҳудудда кенг тарқалган 66 та ўсимлик тури тупроқ механик

13

таркибига боғлиқ 4 та, тупроқ таркибидаги тузнинг миқдори (шўрга чидамлиги)га боғлиқ 5 та, тупроқнинг намлик даражасига боғлиқ 5 та ва сувга нисбатан талабчанлигига боғлиқ 4 та экологик гуруҳларга ажратилди (1-расм).

2 тур			
5 тур	с	ф	р
Галофитлар			
8 тур	а	и	г
Гипергалофитлар			
	м	т	и
34 тур	м	л	п
25 тур	о	а	с
п			



В Г Т

1-расм. Ўсимликларнинг тупроқнинг механик таркибига (а), тузнинг миқдорига (б), намлик даражасига (в) ва сувга талабчанлигига боғлиқ (г) экологик гуруҳлари

Шўрланган тупроқли майдонларнинг ўсимликлар билан қопланиши галофил ўсимликларнинг псаммофил ўсимликлар қоплами вакиллари билан ўрин алмашиши каби табиий қонуният орқали амалга ошиши тадқиқотлар мобайнида яна бир бор ўз тасдиғини топди.

Диссертациянинг «**Полиморф ўсимлик турларининг молекуляр генетик таҳлиллари**» деб номланган тўртинчи бобида *Atriplex pratovii* нинг *rbcL*, *matK* генлари, *psbB-psbH* региони секвенс натижалари, уни бошқа турлар билан таққослаш, турлараро ва туркумлараро молекуляр филогенияси бўйича олинган тадқиқот натижалари баён этилган.

ДНК баркод (DNA barcode). ДНК баркод усули ёрдамида The Consortium for the Barcode of Life (Hollingsworth et al., 2009; p. 12794-12797) Plant Working Group томонидан *Magnoliophyta* бўлимига мансуб полиморф турларни аниқлашдаги сўнгги молекуляр-генетик ёндашув сифатида стандарт 7 та номзод: *rbcL*, *matK*, *rpoB*, *rpoC1*, *atpF-atpH*, *psbK-psbI*, *trnH-psbA* плазмид ген ва регионлардан фойдаланиш тавсия этилади.

Atriplex pratovii ўсимлиги *rbcL* генининг нуклеотидлар кетма-кетлиги. GenBank маълумотлар базасида *rbcL* генининг узунлиги турли қуруқлик ўсимликларида тахминан 1400–1450 жуфт нуклеотиддан иборатлиги келтирилади. Таҳлиллар якунида *Atriplex pratovii* ўсимлиги *rbcL* генининг 488, 537 ва 811 жуфт нуклеотиддан иборат турли фрагментлари илк бор секвенс қилинди. Олинган натижалар EMBL-EBI маълумотлар базасига жойлаштирилиб, LT604458, LT604460, LT628367 ва уларнинг оксили учун мос равишда SCB66075.1, SCB66077.1, SCB66077.1 ID рақами олинди:

1-60 TGAAACCCTAGATACTGATATCTTGGCA
61-120 GCATTCCGAGTAAGTCCTCAACCGGGAGTTCC
GATTACAAATTGACTTATTATACTCCTGAGTA ACCCGAAGAAGCAGGGGCTGCAGTAGCT
121-180
GCTGAATCTTCTACTGGTACATGGACAACCTGTATGGACCGACGGACTTACCAGTCTTGAT
181-240 241-300 301-360 361-420 GAAAACGTGAACTCCCAGCCGTTTATG
421-480 481-540 541-600 601-660 CGTTGGAGAGACCGTTTCCTATTTTGTGCCGAA
661-720 721-780 781-811 GCTCTTTATAAAGCACAAAGCCGAAACA
CGTTACAAAGGACGATGCTACCACATCGAGCCT GCGGAAATCAAGGGTCATTACTTGAATGCTACT
GTTGCTGGAGAAGAAAATCAATATATT GCGGGTACATGCGAAGACATGATGAAA
TGTTATGTAGCATATCCCTTAGACCTTTTTTGAA AGGGCTGTATTTGCCAGAGAATTGGGAGTTTCCT
GAAGGTTCTGTTACTAATATGTTTACT ATCGTAATGCATGACTACTTAACAGGG
TCCATTGTGGGTAACGTATTTGGGTTCAAAGCC GGATTCACCTGCAAATACTACTTTGTCTCATTTAT
CTGCGTGCTCTACGTTTGGAGGATTTG TGCCGAGATAATGGTCTACTTCTTTCAC
CGAATCCCTGTTGCTTATGTAAAACTTTCCAAATCCACCGTGCAATGCACGCAGTTATTGATAGA
GGCCCGCCTCACGGTATCCAAGTTGAG CAGAAGAATCATGGTATCCACTTCCGT
AGAGATAAATTGAACGATTTTACCAAAGATGAT GTACTAGCTAAAGCGTTACGTCTGTCTGGTG

Геннинг махсулоти: Рибулоза 1,5-бисфосфат карбоксилаза/
оксигеназасининг катта суббирлиги оксиди. Аминокислоталар кетма кетлиги:
DYKLTYYTPEYETLDTDILAAFRVSPQPGVPPEEAGAAVAEAESSTGTWTTVW
TDGLTSLDRYKGRCYNIEPVAGEENQYICYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSIVGNVFGFKA
LRALRLEDLRIPVAYVKTFQGPPIHQVERDKLNDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFCA
EALYKAQAETGEIKGHYLNATAGTCEDMMKRAVFARELGVPVIMHDYLTGGFTANTT
LSHYCRDNGLLLNHRAMHVIDRQKNHGIHFRVLAKALRLSG. Жами 270 та.
Молекуляр массаси – 30452 Да.

Atriplex pratovii ўсимлиги *matK* генининг нуклеотидлар кетма-кетлиги.
NCBI маълумотлар базасида *matK* генининг узунлиги тахминан 1570 жуфт
нуклеотиддан иборатлиги келтирилади. Хитойлик олимлар (Yu Jing et al.,
2011; p. 176–181) томонидан 47 оилага мансуб 58 турдаги ўсимликларда
мазкур геннинг тахминан 600–800 жуфт нуклеотиддан иборат қисмида ҳар
бир тур учун хос специфик нуклеотидлар кетма-кетлиги (SNP)
жойлашганлиги аниқланган.

Тадқиқотлар якунида *Atriplex pratovii matK* генининг 283, 403 ва 804
жуфт нуклеотиддан иборат турли фрагментлари илк бор секвенс қилинди:
Forward sequence: 5`-3`. 250 A; 129 C; 130 G; 295 T.

1-60 TTCTTGCAATAGTAAGATTTTTTCTATA
61-120 TGAGTCTCGTAATTTAAATAGTCTTATTACTC
CAAACCTCTTCGCTACTGGTTGAAAGATGCTTC CAAAGGAATTCATTCCTTTTTTGAAAAA
121-180
AGAAATAAAAGATTATTCTTGTTCCTATATAATTTCCATGTATGCGAATATGAATCCTTT
181-240 241-300 301-360 361-420 CATTTCCGGCAATGTCATTTTTCTGTCTGGTCT
421-480 481-540 541-600 601-660 CAACCAAAAAGACTCTATATCAATCGA
661-720 721-780 781-804 TTAGGAAACCATTCCTTAGACTTTATGGGTTTT
TTTGTTTTTCTCCGTAACCAATCTTCTTATTTAATTTCAAATGTGCGACTCAATTCTTCA
CAACCAACTTCTTTTGGAAACCTTATT GTAATACGGAGTCAAATGTTAGAAAATGCATTT
GAACGAATTCATTTCTATGGAACCAATAAATAT СТААТАГААААТАТТАГТААГААГТТ
СТАГГААААГТТТТГАСТАААГАТТТТ GATACCATAGTTCCAATTATTCCTTTGGTTGGA
GGGGTTATCCTATGGCTTTTTCAGAGAACCTTTC TCGTTGGCTCAAGCGAGATTTTGTAAAT
CCGCATTATGTTAGGTATCAAGGAAAA GGATTAGGGCATCCCATTAGTAAGCCGGTCTGG
TCAATTCTAGCCTCAAAAGGGGCATCTCTTTTG ACCGATTTATCCGATTCTGATATTATT
ATGCAGAAATGGAATAATACCTTATC GATCGATTTGGTTCGTATATATAGAAATATTTTT

CATTATTATAGTGGCTCTTCAAGAAAA

AAAAGTTTGTATCGAATAAAGTAT

matK генининг секвенс қилинган қисми ушбу геннинг интрони ҳисобланиб, матураза оқили аминокислоталар кетма-кетлигини кодламайди. *Atriplex pratovii* ўсимлиги *psbB-psbH* регионининг нуклеотидлар кетма кетлиги. Молекуляр систематик олимлар томонидан қуруқлик ўсимликлар баркодида аввал *rbcL* ва *matK* генларидан, кейин *psbA*, *trnH*, ITS каби маркер

15

генларидан фойдаланиш тавсия қилинади. Шу асосида *rbcL* ва *matK* генларидан ташқари *Atriplex pratovii* ўсимлиги *psbB-psbH* региони асосида ҳам ўрганилди. Мазкур регион *psbB* (қисман), *psbN* (тўлиқ), *psbT* (тўлиқ) ва *psbH* (қисман) генларини ўз ичига олади. Илмий маълумотларда *psbB* гени 1527, *psbN* 105 гени, *psbT* 132 гени ва *psbH* гени 222 жуфт нуклеотиддан иборатлиги келтирилади.

Тадқиқотлар натижасида *psbB-psbH* регионининг 577 жуфт нуклеотиддан иборат фрагменти илк бор секвенс қилинди ва у EMBL-EBI маълумотлар базасига жойлаштирилди. *psbT* гени учун LT604459 ва унинг оқили учун мос равишда SCB66076.1 ID рақамлари олинди:

Forward sequence: 5'-3'. 190 A; 95 C; 100 G; 192 T.

1-60	AAGACAAGGAGTTTAATACAACATTGGT
61-120	TTATGCTTTTTTGGTTCTATTTTTTTTGATTTG
GCATTCCAAAAATTGGAGATCCAACTACAAG	ACAGAGGATACTAGAGCAATCTTGATTT
121-180	
GAATCACCACCCTTTTGTATCATTTATTGGGAAAATAATCTCAAGTAAACAGGTATGGAA	
181-240	241-300
301-360	361-420
GGCTCATTA CTTCGACTAATCTCCGTGTTCCSTC	
421-480	481-540
541-577	GAAAGGATCTCTTAGTTGTTGAGAGGG
GCTATAATTGTAAACCACAATCGAATCTATGGA	TTGCCCAAAAGCGGTATATAAGGCATACCCAGT
AGCATTTGGTTTATACATTTCTATTAGT	AAAACTTACCAGTAAACCAGATATAAA
CTCTACTCTAGGGATAATTTTTTTTCGSTATCTT	GATGGCGACTAGGGTTGCTGTTTCCATTATTAG
TTTTTCGGGAACSTCSTAAATTTCAAC	ATAATTTTAAGACCACAATGGATCTAT
TAAAAAATGAAATGGTTTTTTCATCATTTCAATT	GATAAAATCATGTATTTACAACGGAATGGTATA
GAAGTAATGAGCCTTCCAATATTGGAA	CAAA

Геннинг маҳсулоти: фотосистема II суббирлиги оқили. Аминокислоталар кетма-кетлиги: MEALVYTFLLVSTLGIFFFAIFFREPPKISTKK. Жами 33 та. Молекуляр массаси – 3821 Да.

Atriplex pratovii ўсимлигининг бошқа турлар ва туркумлар билан молекуляр–генетик жиҳатдан таққослаш. *A. pratovii* турининг юқорида келтирилган *rbcL* ва *matK* генлари нуклеотидлар кетма-кетлиги бўйича олинган маълумотлар NCBI ва ENA маълумотлар базасида *Atriplex* туркуми турлари ҳамда *Chenopodiaceae* оиласига мансуб *Atriplex* туркумига яқин бошқа туркумларга оид секвенс маълумотлари MEGA4 биоинформатик дастури ёрдами таққосланди. Натижада *A. pratovii* турининг *rbcL* ва *matK* генлари бўйича турлараро ва туркумлараро ўхшашлик ва фарқлари аниқланди (2-расм).

Ўрганилган турнинг *rbcL* гени бўйича *A. canescens*, *A. spongiosa*, *A. laciniata* турларига жуда яқинлиги, *A. glauca*, *A. centralasiatica*, *A. rosea*, *A. coriacea*, *A. leucoclada* турларидан битта полиморфизм бўйича фарқ қилиши (нисбатан яқинлиги), *A. voucher* туридан эса *rbcL* гени бўйича 8 та, *matK* гени

бўйича 40 полиморфизм бўйича кескин фарқ қилиши аниқланди (1-жадвал). *rbcL* гени бўйича *A. pratovii* турининг, шу жумладан, *Atriplex* туркумининг *Chenopodiaceae* оиласи туркумлари ичида *Cremnophyton* туркумига энг яқин туриши (фақат битта полиморфизм билан фарқланиши) исботланди.

Atriplex pratovii ўсимлигининг турлараро молекуляр филогенияси. *A.pratovii* турининг туркум ичидаги турлараро ўхшашлик ва фарқларига янада ойдинлик киритиш мақсадида унинг *rbcL* ва *matK* генлари бўйича молекуляр филогенияси ўрганилди. Илк бор секвенс натижалари асосида *A.pratovii* нинг молекуляр филогенияси ишлаб чиқилди (3а-расм).

<i>A.canescens</i>	4(645) - 99 %	3(215) - 98 %
<i>A.deserticola</i>	12(654) - 98 %	8(218) - 96 %
<i>A.truncata</i>	13(654) - 98 %	9(218) - 95 %
<i>A.hortensis</i>	18(654) - 97 %	13(218) - 94 %
<i>A.sagittata</i>	20(654) - 96 %	13(218) - 94 %
<i>A.laciniata</i>	20(654) - 96 %	13(218) - 94 %
<i>A.prostrata</i>	22(645) - 96 %	14(215) - 93 %
<i>A.patula</i>	26(624) - 95 %	15(208) - 92 %
<i>A.littoralis</i>	13(330) - 96 %	9(160) - 94 %
<i>A.glabriuscula</i>	22(627) - 96 %	16(209) - 92 %
<i>A.voucher</i>	40(654) - 93 %	24(218) - 88 %

Изоҳ: * - таққослаш учун *Atriplex pratovii* *matK* генининг матураза оқилини *Atriplex prostrate* кодловчи 654 жуфт нуклеотиддан иборат фрагменти ва 218 аминокислотаси олинди

Atriplex glabriuscula
Atriplex patula
Atriplex littoralis
Atriplex laciniata
Atriplex sagittata
Atriplex hortensis
Atriplex pratovii
Atriplex canescens
Atriplex deserticola
Atriplex truncate
Atriplex voucher

0.025 0.020 0.015 0.010 0.005 0.000

Grayia spinosa

a

Endolepis dioica
Holmbergia tweedii
Exomis microphylla
Manochlamy salbicans
Halimione portulacoides
Chenopodium album
Einadia hastata
Rhagodia drummondi
Atriplex pratovii
Cremnophyton lanfrancoi
Achatocarpus gracilis
Axyris amaranthoides
Beta vulgaris
Blitum nuttallianum

0.014 0.012 0.010 0.008 0.006 0.004 0.002 0.000

б

асосланган туркумлараро молекуляр филогенияси
3-расм. *A.pratovii* нинг *matK* (а) генига асосланган турлараро ва *rbcL* (б) генига

Хулоса ўрнида *A.pratovii* турининг *A.canescens*, *A.spongiosa*, *A.laciniata* турларига филогенетик жиҳатдан жуда яқинлигини таъкидлаш мумкин. Шунингдек, мазкур тур *A.centralasiatica*, *A.rosea*, *A.hortensis*, *A.patula* туриларига ҳам филогенетик жиҳатдан яқинлиги исботланди.

Atriplex pratovii ўсимлигининг туркумлараро молекуляр филогенетики. MEGA4 биоинформатик дастури ёрдамида *rbcL* гени секвенси асосида *A. pratovii* турининг (жумладан, *Atriplex* туркумининг) *Chenopodiaceae* оиласига мансуб туркумлараро молекуляр филогенетики ишлаб чиқилди (3б-расм). Таҳлиллар натижасида *Atriplex pratovii* турининг *Cremnophyton lanfrancoi* турига энг яқинлиги илк бор исботланди.

Диссертациянинг «Орол денгизининг суви қуриган ҳудудларидаги ўсимлик турлари ва тупроқ намуналарининг кимёвий элементлар таркиби» деб номланган бешинчи боби ўсимлик ва тупроқ намуналари таркибидаги кимёвий элементлар миқдорида оид тадқиқот натижаларига бағишланган.

Ўсимлик турлари таркибидаги кимёвий элементлар миқдори ва уларнинг таҳлиллари. Оролқум тупроғининг минераллик даражаси ҳисобга олиниб, ҳудудда тарқалган истиқболли ўсимликларнинг нафақат экологик гуруҳлари, балки уларнинг таркибидаги кимёвий элементлар миқдори ҳам аниқланди. Тадқиқотлар натижасида биринчи марта Жанубий Оролқумда тарқалган турли систематик бирликларга мансуб 24 та ўсимлик турларининг таркибидан 38 та кимёвий элементларнинг миқдори аниқланди: баъзи ўсимликларнинг индикатор хусусиятларга эга эканлиги намоён бўлди (4-расм). Илмий манбаларда рений элементининг фақат ер қаърида учраши келтирилади, унинг тирик организмлар таркибида учраши эса келтирилмайди. Такрорий таҳлиллар натижасида ўсимлик органлари таркибида Re элементининг миқдори илк бор аниқланди.

Мазкур элементнинг ўрганилган ҳудудда тарқалган бошқа оила турларига нисбатан *Chenopodiaceae* оиласи турлари таркибида юқори даражада эканлиги, айниқса, мазкур оиланинг бошқа туркум турларига нисбатан *Salsola* туркуми турларида нисбатан турғун ва юқори кўрсаткичда эканлиги исботланди.

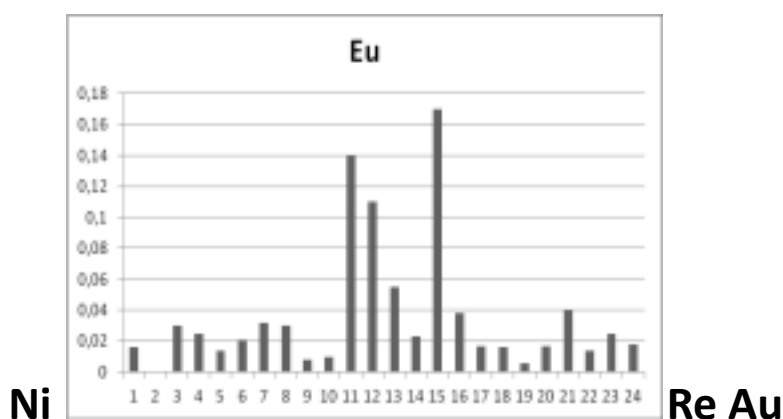
Тупроқ намуналари таркибидаги кимёвий элементлар миқдори ва уларнинг таҳлиллари. Ўрганилган ҳудуднинг турли жойларидан келтирилган тупроқ намуналарини таҳлил қилиш натижасида 37 та кимёвий элементнинг миқдори илк бор аниқланди. Бу кимёвий элементларнинг аксарияти ўсимлик намуналари таркибида ҳам аниқланди. Аксарият микроэлементлар миқдорининг турли тупроқ таҳлили намуналарида ўзгариши тупроқнинг гумус даражаси, pH муҳитининг ўзгариши, гранулометрик таркиби ва, албатта, экотопдаги биологик хилма-хиллик даражаси билан бевосита боғлиқдир. Экосистемадаги микрофлора, ўсимлик ва ҳайвон турларининг ҳаёт циклига боғлиқ ҳолда ҳам тупроқ таркибидаги кимёвий элементларнинг

таркиби мавсумий ёки йиллар давомида ўзгариб бориши табиий жараёнларнинг умумий бошқарилувида кечмоқда.

20

Na K

Cl Br



4-расм. Ўсимликлар таркибидаги айрим кимёвий элементларнинг миқдорий нисбатлари, мкг/г: 1–*Ephedra strobilacea*; 2–*Atriplex pratovii*; 3–*Krascheninnikovia ewersmanniana*; 4–*Kalidium capsicum*; 5–*Halostachys belangeriana*; 6–*Salsola arbusculaformis*; 7–*Salsola dendroides*; 8–*Salsola orientalis*; 9–*Salsola richteri*; 10–*Haloxylon aphyllum*; 11–*Anabasis salsa*; 12–*Camphorosma monspeliaca*; 13–*Nanophyton erinaceum*; 14–*Climacoptera aralensis*; 15–*Atraphaxis spinosa*; 16–*Limonium otolepis*; 17–*Tamarix hispida*; 18–*Tamarix ramosissima*; 19–*Alhagi pseudalhagi*; 20–*Peganum harmala*; 21–*Artemisia diffusa*;

Ўсимлик турлари ва уларнинг тупроғи таркибидаги кимёвий элементлар миқдорининг ўзаро боғлиқликлари. Йилдан-йилга Оролқум тупроғининг таркибида сульфат, хлор, натрий, магний, калий каби минераллар кўпайиб бормоқда. Ўсимлик ва тупроқ таркибидаги кимёвий элементлар миқдори ўртасидаги ўзаро боғлиқликларни аниқлаш мақсадида намуналар биргаликда таҳлил қилинди. Таҳлиллар натижасида ўсимлик турларининг уларнинг тупроқ (ўсиш) шароитлари намуналари таркибидаги минераллар ўртасида ўзаро тафовутлар борлиги аниқланди (5-расм).

Ca	Cl
K	
Mg	а б
Na	
Cl	
Ca	
K	
Mg	
Na	Ca
Cl	K
Ca	Mg
K	Na
Mg	Cl
Na	

в 5-расм. Турли экологик гуруҳларга мансуб ўсимликларнинг тупроқ таркибидаги минераллар билан боғлиқликлари, мкг/г: а–псаммофитлар; б–гипсофитлар; в–галофитлар

Псаммофит гуруҳига мансуб турларда калий, галофит гуруҳига мансуб турларда натрий, гипсофит гуруҳига мансуб турларда эса калций элементининг миқдори нисбатан юқори даражада қайд этилди. Мазкур ўсимликлар иштирокида ҳосил бўлган жамоалар шўрхок минтақалар ва шўрланган кумли тупроқларда прогрессив характерда ривожланиб бормоқда.

Haloxylon aphyllum ўсимлигининг кимёвий элементлар миқдорини тупроқ таркибидаги элементлар миқдори билан ўзаро таққослаш. Ҳудудда тарқалган ўсимликларнинг адаптацион хусусиятларини англаш мақсадида кенг тарқалган қора саксовул – *Haloxylon aphyllum* (*Chenopodiaceae*)

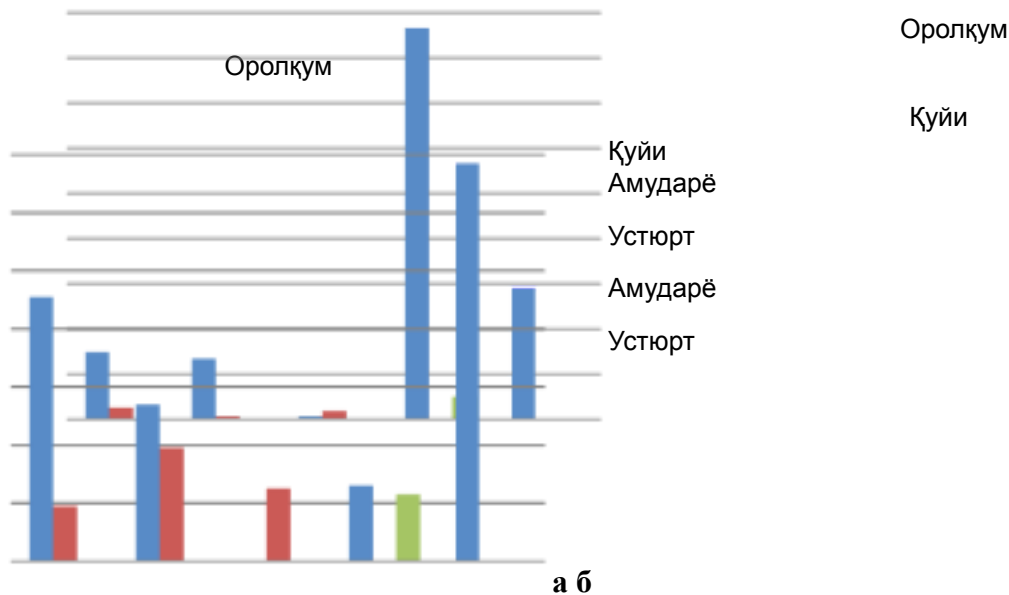
Ўсимлигининг ўсиш тупроғи, илдизи, ер устки қисмларининг кимёвий элементлар миқдори аниқланди. Натижада унинг ўсиш тупроғи ва илдизи таркибида 37 та, ер усти қисмида эса 38 та кимёвий элементларнинг миқдори аниқланди. Таҳлил натижалари ўрганилган намуналар таркибидаги кимёвий элементлар миқдори ўртасида тафовутлар борлигини кўрсатди. Масалан, Ti ва V фақат тупроқ намуналари таркибида, Re, Hg ва Se эса фақат ўсимлик илдизи, ер устки қисмида учраши аниқланди. Br, Cu, Ni илдизнинг пўстлоқ

22

қисмида унинг ички қисмидаги хужайраларга қараганда сезиларли даражада кўп миқдорда тўпланаётганлиги аниқланди. Оролқумда тарқалган *Haloxylon aphyllum* таркибида Ag, Sb, U, Br, Mo элементларининг, Қозоғистон ҳудудида тарқалган ушбу ўсимлик таркибида эса Fe, Cu, Ni элементларининг миқдори юқори даражада эканлиги ўзаро таққослаш натижалари асосида аниқланди.

Диссертациянинг «**Айрим ўсимлик турларининг биокимёвий таҳлиллари**» деб номланган олтинчи бобида эркин аминокислоталар, оксил пептид компонентлар миқдори ва уларнинг антимикроб фаолликларига оид маълумотлар берилган.

Эркин аминокислоталар миқдори. Аминокислоталарнинг ўсимлик ташқи муҳитнинг ноқулай экологик омилларига жавоб реакциясидаги аҳамиятини англаш мақсадида ўрганилган ҳудудда кенг тарқалган 15 та ўсимликнинг вегетатив органларидаги эркин аминокислоталар миқдори ўрганилди (6-расм).



6-расм. Оролқум ҳудудида ўсувчи айрим кенг тарқалган ўсимлик органлари таркибидаги эркин фенилаланин (а) ва пролин (б) миқдорининг Устюрт ва Қуйи Амударё табиий районларида тарқалган турлари билан таққослаш натижалари, мг/г

Маълумки, баъзи эркин аминокислоталар ўсимликларнинг турли салбий экологик омилларга жавоб реакциясида катта роль ўйнайди. Олимлар ўсимликлардаги стрессорларнинг умумий адаптив жавобида иштирок этувчи “ўзгача” эркин аминокислоталарни “стресс” гуруҳи аминокислоталари деб аташади. Бундай эркин аминокислоталарга аланин, фенилаланин ва пролин

киради (Delauney, 1993; Епринцев, 2003).

Илмий манбаларда фенилаланин флавоноидлар синтезининг бирламчи материали сифатида келтирилади. Фенилаланин аммионий-лиаза (ФАЛ) ферменти таъсирида эркин фенилаланин кислота табиатига айланади ва у ҳужайрадаги кўпгина биокимёвий жараёнлар боришида каталитик вазифани амалга оширади. Айниқса, стресс омиллар таъсирида эркин фенилаланиннинг таъсири жадаллашади. Пролиннинг ўсимликлардаги шўрланиш стресс шароитида нафақат ҳужайрадаги осмотик потенциални, балки, NaCl нинг салбий таъсирларини камайтириши ҳам исботланган (Delauney, 1993; Епринцев, 2003). Шунингдек, ўсимликларга туз таъсир эттирилганида пролиннинг антиоксидант хусусиятини намоён қилиши тажрибаларда исботланган (Шевякова, 2009; Андреева, 2010).

23

Ўсимликларнинг тузга чидамлилиқ механизмида фенилаланин ва пролин миқдорининг ўзгариши маданий ўсимликлар устида олиб борилган тажрибалар орқали тасдиқланган (Abd El-Samad, 2010; Епринцев, 2003).

Таҳлиллар натижасида Оролқум худудида тарқалган *Tamarix hispida*, *Limonium otolepis*, *Halostachys belangeriana* турларида эркин фенилаланин ва пролиннинг миқдори мазкур турларнинг Қуйи Амударё худудидаги популяция турларига нисбатан, *Haloxylon aphyllum* *Artemisia diffusa* турларида эса мазкур турларнинг Устюрт худудидаги популяция турларига сезиларли даражада юқори эканлиги аниқланди. Бу эса ўрганилган турлар таркибидаги эркин фенилаланин ва пролиннинг ҳужайралардаги синтези жадал равишда бораётганлигидан далолат беради. Шу ўринда эркин фенилаланин ва пролиннинг цитоплазмадаги миқдори ортиши турли даражадаги тузларнинг салбий таъсирларини камайтириш ва уларни нейтраллаши эвазига ҳужайралардаги биокимёвий жараёнларнинг турғун кечишида марказий ўринни эгаллашини тахмин қилиш мумкин.

Ўсимликларнинг оқсил миқдори. ЎЗР ФА Биоорганик кимё институти Оқсиллар ва пептидлар кимёси лабораториясида Орол денгизининг суви қуриган жанубий ҳудудларида тарқалган турли оила ва туркумларга мансуб 12 та турли экологик гуруҳларга мансуб истиқболли шўрланишга чидамли ўсимлик турларининг таркибидаги умумий оқсиллар миқдорини аниқлаш ишлари амалга оширилди (2-жадвал).

2-жадвал

Ўрганилган ҳудудда тарқалган баъзи ўсимликларнинг оқсил миқдори

Экологик гуруҳлар	Ўсимликларнинг номлари	Оқсил миқдори, % ҳисобида	Қуруқ масса улушидаги оқсил-пептид компонентлар миқдори, мг/г
Галофитлар	<i>Lycium ruthenicum</i>	18,30	23,8
	<i>Salsola dendroides</i>	13,34	11,8
	<i>Nitraria schoberi</i>	17,60	4,6

	<i>Halogeton glomeratus</i>	10,90	3,8
	<i>Climacoptera aralensis</i>	10,90	3,0
	<i>Tamarix ramosissima</i>	13,16	2,2
	<i>Limonium otolepis</i>	12,78	1,2
Псаммофитлар	<i>Astragalus villosissimus</i>	11,65	11,6
	<i>Artemisia diffusa</i>	7,87	8,4
Гипсофитлар	<i>Salsola arbusculaformis</i>	10,23	8,2
	<i>Camphorosma monspeliacum</i>	12,70	5,0
	<i>Salsola orientalis</i>	8,05	1,2

2-жадвалда келтирилган ўсимликларнинг Оролқумнинг ноқулай экологик шароитида ўсишига қарамасдан уларнинг таркибида етарли миқдорда оксил-пептид компонентлари мавжуд эканлигини кўриш мумкин. Масалан, *Lycium ruthenicum*, *Salsola dendroides* ва *Astragalus villosissimus* каби ўсимликларда кўп, *Salsola orientalis*, *Limonium otolepis* ва *Tamarix ramosissima* кабиларда кам миқдорда. Умумий оксил-пептид фракцияларни электрофорез усулида таҳлил қилиш *Salsola arbusculaformis* (тахминан 7, 9 ва 11 кДа), *Nitraria schoberi* (тахминан 7, 9 кДа), *Salsola orientalis* (тахминан 11

24

кДа), *Salsola dendroides* (тахминан 11 кДа) ларда 14,4 кДа дан паст миқдорда фракциялар мавжудлигини кўрсатди. Қуйида келтирилган ўсимлик намуналарида сезиларли даражада кўп (мажор) фракциялар мавжудлиги алоҳида таъкидлаш мумкин: *Salsola orientalis* – тахминан 17 кДа, *Halogeton glomeratus* – тахминан 24 кДа, *Astragalus villosissimus* – тахминан 30 кДа, *Salsola arbusculaformis* – тахминан 40 кДа, *Nitraria schoberi* – тахминан 23 ва 28 кДа, *Lycium ruthenicum* – тахминан 25 ва 97 кДа.

Биологик фаол бирикмаларнинг антибиотик потенциали. Истикболли шўрга чидамли 12 турдаги чўл ўсимликлар оксил-пептид фракцияларини ва солиштириш учун битта галофит *Tamarix ramosissima* (*Tamaricaceae*) дан ажратилган умумий полифенол микробларга қарши фаоллиги 5 та шартли патоген микроорганизмларда синовдан ўтказилди. Ижобий назорат вариант сифатида кенг таъсир спектрига эга антибиотик – канамициннинг 5 мкг/мл дозасидан фойдаланилди (3-жадвал).

3-жадвал

Ўсимликлардан ажратилган айрим моддаларнинг инсон организми учун патоген бактерияларнинг ўсиши ва ривожланишига таъсири (72 соат)

Ўсимликларнинг	Ажратилган	Антагонистик фаоллиги
----------------	------------	-----------------------

номлари	моддалар/ ўсимликларнинг органлари. Моддалар мкг/50 мкл дозада олинди.	d (ўсиш зонасига таъсири), мм				
		<i>Bac illu^S subt ili^S</i>	<i>Esc heri chi^a colⁱ</i>	<i>Pse udo mon a^S aero gino s^a</i>	<i>Staph ylococ s cu au reu^S</i>	<i>Can did a albi can s</i>
1	2	3	4	5	6	7
Канамицин. Концентрация – 5 мкг/мл		11±3	12±2	20±2	17±2	12±3
<i>Lycium ruthenicum</i> (<i>Solanaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя	12±1	-	-	13±2	11±2
<i>Salsola dendroides</i> (<i>Chenopodiaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя, барг ва уруғ	-	-	-	-	-
<i>Nitraria schoberi</i> (<i>Nitrariaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ барг	18±4	8±1	-	12±3	-
<i>Nitraria schoberi</i> (<i>Nitrariaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ уруғ	18±2	15±3	35±5	35±4	22±2
<i>Halogeton glomeratus</i> (<i>Chenopodiaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя ва барг	-	-	-	2±1	15±3
<i>Climacoptera aralensis</i> (<i>Chenopodiaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя ва барг	5±2	-	-	12±3	-
<i>Tamarix ramosissima</i> (<i>Tamaricaceae</i>)	Умумий полифенол/ поя, барг ва уруғ	42±4	-	8±2	-	-
<i>Tamarix ramosissima</i> (<i>Tamaricaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя, барг ва уруғ	17±3	5±2	-	-	12±3
<i>Limonium otolepis</i> (<i>Plumbaginaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя, барг ва уруғ	-	-	8±2	16±3	-

3-жадвалнинг давоми

1	2	3	4	5	6	7
<i>Astragalus villosissimus</i> (<i>Fabaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя ва барг	12±3	-	8±3	15±4	-
<i>Artemisia diffusa</i> (<i>Asteraceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя ва барг	-	-	12±3	11±2	-
<i>Alhagi pseudalhagi</i> (<i>Fabaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ уруғ	18±3	-	-	-	40±4
<i>Alhagi pseudalhagi</i> (<i>Fabaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя	21±2	10±1	-	-	25±3
<i>Artemisia diffusa</i> (<i>Asteraceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя ва барг	-	-	12±3	11±2	-
<i>Salsola arbusculaformis</i> (<i>Chenopodiaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя ва барг	-	-	-	9±2	-
<i>Camphorosma monspeliacum</i> (<i>Chenopodiaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя ва барг	11±2	-	11±2	-	-
<i>Salsola orientalis</i> (<i>Chenopodiaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя ва барг	-	-	8±2	-	11±3
<i>Peganum harmala</i> (<i>Peganaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ поя ва барг	20±4	-	-	-	16±2
<i>Peganum harmala</i> (<i>Peganaceae</i>)	Оқсил-пептид фракция/ уруғ	22±2	-	-	-	14±2

Изоҳ: “ – “ бактерия ўсиш зонасига таъсири кузатилмайди.

Таҳлиллар якунида моддаларнинг микроорганизмларнинг тест культураларига нисбатан антагонистик ва бактериостатик фаолликларга эга эканлиги исботланди. *Tamarix ramosissima*, *Alhagi pseudalhagi*, *Peganum harmala*, *Nitraria schoberi* каби ўсимликлардан ажратилган моддаларнинг юқорида келтирилган микроорганизмларнинг ўсиш ва ривожланишларига жуда юқори (18–42 мм гача) таъсир қилиш хусусиятига эга эканлиги кузатилди. Битта ўсимлик туридан – *Tamarix ramosissima* ажратилган икки синфдаги кимёвий бирикмаларнинг антимикроб фаолликларнинг солиштирма таҳлили *Bacillus subtilis* бактериясига умумий полифенолларнинг таъсири оқсил-пептид фракцияси таъсирига қараганда бир неча марта самарали

эканлигини ва уни келажакда қўшимча тадқиқ этиш зурурлигини кўрсатди. Олинган натижаларни, республикамиз чўл зонаси (Оролқум) ўсимликларидан фойдаланган ҳолда, кенг қамровли терапевтик хусусиятга эга бўлган оксил-пептид табиатли янги авлод дори воситалари ишлаб чиқаришда ресурс базаси сифатида тавсия этиш мумкин.

ХУЛОСАЛАР

«Орол денгизининг суви қуриган ҳудудларидаги ўсимликларнинг молекуляр-биологик ва экологик хусусиятлари» мавзусидаги докторлик диссертацияси бўйича олиб борилган тадқиқотлар натижасида қуйидаги хулосалар тақдим этилди:

1. Жанубий Оролқум ҳудудида 220 та юксак ўсимлик турлари (шундан 130 тури илк бор) ўсиши ва кенг тарқалган ўсимликларнинг кимёвий

26

элементлар, эркин аминокислоталар ва оксил-пептид компонентлари аниқланди. Ҳудудда 5 та ноёб тур – *Rosa majalis*, *Tulipa biflora*, *T. buhseana*, *Crambe edentula*, *Artemisia austriaca* ва битта эндем – *Atriplex pratovii* ўсимлик учраши қайд этилди. Жанубий Оролқум флорасининг Эрон-Турон флораси замирида пайдо бўлганлиги исботланди.

2. Турли систематик бирликларга мансуб 24 та ўсимлик турларининг таркибидан 38 та кимёвий элементнинг миқдори аниқланди. Ноёб кимёвий элементларнинг ўсимлик органларида тўпланаётганлиги ҳамда рений elementi ўсимлик таркибида учраши исботланди. Тупроқ таркибида 37 та кимёвий элементнинг миқдори аниқланди. Ушбу натижалар экосистемадаги биологик хима-хиллик ва ундаги ҳаётий циклига боғлиқ тупроқ таркибидаги кимёвий элементларнинг миқдори мавсумий ёки йиллар давомида ўзгариши ва бу адаптацион жараёнларнинг бошқарилувида кечишини кўрсатди.

3. Ўрганилган ҳудудда тарқалган 15 тур ўсимлик органлари таркибидаги эркин аминокислоталар миқдори аниқланди ва уларнинг ўсимликларнинг стресс омилларга мослашишидаги роли исботланди. Оролқум ҳудудида тарқалган *Tamarix hispida*, *Limonium otolepis*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum* ва *Artemisia diffusa* ўсимликларидаги эркин фенилаланин ва пролиннинг миқдори мазкур турларнинг Қуйи Амударё ва Устюрт ҳудудлари популяцияларидаги турларга нисбатан сезиларли даражада юқори эканлиги билан изоҳланади.

4. Биокимёвий усуллар орқали аниқланган айрим макроэлементлар, эркин аминокислоталар ва иккиламчи метаболитлар миқдорининг ортиши ўсимликларнинг экологик таърифига боғлиқ улардаги мослашувчанлик механизми тасдиқланди.

5. Орол денгизининг қуриган тубида тарқалган ўсимликлардаги оксил пептидлар инсон организми учун шартли патоген бактерияларга қарши антибиотик потенциалга эга. *Tamarix ramosissima*, *Alhagi pseudalhagi*, *Limonium otolepis*, *Peganum harmala*, *Nitraria schoberi* каби ўсимликлар

захира сифатида янги авлод дори воситалари ишлаб чиқариш учун тавсия этилади.

6. Илк бор *Atriplex pratovii* ўсимлигининг ДНК баркоди учун маркер генларининг қисмлари секвенс қилинди: *rbcL* генининг 488, 537 ва 811 жуфт нуклеотиддан, *matK* генининг 283, 403 ва 804 жуфт нуклеотиддан, *psbB-psbH* регионининг 577 жуфт нуклеотиддан иборат кетма-кетлиги аниқланди.

7. Илк бор *Atriplex pratovii* тури *Atriplex* туркуми бошқа турларидан фарқ қилиши молекуляр-генетик жиҳатдан исботланди. Илк бор *Atriplex pratovii* ўсимлигининг *rbcL*, *matK* генлари бўйича турлараро ва туркумлараро молекуляр филогенияси ишлаб чиқилди. Ўрганилган турнинг *A.canescens*, *A.spongiosa*, *A.laciniata* турларига жуда яқинлиги, *A.glauca*, *A.centralasiatica*, *A.rosea*, *A.coriace*, *A.leucoclada* турига нисбатан яқинлиги (битта полиморфизм бўйича фарқ қилиши), *A.voucher* туридан эса кескин (*rbcL* гени бўйича 8 та, *matK* гени бўйича 40 полиморфизми) фарқ қилиши аниқланди. *rbcL* гени бўйича *A. pratovii* турининг шу жумладан, *Atriplex* туркумининг *Chenopodiaceae* оиласи туркумлари ичида *Cremnophyton* туркумига (*C.*

27

lanfrancoi) энг яқин эканлиги исботланди. *matK* гени мазкур туркум ва унга яқин туркум турларининг ДНК баркоди учун номзод ген сифатида фойдаланиш тавсия қилинади.

8. Жанубий Оролқум ҳудудида тарқалган 66 турдаги ўсимлик турларини тупроқнинг механик таркиби, шўрланиши, намлик даражаси ва сувга талабчанлигига боғлиқ экологик гуруҳларга ажратилди.

9. Шўрланган тупроқларнинг ўсимликларнинг билан қопланиши майдонларнинг олдин галофит ўсимликлар томонидан ишғол қилингандан кейин псаммофит ўсимликлар билан қопланиши ҳисобига босқичма-босқич табиий қонуният асосида бориши исботланди. Ландшафт шу жумладан, ўсимликлар қопламининг шаклланиш даражаси (сони ва хилма-хиллиги) денгизнинг олдинги туб қирғоғидан сувга (Орол денгизига) томон камайиб боради.

10. Оролқумнинг истиқболли ўсимлик турлари геологик қидирув ишлари учун тавсия қилинди ва улар асосланилди: галофит ўсимлик вакиллари *Limonium otolepi*, *Salsola dendroides* – никель элементининг индикатори; псаммофит ўсимлик вакиллари *Carex physodes*, *Alhagi pseudalhagi* – олтин элементининг индикатори; гипсофит ўсимлик вакиллари *Atraphaxis spinosa*, *Anabasis salsa*, *Camphorosma monspeliaca* – европий элементининг индикатори. *Salsola* туркуми турлари (*Chenopodiaceae* оиласи) органлари таркибида рений кимёвий элементининг тўплаши аниқланди.

11. Ўсимликларнинг ташқи муҳитнинг ўзига хос шароитларига мослашувчанлигининг биокимёвий хусусиятлари асосланилди. Истиқболли ўсимлик турлари (*Climacoptera aralensis*, *Limonium otolepis*, *Atriplex pratovii*, *Salsola dendroides*, *S.orientalis*, *S.richteri*, *Kalidium capsicum*, *Halostachys belangeriana*, *Tamarix ramosissima*, *Thispida*, *Nitraria schoberi*, *Lycium ruthenicum*, *Haloxylon aphyllum*) фитомелиорация ишларида фойдаланиш

учун тавсия этилди.

28

**РАЗОВЫЙ НАУЧНЫЙ СОВЕТ DSc.27.06.2017.К/В/Т.37.01
ПО ПРИСУЖДЕНИЮ УЧЕНЫХ СТЕПЕНЕЙ ПРИ
ИНСТИТУТЕ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ, НАЦИОНАЛЬНОМ
УНИВЕРСИТЕТЕ УЗБЕКИСТАНА, ИНСТИТУТЕ ХИМИИ
РАСТИТЕЛЬНЫХ ВЕЩЕСТВ
ИНСТИТУТ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ**

ШЕРИМБЕТОВ САНЖАР ГУЛМИРЗОЕВИЧ

**МОЛЕКУЛЯРНО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ
ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ВЫСОХШЕГО ДНА АРАЛЬСКОГО
МОРЯ**

03.00.01 – биохимия, 03.00.10 – экология

**АВТОРЕФЕРАТ ДИССЕРТАЦИИ
ДОКТОРА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК (DSc)**

Ташкент – 2017

29

Тема диссертации доктора наук (DSc) зарегистрирована в Высшей аттестационной комиссии при Кабинете Министров Республики Узбекистан за номером B2017.1.DSc/B1

Диссертация выполнена в Институте биоорганической химии.

Автореферат диссертации на трех языках (узбекском, русском, английском (резюме)) размещен на веб-странице Научного совета (www.biochem.uz) и на Информационно-образовательном портале «Ziyonet» (www.ziyonet.uz).

Научный консультант: Мухамедов Рустам Султанович доктор биологических наук, профессор

Официальные оппоненты: Кадырова Дильбар Абдуллаевна доктор биологических наук

Хамидов Гулямжан
доктор биологических наук, профессор

Абдуллаев Алишер Абдумавлянович
доктор биологических наук

Ведущая организация: Самаркандский государственный университет

Защита диссертации состоится 19 июля 2017 года в 9⁰⁰ часов на заседании разового

Научного совета DSc.27.06.2017.К/В/Т.37.01 при Институте биоорганической химии, Национальном университете Узбекистана, Институте химии растительных веществ Узбекистана (Адрес: 100125, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 83. Тел.: 262-35-40, факс: (99871) 262-70-63).

С диссертацией можно ознакомиться в Информационно-ресурсном центре Института биоорганической химии (регистрационный номер № Д-190). (Адрес: 100125, г. Ташкент, ул. Мирзо Улугбека, 83.Тел.: 262-35-40, факс: (99871) 262-70-63, e-mail: asrarov54@mail.ru).

Автореферат диссертации разослан 6 июля 2017 года.
(реестр протокола рассылки № 3 от 6 июля 2017 года).

Ш.И.Салихов

Председатель разового научного совета
по присуждению ученых степеней, д.б.н., академик

М.И.Асраров

Ученый секретарь разового научного совета
по присуждению ученых степеней, д.б.н., профессор

Ш.У.Турдикулова

Председатель разового научного семинара при разовом
научном совете по присуждению ученых степеней, д.б.н.

30

ВВЕДЕНИЕ (Аннотация докторской диссертации)

Актуальность и востребованность темы диссертации. Одной из актуальных проблем в мире является определение биохимических и экологических особенностей растений, адаптированных к засушливым и засоленным почвам, а также на основании этого их использование в отрасли экономики. На сегодняшний день около 700 видов растений, устойчивых к засухе и засолению, широко используются в фармацевтике и фитомелиоративных работах¹.

С приобретением независимости Узбекистана в нашей республике особое внимание уделяется практическому применению растений малоизученных территорий, в частности, как фитомелиорантов, лекарственного сырья, а также их охране. На основании осуществленных программных мероприятий в данном направлении достигнуты конкретные результаты, в том числе определение возможностей биологических ресурсов высохшего дна Аральского моря – Аралкума, их использования в медицине, фармацевтике и различных отраслях химического производства, в частности, применения растений Аралкума как ресурса биологически активных соединений.

В настоящее время в мире важное значение имеют классификация

биологических ресурсов территорий, подверженных экологической катастрофе, выявление биохимических, физиологических и экологических основ адаптации растений к стресс-факторам в ходе восстановления деградированных земель. В частности, одной из актуальных проблем в этом направлении является обоснование биохимических, молекулярно биологических и экологических особенностей растений высохшего дна Аральского моря, определение их ДНК-маркеров с использованием современных методов и применение. Исследования биохимических, молекулярно-биологических и экологических особенностей растений высохшего дна Аральского моря заключается в следующем: определение видов растений Южного Аралкума; проведение их ДНК баркодинга; доказательство биохимическими методами их приспособленности к окружающей среде; определение химического состава растений; определение антибактериальной активности выделенных веществ; подразделение видов растений на экологические группы для эффективной фитомелиорации; внедрение полученных результатов, с целью укрепления подвижных песков и солончаков.

Данное диссертационное исследование в определенной степени послужит выполнению задач, предусмотренных в Постановлении №363 Кабинета Министров Республики Узбекистан от 24 декабря 2014 г. О мерах по реализации договоренностей, достигнутых в рамках Международной конференции «Развитие сотрудничества в регионе бассейна Аральского моря

¹International Institute for Environment and Development (<http://www.iied.org>), International Center for Biosaline Agriculture (<http://www.biosaline.org>)

31

по смягчению последствий экологической катастрофы» и в Постановлении №ПП2731 Президента Республики Узбекистан от 18 января 2017 г. «О Государственной программе по развитию региона Приаралья на 2017-2021 годы», а также в других нормативно-правовых документах, принятых в данной сфере.

Соответствие исследования с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики. Данное исследование выполнено в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий республики V. «Сельское хозяйство, биотехнология, экология и охрана окружающей среды».

Обзор зарубежных научных исследований по теме диссертации². Научные исследования, направленные на изучение экологии растений высохшего дна северной части Аральского моря, их генетического разнообразия и химического состава, осуществляются в ведущих научных центрах и высших учебных заведениях мира, в том числе в Universität Bielefeld, Johannes Gutenberg-Universität (Германия), International Center for Biosaline Agriculture (Объединенные Арабские Эмираты), Tokyo University of Agriculture and Technology (Япония), Московском государственном

университете (Россия), Институте физиологии растений (Россия), Институте ботаники и фитоинтродукции (Казахстан), Институте биоорганической химии (Узбекистан).

В результате исследований, проведенных в мире по изучению биохимических, молекулярно-биологических и экологических особенностей растений, произрастающих на засоленных и засушливых землях, получен ряд научных результатов, в том числе: разработана молекулярная филогения видов рода семейства *Atriplex*, распространенных в различных регионах мира (Johannes Gutenberg-Universitat, Германия; Московский государственный университет, Россия); определен элементный состав растений, произрастающих на солончаках и песках (Tokyo University of Agriculture and Technology, Япония; International Center for Biosaline Agriculture, Объединенные Арабские Эмираты); определен аминокислотный и минеральный элементный состав ряда фитомелиорантов (Институт ботаники и фитоинтродукции, Казахстан; Институт физиологии растений, Россия); раскрыты адаптативные биохимические процессы в растениях, возникающие при воздействии стрессовых экологических факторов (Universität Bielefeld, Германия).

В мире проводится ряд исследований по изучению биохимических, молекулярно-биологических и экологических особенностей растений, приспособленных для произрастания на засоленных почвах, в том числе по следующим приоритетным направлениям: исследование экологии растений северной части Аральского моря; разработка филогении некоторых

² Научно-исследовательские комментарии по теме диссертационной работы разработаны приведенным данным в источниках www.sciencedirect.com, www.researchgate.net, www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles и разработаны на основе других источников.

полиморфных видов, распространенных в Аральском регионе; определение химического состава и раскрытие биохимических процессов у растений, адаптированных к жизни в пустыне; внедрение в практику фитомелиоративных работ растений, имеющих практическое значение.

Степень изученности проблемы. Видовое разнообразие растений южных территорий высохшего дна Аральского моря на сегодняшний день полностью не изучено. Не проведены также исследования видов растений Южного Аралкума с помощью биохимических и молекулярно биологических методов.

Группой исследователей The Consortium for the Barcode of Life (CBOL) Plant Working Group, состоящей из ученых развитых стран мира, достигнуты определенные результаты в изучении молекулярной филогении и эволюции видов покрытосеменных растений на основе генов *rbcL*, *matK*, *rpoB*, *rpoC1* и спейсеров *atpF–atpH*, *psbK–psbI*, *trnH–psbA*. В частности, G.Kadereit, S.Fior, E.V.Mavrodiev, E.H.Zacharias, D.Iamónico, A.P.Sukhorukov, R.Hand, K.Kefalas провели научные исследования по молекулярной систематике видов рода

Atriplex.

Совместно с учеными Германского университета Билефельд, Российского государственного педагогического университета, Института ботаники и фитоинтродукции Казахстана классифицирован растительный покров северной части высохшего дна Аральского моря (W.Wucherer, S.-W.Breckle, Л.А.Димеева, Л.Я.Курочкина, Л.А.Кузнецов, И.В.Панкратова). Изучен состав аминокислот и минеральных элементов видов *Haloxylon persicum*, *H. aphyllum*, *H. Ammodendron*, распространенных на территории Казахстана (Г.Ж.Байсалова, С.М.Болысбекова, А.Х.Хамзина, Р.Ш.Еркасов). Определен химический элементный состав растений, распространенных на территории Центрального Кызылкума (K.N.Toderich, E.V.Shuyskaya, T.M.Khujanazarov, I.Shoaib, K.Yoshiko).

На протяжении ряда лет в различных лабораториях Института биоорганической химии и Института химии растительных веществ ведутся научно-исследовательские работы по определению количества макро- и микроэлементов, аминокислот; по выделению белково-пептидных компонентов и других химических соединений из пустынных видов растений Узбекистана; по созданию различных лекарственных средств из растительного сырья. В частности, первоначальные исследования по выделению белков и пептидов из растений, исследования их биологической активности были проведены под руководством академиков А.С.Садыкова и Ш.И.Салихова, исследования видов культурных растений с помощью молекулярно-биологических и генетических методов – академиками АН РУз А.П.Ибрагимовым, и А.Абдукаримовым, а также профессорами Р.С.Мухамедовым, И.Ю.Абдурахмоновым.

Институтом генофонда растительного и животного мира, а также Научно-исследовательским институтом естественных наук Каракалпакского отделения АН РУз (С.К.Кабулов, Ш.Камалов, Т.Т.Рахимова, Х.Ф.Шомуродов, У.Алланазарова, Х.К.Матжанова, Д.М.Тажетдинова)

33

выявлены характеристики растительного покрова южного Приаралья, проведено количественное определение химических элементов растений. Определение биохимических, молекулярно-биологических и экологических свойств растений Приаралья имеет научно-практическое значение.

Связь темы диссертации с научно-исследовательскими работами научно-исследовательского учреждения, где выполнена работа.

Диссертационное исследование выполнено в рамках плана научно-исследовательских работ прикладных проектов Института биоорганической химии ЁФ7-ФА-0-2948 «Систематическое исследование биологически активных компонентов растений семейств *Solanaceae* и *Ranunculaceae*, произрастающих в Узбекистане» (2014–2015) и Государственного предприятия «Учебно-экспериментальный центр высоких технологий» ЁФ5-001 «Изучение филогении некоторых пустынных растений с применением ДНК маркеров (на примере растений с высохшего дна Аральского моря)»

(2014–2015).

Целью исследования является определение биохимических, молекулярно-биологических и экологических особенностей растений высохшего южного дна Аральского моря, а также оценка их ресурсных возможностей.

Задачи исследования:

определить виды растений Южного Аралкума и доказать биохимическими методами их приспособленность к окружающей среде; провести сравнительный макро- и микроэлементный анализ состава данных растений и почвы, выявить их взаимосвязь;

определить количество свободных аминокислот, в том числе и индикаторов адаптации к засоленным почвам, в составе надземной части растений;

получить белково-пептидные фракции из экстрактов наиболее распространенных видов растений и провести первичное тестирование антибактериальной активности полученных фракций;

провести ДНК баркодинг наиболее адаптированных видов растений по регионам *psbB-psbH*, генам *rbcL*, *matK*;

определить межвидовую и межродовую филогению *Atriplex pratovii* на основе генов *rbcL* и *matK*;

подразделить широко распространенные виды растений Южного Аралкума на экологические группы для эффективной фитомелиорации; сформулировать рекомендации с обоснованием по наиболее эффективному расселению растений Южного Аралкума для остановки распространения песков и солончаков в данном регионе, а также представить соответствующий документ в регуляторные органы для эффективного использования полученных результатов на практике.

Объектами исследования послужили распространенные на территории Южного Аралкума виды растений, гены для их баркодинга, химические элементы, свободные аминокислоты, белково-пептидные компоненты из этих

34

растений. Материалы для лабораторных анализов собирались в разные сезоны в период с 2006 по 2016 год.

Предмет исследования: генетическое разнообразие растений, первичная структура (маркерных) генов баркодирования, количество макро и микроэлементов, свободных аминокислот, а также биологическая активность выделенных белково-пептидных компонентов.

Методы исследования. При выполнении диссертационной работы были использованы биохимические и молекулярно-биологические (экстракция, осаждение, выделение, гель-электрофорез, высокоэффективная жидкостная хроматография, выделение ДНК, ПЦР, флуорометрия, секвенирование), физико-химические (нейтронно-активационный анализ) и экологические методы.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в

следующем:

определено, что на территории Южного Аралкума произрастает 220 видов высших растений (130 из них выявлены впервые) и доказано, что возникновение растений на данной территории произошло на фоне Ирано Туранской флоры;

определено содержание 38 элементов в составе растений, 37 элементов - в составе почвы, в составе растений выявлен элемент рений, а также определено содержание свободных аминокислот в составе органов растений, распространенных на исследованной территории, и доказана роль фенилаланина и пролина в приспособлении растений к стрессовым факторам;

выделены белково-пептидные компоненты из растений, распространенных на высохшем дне Аральского моря, и определен их антибиотический потенциал по отношению к бактериям, патогенным для человеческого организма;

впервые определены различные фрагменты гена *rbcL* растения *Atriplex pratovii*, состоящие из 488, 537 и 811 пар нуклеотидов, гена *matK* – из 283, 403 и 804 пар нуклеотидов, регионы *psbB-psbH* – из 577 пар нуклеотидов и внесены в базу данных EMBL-EBI результаты секвенирования;

впервые доказано молекулярно-генетическими методами отличие растения *Atriplex pratovii* от других видов рода *Atriplex* и разработана межвидовая и межродовая молекулярные филогении по генам *rbcL*, *matK* растения *Atriplex pratovii*;

виды растений разделены на экологические группы и обоснованы их биоиндикационные свойства.

Практические результаты исследования состоят в следующем: рекомендовано использовать ряд видов растений в фитомелиоративных работах высохшего дна Аральского моря;

рекомендовано использовать растения Приаралья в качестве природного источника, основываясь на наличии высокой биологической активности белково-пептидных компонентов, выделенных из видов растений, для производства из них лекарственных средств нового поколения;

35

рекомендовано использовать секвенированные последовательности генов для ДНК баркодинга высших растений, распространенных на территории Узбекистана.

Достоверность результатов исследования подтверждается тем, что они получены с применением современных биохимических, молекулярно биологических и физико-химических методов и поэтапно подтверждались взаимным дополнением. Научные результаты анализировались методами классической статистики, современной статистики и с помощью биоинформатических программ. Результаты секвенирования сравнены с данными NCBI и ENA и после одобрения специалистами из EMBL-EBI были размещены в базе данных. Все полученные научные данные утверждаются на

основе решений экспертной комиссии Института биоорганической химии с регулярным публикацией в рецензируемых научных журналах и обсуждением на конференциях республиканского и международного уровня.

Научная и практическая значимость результатов исследования.

Научная значимость полученных результатов исследования заключается в том, что на территории Южного Аралкума определены 220 видов высших растений; из них 130 – новых видов, а также один эндемичный и 5 редких видов, сведения о которых представляют собой материал для включения в новое издание Красной Книги Республики Узбекистан; получены данные об экологических группах растений, представляющие собой базисный материал для описания вновь формирующегося растительного покрова Аралкума; биохимические процессы адаптации растений к росту на засоленных почвах подтверждены экологическими характеристиками растений; в мировую базу данных NCBI и ENA внесены секвенированные последовательности в открытом доступе; по генам *rbcL*, *matK* проведена молекулярная филогения вида *Atriplex pratovii*.

Практическое значение результатов работы заключается в том, что разработан подход к проведению фитомелиоративных работ по заселению высохшего дна Аральского моря перспективными видами растений (*Tamarix hispida*, *T. ramosissima*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*, *Salsola dendroides*, *S. orientalis*, *Climacoptera aralensis*, *Nitraria schoberi*, *Lycium ruthenicum*, *Limonium otolepis*) для укрепления подвижных песков и солончаков; раскрыта перспективность использования растений данного региона как ресурсной базы для развития фармацевтической промышленности республики.

Внедрение результатов исследования. На основе полученных научных результатов исследования биохимических, молекулярно-биологических и экологических особенностей растений высохшего дна Аральского моря:

виды растений (*Salsola arbusculaformis*, *S.orientalis*, *S.richteri*, *Alhagi pseudalhagi*, *Kalidium capsicum*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*, *Atraphaxis spinosa*) с биоиндикационными свойствами внедрены в качестве индикаторных растений; виды растений (*Tamarix ramosissima*, *Alhagi pseudalhagi*, *Peganum harmala*, *Nitraria schoberi*, *Astragalus villosissimus*), содержащие биоактивные вещества – в качестве источника лекарственных

36

растений (справка Государственного комитета по экологии охране окружающей среды Республики Узбекистан №РФ-02/10-914 от 9 февраля 2017г.). Научные результаты позволили использовать некоторые виды растений Аралкума в качестве ресурсной базы для создания лекарственных средств нового поколения;

виды растений (*Tamarix hispida*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*, *Salsola dendroides*, *Climacoptera aralensis*, *Atriplex pratovii*, *Limonium otolepis*), широко распространенные в солончаках, внедрены в качестве фитомелиорантных растений засоленных земель (справка

Министерства сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан №06/11-535 от 17 мая 2016г.). Научные результаты позволили создать искусственные фитоценозы на солончаках Аралкума;

виды растений (*Tamarix ramosissima*, *T.hispida*, *Alhagi pseudalhagi*, *Peganum harmala*, *Nitraria schoberi*, *Salsola orientalis*, *S.richteri*, *S. dendroides*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*, *Climacoptera aralensis*, *Limonium otolepis*) внедрены в геолого-разведочные работы; для насаждения лесополос и пастбищ, как ресурсная база лекарственных растений (справка Агенства GEF Международного Фонда Спасения Арала № 1/49 от 7 февраля 2017г.). Научные результаты позволили создать насаждения пастбищ и лесополос из растений территории Аралкума;

полученные научные результаты по разнообразию видов растений Аралкума, касающиеся их экологии, динамики и химического элементного состава, использованы в научно-исследовательских работах Института океанологии им. Ширшова Российской Академии наук (справка Института океанологии им. Ширшова Российской Академии наук №01/2115-224 от 11 марта 2016г.). Научные результаты позволили провести мониторинг современной экологической обстановки Приаралья.

Данные, полученные в ходе секвенирования генов *rbcL*, *matK*, регионов *psbB-psbH* растения *Atriplex pratovii*, зарегистрированы в базе данных Европейского Архива Нуклеотидов (Великобритания, Кембридж) EMBL-EBI (<http://www.ebi.ac.uk>) и им присвоены ID номера LT604458, LT604459, LT604460, LT628367, а их белкам – SCB66075.1, SCB66076.1, SCB66077.1, SCZ84109.1 соответственно. Полученные результаты секвенирования могут быть использованы в глобальном контексте для изучения произрастающих в различных регионах мира видов растений.

Апробация результатов исследования. Результаты данного исследования были обсуждены, в том числе, на 11 международных и 9 республиканских научно-практических конференциях: «Биология – наука XXI века» (Пущино, Россия, 2010, 2013); «Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья» (Нукус, 2010); «Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии» (Иркутск, Россия, 2010); «Advances in botany and ecology» (Yalta, Ukraine, 2010); «Взгляд молодых ученых на актуальные проблемы науки» (Ташкент, 2010); «Актуальные проблемы геоботаники» (Алматы, Казахстан, 2011); «Проблемы биоразнообразия и изменения климата» (Ташкент, 2010);

37

«Научные основы экологического образования в системе национального профессионального образования: проблемы и перспективы» (Ташкент, 2012); «Актуальные проблемы биологии и химии» (Пущино, Россия, 2012); «Республиканская научно-практическая конференция молодых ученых, посвященная 70-летию Академии наук Республики Узбекистан» (Ташкент, 2013); «3rd Science in Botanic Gardens Congress» (Gran Canaria, Spain, 2014); «XXI век – век интеллектуального поколения» (Ташкент, 2014);

«Биоразнообразие, сохранение и рациональное использование генофонда растений и животных» (Ташкент, 2014); «2nd International Conference on Arid Lands Studies» (Samarkand, 2014); «Энерго- и ресурсоэффективные технологии производства и хранение сельскохозяйственной продукции» (Харьков, Украина, 2014); «Актуальные проблемы химии природных соединений» (Ташкент, 2015); «Актуальные проблемы физико-химической биологии» (Ташкент, 2015); «Современная микология в России» (Москва, Россия, 2015); «Proceedings of III (XI) International Botanical Conference of Young Scientists in Saint-Petersburg» (Saint-Petersburg, Russia, 2015); «Modern problems of genetics, radiobiology, radioecology and evolution» (Saint-Petersburg, Russia, 2015); «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования» (Астрахань, Россия, 2016).

Опубликованность результатов исследования. По теме диссертации опубликовано всего 39 научных работ. Из них 13 научных статей, в том числе 10 в республиканских и 3 в зарубежных журналах, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Республики Узбекистан для публикации основных научных результатов докторских диссертаций.

Структура и объем диссертации. Структура диссертации состоит из введения, шести глав, заключения, списка использованной литературы, списка условных обозначений и приложений. Объем диссертации составляет 152 страниц.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

Во введении обоснованы актуальность и востребованность темы диссертации, сформулированы цель и задачи, а также объект и предмет исследования, выполненного в соответствии с приоритетными направлениями развития науки и технологий Республики Узбекистан. Изложены научная новизна и практические результаты исследования, обоснованы достоверность полученных результатов, раскрыта их теоретическая и практическая значимость, приведен список внедрений в практику результатов исследований, даны сведения по опубликованным работам и структуре диссертации.

В первой главе диссертации **«Природно-географическая характеристика высохшего дна Аральского моря и анализ научных источников»** приведены природно-географическая характеристика Южного Аралкума, обзор научных источников по теме исследования, а также

подробный обзор степени изученности проблемы. В ней детально освещены флористические, геоботанические и экологические исследования на территории Южного Аралкума, работы по изучению молекулярной филогении видов рода *Atriplex*, а также результаты научных исследований местных и зарубежных ученых по изучению химических и биохимических

свойств некоторых пустынных растений.

Во второй главе диссертации «**Объекты и методы исследования**» освещены объекты и методы исследования. Приведены подробные данные о биохимических, молекулярно-биологических и генетических методах, экологических методах, нейтронно-активационном анализе, методе определения свободных аминокислот, методе выделения белково-пептидных компонентов, методе полиакриламидного гель-электрофореза, методе количественного определения общего белка и методе высокоэффективной жидкостной хроматографии, использованных при выполнении исследования. В третьей главе диссертации «**Таксономические и экологические анализы растений Южного Аралкума**» освещены результаты таксономических анализов редких и эндемичных видов растений, результаты сравнения изучаемой флоры с флорами соседних территорий, а также экологических групп растений.

Таксономический и географический анализ видов растений. В результате идентификации образцов гербариев, собранных в ходе экспедиций в разные сезоны года (2006–2016), а также глубокого анализа материалов лаборатории Центрального гербария Института Ботаники и зоологии АН РУз и существующих научных публикаций определено, что на сегодняшний момент на территории Южного Аралкума произрастают 220 видов высших растений, относящихся к 124 родам, 41 семейству, 30 порядкам, 18 надпорядкам, 10 подклассам, 4 классам и 3 отделам (Sherimbetov et al., 2015; р. 39-50). Из них 130 видов определены впервые. Самое крупное семейство *Chenopodiaceae* состоит из 63 видов, относящихся к 25 родам, что составляет 28.63% от общей флоры. В ходе экспедиций на территории выявлены один эндемичный вид и 5 редких растений. Определены их новые ареалы распространения и координаты: *Rosa majalis* (06.05.2014, 44°14.37.8'N, 58°16.29.1'E), *Tulipa biflora* (29.04.2013, 43°44.46.2'N, 58°20.02.1'E), *Tulipa buhseana* (30.04.2013, 44°46.05.8'N, 58°12.06.6'E), *Crambe edentula* (06.05.2014, 44°46.12.8'N, 58°12.05.3'E), *Artemisia austriaca* (06.05.2014, 45°06.10.6'N, 58°19.58.8'E), *Atriplex pratovii* – эндемик Аральского побережья (30.04.2013, 44°30.07.6'N, 58°11.09.8'E). Учет продолжительности формирования флоры Южного Аралкума показал, что количество растений и состав таксономических единиц, несомненно, увеличиваются. На основе наблюдений, проведенных на природе, можно предположить, что через несколько сотен лет флора Южного Аралкума придет к стабильному состоянию, как и в соседних с ним природно-географических районах.

С целью определения общих ареалов распространения растений в Южном Аралкуме глубоко проанализированы существующие научные источники. В результате было определено, что распространенные на

территории растения объединяются в 39 типов ареалов. В результате анализа выявлено, что Туранский, Ирано-Туранский, Европейско Древнесредиземноморский и Древнесредиземноморский типы ареалов

включают в себя наибольшее число видов. В целом, можно утверждать, что флора исследуемой территории формируется за счет элементов флоры территорий южного и северного побережья Арала. Таким образом, можно сделать вывод, что флора изученной территории возникла на базе Ирано-Туранской флоры.

Экологический анализ видов растений. В результате анализов широко распространенные в регионе 66 видов растений были разделены по отношению к механическому составу почвы на 4, по отношению к количеству соли в составе почвы (солеустойчивости) на 5, по чувствительности к уровню влажности почвы на 5 и по требовательности к воде на 4 экологические группы (рис. 1).

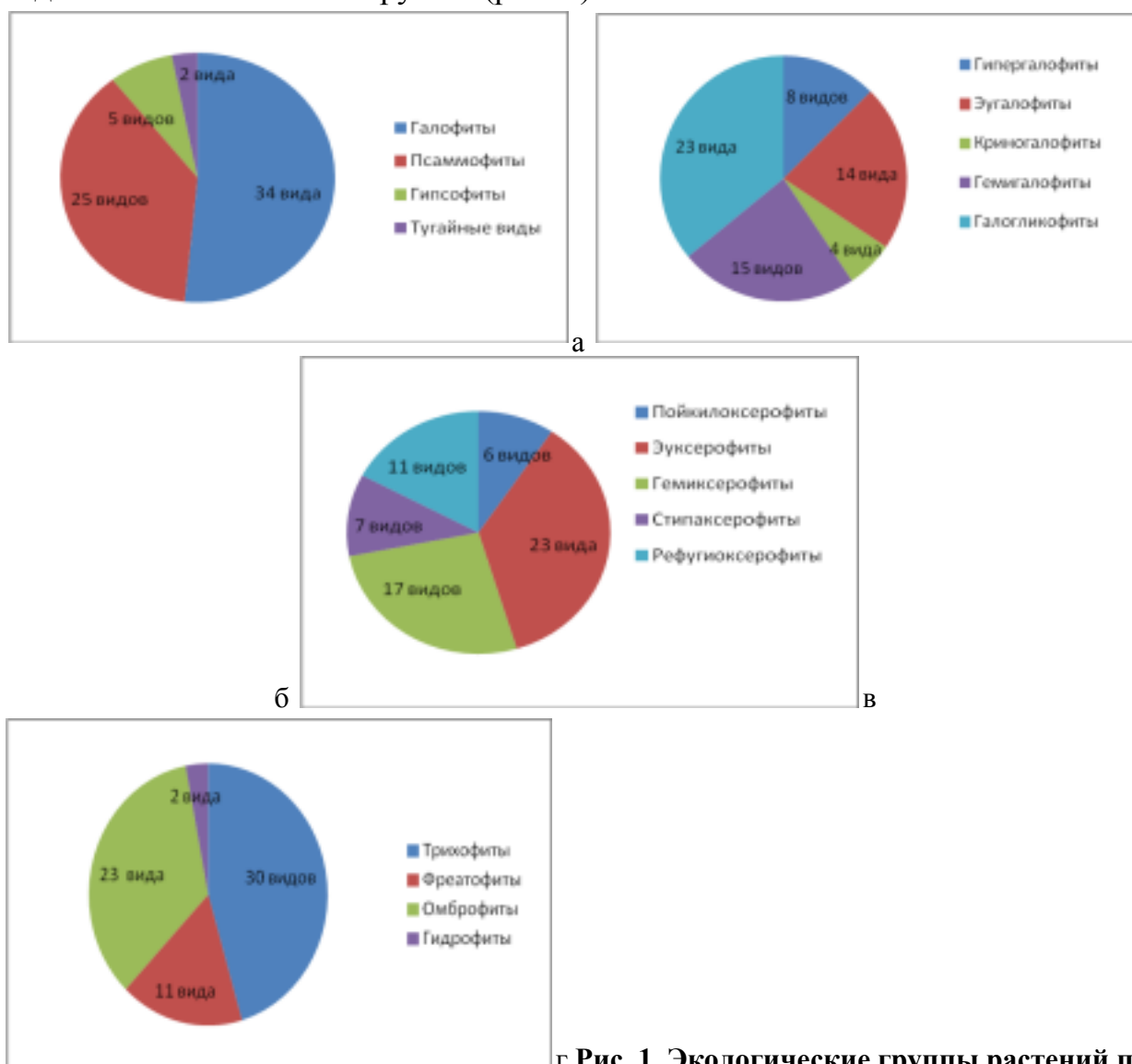


Рис. 1. Экологические группы растений по требовательности к механическому составу почвы (а), количеству соли (б), уровню влажности (в) и требовательности к воде (г)

В результате нашего исследования был подтвержден тот факт, что покрытие растениями площадей с солеными почвами происходит за счет природных закономерностей, обуславливающих смену галофильных растений представителями псаммофильных растений.

В четвертой главе диссертации «Молекулярно-генетический анализ полиморфных видов растений» изложены результаты секвенирования генов *rbcL*, *matK*, региона *psbB-psbH* *Atriplex pratovii*, сравнения их с другими видами, результаты исследования межвидовой и межродовой молекулярной филогении.

40

ДНК баркодинг (DNA barcode). Используя метод ДНК баркодинга, The Consortium for the Barcode of Life (Hollingsworth et al., 2009; p. 12794–12797) для определения полиморфных видов отдела *Magnoliophyta* в качестве новейшего молекулярно-генетического подхода предлагает использовать 7 стандартных кандидатных плазмидных генов и регионов: *rbcL*, *matK*, *rpoB*, *rpoC1*, *atpF-atpH*, *psbK-psbI*, *trnH-psbA*.

Нуклеотидная последовательность гена rbcL растения Atriplex pratovii. Согласно базе данных GenBank, длина гена *rbcL* у различных высших растений составляет примерно 1400–1450 пар нуклеотидов. В итоге анализа впервые просеквенированы различные фрагменты гена *rbcL* растения *Atriplex pratovii* длиной 488, 537 и 811 пар нуклеотидов. Полученные результаты размещены в базе данных EMBL-EBI. Им были присвоены ID номера LT604458, LT604460, LT628367, а их белковым продуктам – соответственно SCB66075.1, SCB66077.1, SCZ84109.1:

Forward sequence: 5'-3'. 226 A; 170 C; 183 G; 223 T.

```
1-60          TGAACCCCTAGATACTGATATCTTGGCA
61-120         GCATTCCGAGTAAGTCCTCAACCGGGAGTTCC
GATTACAAATTGACTTATTATACTCCTGAGTA ACCCGAAGAAGCAGGGGCTGCAGTAGCT
121-180
GCTGAATCTTCTACTGGTACATGGACAACCTGTATGGACCGACGGACTTACCAGTCTTGAT
181-240 241-300 301-360 361-420 GAAAACGTGAACTCCCAGCCGTTTATG
421-480 481-540 541-600 601-660 CGTTGGAGAGACCGTTTCTATTTTGTGCCGAA
661-720 721-780 781-811 GCTCTTTATAAAGCACAAAGCCGAAACA
CGTTACAAAGGACGATGCTACCACATCGAGCCT GGCGAAATCAAGGGTCATTACTTGAATGCTACT
GTTGCTGGAGAAGAAAATCAATATATT GCGGGTACATGCGAAGACATGATGAAA
TGTTATGTAGCATATCCSTTAGACSTTTTGTAAAGGGCTGTATTTGCCAGAGAATTGGGAGTTTCT
GAAGGTTCTGTTACTAATATGTTTACT ATCGTAATGCATGACTACTTAACAGGG
TCCATTGTGGGTAACGTATTTGGGTTCAAAGCC GGATTCACCTGCAAATACTACTTTGTCTCATTTAT
CTGCGTGCTCTACGTTTGGAGGATTTG TGCCGAGATAATGGTCTACTTCTTCAC
CGAATCCCTGTTGCTTATGTAAAACTTTCCAAATCCACCGTGCAATGCACGCAGTTATTGATAGA
GGCCCGCTCACGGTATCCAAGTTGAG CAGAAGAATCATGGTATCCACTTCCGT
AGAGATAAATTGAACGATTTTACCAAAGATGAT GТАCTAGСТААAGCGTTACGTCTGTCTGGTG
```

Белковый продукт гена: Большая субъединица рибулоза 1,5-бисфосфат карбоксилазы/оксигеназы. Аминокислотная последовательность:
DYKLTYUTPEYETLDTDILAAFRVSPQPGVPPEEAGAAVAEAESSTGTWTTVWTDGLTSL
DRYKGRCYNIEPVAGEENQYICYVAYPLDLFEEGSVTNMFTSIVGNVFGFKALRALRLE
DLRIPVAYVKTFQGPPIHQVERDKLNDFTKDDENVNSQPFMRWRDRFLFCAEALYKA
QAETGEIKGHYLNATAGTCEDEMMKRAVFARELGVPVIMHDYLTGGFTANTTTLSHYCR
DNGLLLHIIHRAMHAVIDRQKNHGIHFRVLAKALRLSG. Всего – 270. Молекулярная масса – 30452 Да.

Нуклеотидная последовательность гена matK растения Atriplex pratovii. Согласно базе данных NCBI, длина последовательности гена *matK* составляет примерно 1570 пар нуклеотидов. Китайскими учеными (Yu Jing et al., 2011; p. 176–181) установлено, что у 58 видов растений, относящихся к 47 семействам, на участке данного гена длиной 600–800 пар нуклеотидов расположены специфичные для каждого вида последовательности нуклеотидов (SNP).

В итоге исследований впервые просеквенированы различные фрагменты гена *matK* растения *Atriplex pratovii* длиной 283, 403 и 804 пар нуклеотидов: Forward sequence: 5'-3'. 250 A; 129 C; 130 G; 295 T.

```
1-60          TTCTTGCATTAGTAAGATTTTTTCTATA
61-120        TGAGTCTCGTAATTAAATAGTCTTATTACTC
CAAACCTCTTCGCTACTGGTTGAAAGATGCTTC CAAAGGAATTCATTCCSTTTTTTGAAAAA
```

41

```
121-180
AGAAATAAAAGATTATTTCTTGTTCCTATATAATTTCCATGTATGCGAATATGAATCSTTT
181-240 241-300 301-360 361-420 CAACCAAAAAGACTCTATATCAATCGA
421-480 481-540 541-600 601-660 TTAGGAAACCATTCCTTAGACTTTATGGGTTTT
661-720 721-780 781-804 ATTTCAAATGTGCGACTCAATTCTTCA
TTTGTTTTTCTCCGTAACCAATCTTCTTATTTA GTAATACGGAGTCAAATGTTAGAAAATGCATTT
CAACCAACTTCTTTTGGAAACSTTATT СТААТАGAAAАТАТТАGТААGАGТТТ
GAACGAATTCATTTCTATGGAAAАСТАААТАТ GATACCАТАGТТССААТТАТТССТТТGGТТGGA
СТАGGAААAGТТТТGACTAAAGATТТТ TCGТТGGCTCAAGCGAGATТТТGТААТ
GGGGТТАТТСТАТGGCTТТТTCAGAGAACSTТТC GGATТАGGGCATCCCATТАGТАAGCCGGТСТGG
CCGCATТАТGТТАGGТATCAAGGAAAA ACCGATТТАТCCGATТСТGATATТАТТ
ТСААТТСТАGCTCAAAAGGGGCATCTCTТТTG GATCGATТТGGТCGТАТАТАТАGAAAАТАТТТТ
ATGCAGAAAATGGAAAAАТТАCСТТАТC САТТАТТАТАGТGGCTCTТCAAGAAAA
САТТТCGGGCAATGTCAТТТТТСТGTCTGGТCT AAAAGТТТGTATCGAATAAAGТАТ
```

Секвенированный участок гена *matK* является интроном данного гена и не кодирует аминокислотную последовательность белка матуразы.

Нуклеотидная последовательность региона psbB-psbH растения Atriplex pratovii. Молекулярными систематиками было предложено использование генов *rbcL* и *matK*, и маркерных генов *psbA*, *trnH*, ITS в баркодинге наземных растений. На этой основе растение *Atriplex pratovii*, помимо генов *rbcL* и *matK*, исследовано на базе региона *psbB-psbH*. Данный регион вбирает в себя гены *psbB* (частично), *psbN* (полностью), *psbT* (полностью) и *psbH* (частично). В научных публикациях приводятся сведения о том, что ген *psbB* состоит из 1527, ген *psbN* – из 105, ген *psbT* – из 132 и ген *psbH* – из 222 пар нуклеотидов.

В результате исследований впервые просеквенирован фрагмент региона *psbB-psbH* длиной 577 пар нуклеотидов. Полученные данные размещены в базе данных EMBL-EBI, при этом гену *psbT* присвоен ID номер LT604459, а его белку – соответственно SCB66076.1:

Forward sequence: 5'-3'. 190 A; 95 C; 100 G; 192 T.

```
1-60          AAGACAAGGAGTTTAATACAACATTGGT
61-120        TTATGCTTTTTTGGTTCTATTTTTTTTGATTTG
GCATTCCAAAAAATTGGAGATCCAACТАСАAG ACAGAGGATACTAGAGCAATCTTGATTT
121-180
```

GAATCACCACCCTTTTGTTATCATTTATTGGGAAAATAATCTCAAGTAAACAGGTATGGAA
 181-240 241-300 301-360 361-420 GGCTCATTAACCTTCGACTAATCTCCGTGTTCCCTC
 421-480 481-540 541-577 GAAAGGATCTCTTAGTTGTTGAGAGGG
 GCTATAATTGTAAACCACAATCGAATCTATGGA TTGCCCCAAAAGCGGTATATAAGGCATACCCAGT
 AGCATTTGGTTTATACATTTCTATTAGT AAAACTTACCAGTAAACCAGATATAAA
 CTCTACTCTAGGGATAATTTTTTTTCGCTATCTT GATGGCGACTAGGGTTGCTGTTTCCATTATTAG
 TTTTCGGGAACCTCCTAAATTTCAAC ATAATTTTAAGACCACAATGGATCTAT
 TAAAAAATGAAATGGTTTTTTCATCATTTCAATT GATAAAATCATGTATTTACAACGGAATGGTATA
 GAAGTAATGAGCCTTCCAATATTGGAA CAAA

Белковый продукт гена: II субъединица фотосистемы. Аминокислотная последовательность: MEALVYTFLLVSTLGIFFAIFFREPPKISTKK. Всего – 33. Молекулярная масса – 3821 Да.

Молекулярно-генетическое сравнение растения *Atriplex pratovii* с другими видами и родами. Данные о последовательностях нуклеотидов вышеприведенных генов *rbcL* и *matK* вида *A. pratovii* при помощи биоинформатической программы MEGA4 сравнивались с данными секвенирования видов рода *Atriplex* и других родов семейства *Chenopodiaceae*, близких к роду *Atriplex*, хранящихся в базах данных NCBI и ENA. В результате определены межвидовые и межродовые сходства и различия вида *A. pratovii* по генам *rbcL* и *matK* (рис. 2).

Виды	Количество полиморфизмов по гену (общее число нуклеотидов) – процент сходства	Количество замен аминокислот в белке (общее число аминокислот в белке) – процент сходства
<i>A.canescens</i>	4(645) - 99 %	3(215) - 98 %
<i>A.deserticola</i>	12(654) - 98 %	8(218) - 96 %
<i>A.truncata</i>	13(654) - 98 %	9(218) - 95 %
<i>A.hortensis</i>	18(654) - 97 %	13(218) - 94 %
<i>A.sagittata</i>	20(654) - 96 %	13(218) - 94 %
<i>A.laciniata</i>	20(654) - 96 %	13(218) - 94 %
<i>A.prostrata</i>	22(645) - 96 %	14(215) - 93 %
<i>A.patula</i>	26(624) - 95 %	15(208) - 92 %
<i>A.littoralis</i>	13(330) - 96 %	9(160) - 94 %
<i>A.glabriuscula</i>	22(627) - 96 %	16(209) - 92 %
<i>A.voucher</i>	40(654) - 93 %	24(218) - 88 %

Примечание: * - для сравнения взят фрагмент из 654 пар нуклеотидов гена *matK* и фрагмент из 218 аминокислот кодируемого белка матураза *Atriplex pratovii*

0.025 0.020 0.015 0.010 0.005 0.000

0.014 0.012 0.010 0.008 0.006 0.004 0.002 0.000

Atriplex prostrate
Atriplex
glabriuscula
Atriplex patula
Atriplex littoralis
Atriplex laciniata
Atriplex sagittata
Atriplex hortensis
Atriplex pratovii
Atriplex canescens
Atriplex deserticola
Atriplex truncate
Atriplex voucher
Grayia spinosa
a
Endolepis dioica
Holmbergia tweedii
Exomis microphylla
Manochlamy salbicans
Halimione portulacoides
Chenopodium album
Einadia hastata
Rhagodia drummondii
Atriplex pratovii
Cremnophyton lanfrancoi
Achatocarpus gracilis
Axyris amaranthoides
Beta vulgaris
Blitum nuttallianum

Рис. 3. Молекулярная филогения *A.pratovii*: (а) межвидовая, основанная на гене *matK* и (б) межродовая, основанная на гене *rbcL*

45

Установлено, что исследуемый вид по гену *rbcL* очень близок к видам *A.canescens*, *A.spongiosa*, *A.laciniata*, отличается одним полиморфизмом (сравнительно близок) от видов *A.glauca*, *A.centralasiatica*, *A.rosea*, *A.coriace*, *A.leucoclada* и резко отличается по 8 полиморфизмам по гену *rbcL*, 40 полиморфизмам по гену *matK* от вида *A.voucher* (таб. 1). Доказано по гену *rbcL* вида *A.pratovii*, что род *Atriplex* внутри семейства *Chenopodiaceae* – наиболее близок к роду *Cremnophyton* (отличаются только одним полиморфизмом).

Межвидовая молекулярная филогения растения *Atriplex pratovii*. С целью уточнения сходства и различий вида *A.pratovii* с другими видами, внутри рода *Atriplex* была изучена его молекулярная филогения по гену *matK*. Впервые разработана молекулярная филогения *A.pratovii* на основе результатов секвенирования (рис. 3а).

В заключение можно утверждать, что вид *A.pratovii* филогенетически весьма близок к видам *A.canescens*, *A.spongiosa*, *A.laciniat*. К тому же доказано, что данный вид также филогенетически близок в видам *A.centralasiatica*, *A.rosea*, *A.hortensis*, *A.patula*.

Межродовая молекулярная филогения растения *Atriplex pratovii*. На основе данных секвенирования гена *rbcL* при помощи биоинформатической программы MEGA4 разработана межродовая молекулярная филогения для вида *A. pratovii* (в том числе рода *Atriplex*) в пределах семейства *Chenopodiaceae* (рис. 3б). В результате анализа впервые доказано наибольшее сходство вида *Atriplex pratovii* а рода с видом *Cremnophyton lanfrancoi*.

В пятой главе диссертации «**Элементный состав растений и почвы высохшего дна Аральского моря**» изложены результаты исследований, касающиеся количества химических элементов в составе образцов растений и почвы.

Анализ химических элементов в составе видов растений. Учитывая уровень минерализации почв Аралкума, исследованы не только экологические группы распространенных в регионе перспективных растений, но и количество содержащихся в них химических элементов. В результате исследований впервые определено содержание 38 химических элементов в составе 24 видов растений, относящихся к различным систематическим единицам, распространенным в Южном Аралкуме, в некоторых растениях обнаружены индикационные свойства (рис. 4). В научных публикациях даются сведения о том, что элемент рений встречается только в недрах земли и не приводятся данные о содержании его в живых организмах. В результате повторных анализов впервые определена концентрация элемента Re в составе органов растений.

Доказано, что в сравнении с видами других семейств Аралкума, виды

семейства *Chenopodiaceae* содержат высокую концентрацию данного элемента, и что в видах рода *Salsola* данного семейства в сравнении с видами других родов уровень содержания элемента выше и более стабилен.

46



Рис. 4. Соотношение количества химических элементов в составе некоторых

растений, мкг/г: 1–*Ephedra strobilacea*; 2–*Atriplex pratovii*; 3–*Krascheninnikovia ewersmanniana*; 4–*Kalidium capsicum*; 5–*Halostachys belangeriana*; 6–*Salsola arbusculaformis*; 7–*Salsola dendroides*; 8–*Salsola orientalis*; 9–*Salsola richteri*; 10–*Haloxylon aphyllum*; 11–*Anabasis salsa*; 12–*Camphorosma monspeliaca*; 13–*Nanophyton erinaceum*; 14–*Climacoptera aralensis*; 15–*Atraphaxis spinosa*; 16–*Limonium otolepis*; 17–*Tamarix hispida*; 18–*Tamarix ramosissima*; 19–*Alhagi pseudalhagi*; 20–*Peganum harmala*; 21–*Artemisia diffusa*; 22–*Lycium ruthenicum*; 23–*Convolvulus fruticosus*; 24–*Carex physodes*

47

Анализ химических элементов в составе образцов почвы. В результате химического анализа образцов почвы, привезенных из различных частей исследованной территории, впервые определено содержание 37 химических элементов. Большая часть этих элементов выявлена также в составе растительных образцов. Изменение концентрации большинства микроэлементов в аналитических образцах различных почв непосредственно связано с уровнем содержания гумуса, изменением условий pH, гранулометрическим составом и, конечно же, биологическим разнообразием экотопа. Сезонные и годовые изменения состава элементов в почве, связанные с микрофлорой, жизненным циклом видов животных и растений экосистемы, протекают под общим регулированием природных процессов.

Взаимосвязь содержания элементов в составе видов растений с составом почвы. Год за годом в составе почв Аралкума увеличивается содержание сульфатов и хлоридов таких минералов, как натрий, магний, калий. Для определения взаимосвязи между количеством содержащихся элементов в составе почвы и растениях образцы были проанализированы. В результате анализов установлены различия между содержанием элементов в растениях и в образцах почвы, где они произрастали (рис. 5).

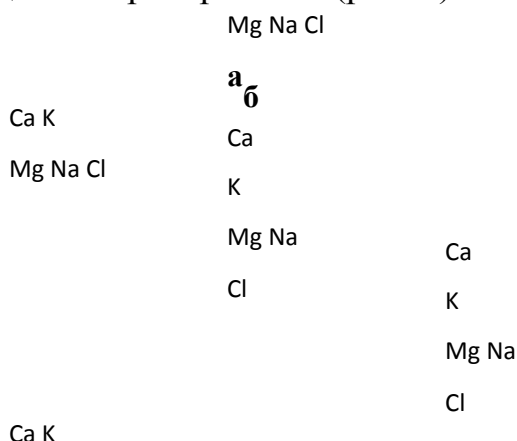


Рис.5. Взаимосвязь растений различных экологических групп с содержащимися в почве минералами, мкг/г: а–псаммофиты; б–гипсофиты; в, г–галофиты.

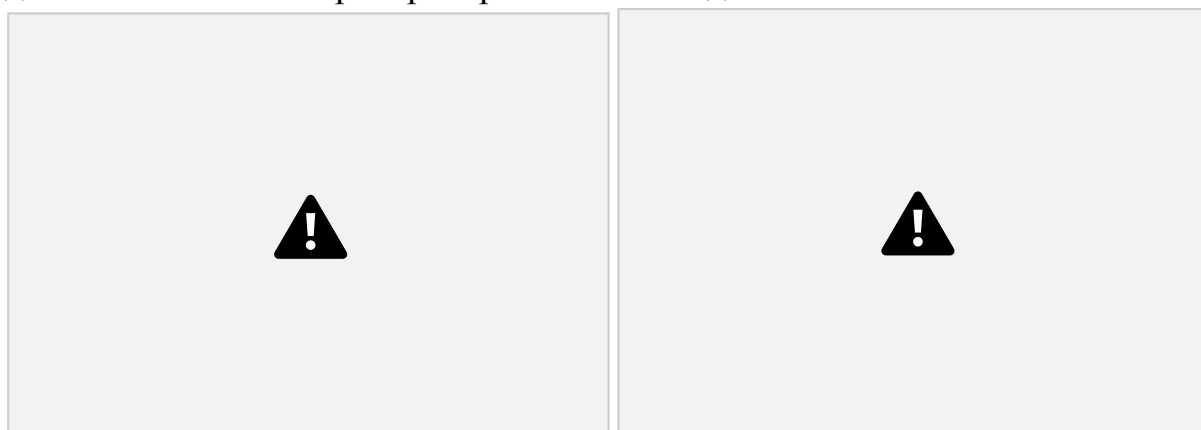
Зарегистрированы относительно высокие концентрации элементов калия в растениях группы псаммофитов, натрия – в растениях, относящихся к галофитам, и кальция – в растениях, относящихся к группе гипсофитов. Сообщества, образованные с участием данных растений, имеют

прогрессивный характер развития в солончаковых регионах и засоленных песчаных почвах.

*Сравнение количества химических элементов растения *Haloxylon aphyllum* с количеством элементов в составе почвы.* Для осознания адаптационных свойств растений, распространенных на территории Аралкума, определено количество элементов в почве произрастания, корне и наземной части широко распространенного растения черного саксаула – *Haloxylon aphyllum* (*Chenopodiaceae*). В результате элементного анализа в почве его произрастания и корнях определена концентрация 37, а в наземной части 38 элементов. Было установлено различие между содержанием элементов в составе почвы и частей растения. Например, Ti и V встречаются только в составе образцов почвы, а Re, Hg и Se – только в корнях и надземной части растения; Br, Cu, Ni заметно больше накапливаются в корковой части корня, чем в клетках внутри растения. На основе сравнительного анализа установлено, что в *Haloxylon aphyllum*, произрастающем в Аралкуме, по сравнению с *Haloxylon aphyllum*, распространенным на территории Казахстана, выше содержание элементов Ag, Sb, U, Br, Mo, но ниже - Fe, Cu, Ni.

В шестой главе диссертации «**Биохимический анализ видов некоторых растений**» приведены сведения о свободных аминокислотах, количестве белково-пептидных фракций и их антимикробной активности.

Содержание свободных аминокислот в растениях. С целью понимания роли аминокислот в развитии ответной реакции растений на неблагоприятные экологические факторы внешней среды исследовано количество свободных аминокислот в вегетативных органах растений. На рис. 6 представлены данные по наиболее распространенным видам.



а,б Рис. 6. Содержание свободного фенилаланина (а) и пролина (б) в составе широко распространенных на территории Аралкума растений с видами, распространенными в природных районах Устюрта и Низовья Амударьи, мг/г

Известно, что некоторые свободные аминокислоты играют важную роль в ответной реакции растений на различные негативные экологические факторы. Ученые называют группу «стрессовых» свободных аминокислот, то

«своеобразными» аминокислотами. К таким свободным аминокислотам относятся аланин, фенилаланин и пролин (Delauney, 1993; Епринцев, 2003). Согласно научным публикациям фенилаланин является первичным материалом для синтеза флавоноидов. Под воздействием фермента фенилаланин аммоний-лиазы (ФАЛ) фенилаланин приобретает кислотную природу и выполняет каталитические функции в большинстве биохимических процессов в клетке, а увеличение содержания свободного фенилаланина отмечено при воздействии стрессовых факторов. Для пролина доказано, что в условиях стрессового состояния засоленности растений он снижает осмотический потенциал клетки и, тем самым, отрицательное воздействие NaCl (Delauney, 1993; Епринцев, 2003). К тому же показано, что пролин проявляет антиоксидантные свойства при воздействии солей на растение (Шевякова, 2009; Андреева, 2010). В опытах, проведенных над культурными растениями, подтверждено значение изменения концентрации фенилаланина и пролина в механизме солеустойчивости растений (Abd El Samad, 2010; Епринцев, 2003).

В проведенных нами исследованиях установлено (рис. 6), что содержание свободного фенилаланина и пролина в видах *Tamarix hispida*, *Limonium otolepis*, *Halostachys belangeriana*, распространенных на территории Аралкума, заметно выше, чем в популяциях видов данных растений, распространенных в Низовьях Амударьи, а в видах *Haloxylon aphyllum* *Artemisia diffusa*, выше, чем в популяциях видов, распространенных на Устюрте. Это еще раз свидетельствует о том, что активный синтез свободного фенилаланина и пролина в клетках занимает центральное место в стабилизации биохимических процессов клетки для снижения отрицательного воздействия различных солей и их нейтрализации.

Содержание белков в растениях. В Лаборатории химии белков и пептидов Института биоорганической химии АН РУз осуществлены работы по определению количества общих белков в составе 12 перспективных солеустойчивых пустынных растений различных экологических групп, относящихся к различным родам и семействам, распространенным на территории высохшего дна Аральского моря (таб. 2).

Таблица 2

Количество белков некоторых растений изучаемой территории

Экологическая группа	Название растения	Содержание белка, %	Количество белково пептидных компонентов, мкг/г сухого сырья
1	2	3	4
Галофиты	<i>Lycium ruthenicum</i>	18,30	23,8

	<i>Salsola dendroides</i>	13,34	11,8
	<i>Nitraria schoberi</i>	17,60	4,6
	<i>Halogeton glomeratus</i>	10,90	3,8
	<i>Climacoptera aralensis</i>	10,90	3,0
	<i>Tamarix ramosissima</i>	13,16	2,2
	<i>Limonium otolepis</i>	12,78	1,2

50

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4
Псаммофиты	<i>Astragalus villosissimus</i>	11,65	11,6
	<i>Artemisia diffusa</i>	7,87	8,4
Гипсофиты	<i>Salsola arbusculaformis</i>	10,23	8,2
	<i>Camphorosma monspeliacum</i>	12,70	5,0
	<i>Salsola orientalis</i>	8,05	1,2

Как показано в таб. 2, несмотря на тяжелые экологические условия вегетации данных растений в Аралкуме, в их составе присутствует достаточное количество белково-пептидных компонентов с наибольшими показателями для *Lycium ruthenicum*, *Salsola dendroides* и *Astragalus villosissimus* и наименьшими – для *Salsola orientalis*, *Limonium otolepis*, *Tamarix ramosissima*. Электрофоретический анализ тотальных белково-пептидных фракций показал наличие низкомолекулярных компонентов ниже 14,4 кДа у *Salsola arbusculaformis* (около 7, 9 и 11 кДа), *Nitraria schoberi* (около 7, 9 кДа), *Salsola orientalis* (около 11 кДа), *Salsola dendroides* (около 11 кДа). Отдельно следует выделить присутствие мажорных фракций в следующих образцах растений: *Salsola orientalis* – около 17 кДа, *Halogeton glomeratus* – около 24 кДа, *Astragalus villosissimus* – около 30 кДа, *Salsola arbusculaformis* – около 40 кДа, *Nitraria schoberi* – около 23 и 28 кДа, *Lycium ruthenicum* – около 25 и 97 кДа.

Антибактериальный потенциал биологически активных соединений. Исследована антимикробная активность белково-пептидных фракций на 5-ти культурах условно патогенных микроорганизмов 12 перспективных солеустойчивых пустынных растений и суммы полифенолов из галофита *Tamarix ramosissima* (*Tamaricaceae*). В качестве положительного контроля использовали антибиотик широкого спектра действия – канамицин, в дозе 5

мкг/мл (таб. 3).

Таблица 3

Влияние некоторых веществ, выделенных из растений, на рост и развитие условно патогенных микроорганизмов (72 ч)

Название растения	Выделенные вещества/ органы растений. Вещества были взяты в дозе 1 мкг/50 мкл	Антагонистическая активность d (зона подавления роста), мм				
		<i>Bacillus subtilis</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Candida albicans</i>
1	2	3	4	5	6	7
Канамицин. Концентрация – 5 мкг/мл		11±3	12±2	20±2	17±2	12±3
<i>Lycium ruthenicum</i> (Solanaceae)	Белково-пептидная фракция/побеги	12±1	-	-	13±2	11±2
<i>Salsola dendroides</i> (Chenopodiaceae)	Белково-пептидная фракция/побеги, листья, семена	-	-	-	-	-

51

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5	6	7
<i>Nitraria schoberi</i> (Nitrariaceae)	Белково-пептидная фракция/листья	18±4	8±1	-	12±3	-
<i>Nitraria schoberi</i> (Nitrariaceae)	Белково-пептидная фракция/семена	18±2	15±3	35±5	35±4	22±2
<i>Halogeton glomeratus</i> (Chenopodiaceae)	Белково-пептидная фракция/побеги, листья	-	-	-	2±1	15±3
<i>Climacoptera aralensis</i>	Белково-пептидная фракция/побеги, листья	5±2	-	-	12±3	-

<i>(Chenopodiaceae)</i>						
<i>Tamarix ramosissima</i> (<i>Tamaricaceae</i>)	Сумма полифенолов/ побеги, листья, семена	42±4	-	8±2	-	-
<i>Tamarix ramosissima</i> (<i>Tamaricaceae</i>)	Белково-пептидная фракция/побеги, листья, семена	17±3	5±2	-	-	12±3
<i>Limonium otolepis</i> (<i>Plumbaginaceae</i>)	Белково-пептидная фракция/побеги, листья, семена	-	-	8±2	16±3	-
<i>Astragalus villosissimus</i> (<i>Fabaceae</i>)	Белково-пептидная фракция/побеги, листья	12±3	-	8±3	15±4	-
<i>Artemisia diffusa</i> (<i>Asteraceae</i>)	Белково-пептидная фракция/побеги, листья	-	-	12±3	11±2	-
<i>Alhagi pseudalhagi</i> (<i>Fabaceae</i>)	Белково-пептидная фракция/семена	18±3	-	-	-	40±4
<i>Alhagi pseudalhagi</i> (<i>Fabaceae</i>)	Белково-пептидная фракция/побеги	21±2	10±1	-	-	25±3
<i>Artemisia diffusa</i> (<i>Asteraceae</i>)	Белково-пептидная фракция/побеги, листья	-	-	12±3	11±2	-
<i>Salsola arbusculaformis</i> (<i>Chenopodiaceae</i>)	Белково-пептидная фракция/побеги, листья	-	-	-	9±2	-
<i>Camphorosma monspeliacum</i> (<i>Chenopodiaceae</i>)	Белково-пептидная фракция/побеги, листья	11±2	-	11±2	-	-
<i>Salsola orientalis</i> (<i>Chenopodiaceae</i>)	Белково-пептидная фракция/побеги, листья	-	-	8±2	-	11±3
<i>Peganum harmala</i> (<i>Peganaceae</i>)	Белково-пептидная фракция/побеги, листья	20±4	-	-	-	16±2
<i>Peganum harmala</i> (<i>Peganaceae</i>)	Белково-пептидная фракция/семена	22±2	-	-	-	14±2

Примечание: “ – “ подавление роста бактерий не наблюдается

Результаты анализов показали наличие у соединений антагонистической и бактериостатической активности по отношению к тест-культурам микроорганизмов. Наблюдалось относительно высокое воздействие

соединений, выделенных из *Tamarix ramosissima*, *Alhagi pseudalhagi*, *Peganum harmala*, *Nitraria schoberi*, на рост и развитие вышеприведенных микроорганизмов (зона подавления роста до 18–24 мм). Сравнительный анализ антимикробной активности двух классов активных химических соединений, выделенных из одного и того же растения *Tamarix ramosissima*, показал, что действие суммы полифенолов на *Bacillus subtilis* в разы

52

эффективнее, чем белково-пептидной фракции, что требует в дальнейшем дополнительного исследования.

На основе полученных результатов рекомендуется использовать растения пустынной зоны Аралкума в качестве ресурсной базы для разработки лекарственных средств белково-пептидной природы с терапевтическими свойствами широкого спектра действия.

ВЫВОДЫ

На основе проведенных исследований в ходе выполнения докторской диссертации на тему «Молекулярно-биологические и экологические особенности растений высохшего дна Аральского моря» представлены следующие выводы:

1. Установлено, что на территории Южного Аралкума произрастает 220 видов высших растений (130 из них выявлены впервые) и определены химический состав, свободные аминокислоты и белково-пептидные компоненты широко распространенных видов. Установлено, что на территории встречаются 5 редких видов растений – *Rosa majalis*, *Tulipa biflora*, *T. buhseana*, *Crambe edentula*, *Artemisia austriaca* и одно эндемичное – *Atriplex pratovii*. Доказано, что флора Южного Аралкума возникла на базе Ирано-Туранской флоры.

2. Определено содержание 38 элементов в составе 24 видов растений, относящихся к различным систематическим единицам. Установлено накопление редких химических элементов, в частности элемента рения, в органах растений. Определено содержание 37 элементов в составе почвы. На основе этих данных показано, что биологическое разнообразие и жизненные циклы в экосистеме находятся в тесной связи с изменением количества химических элементов в составе почвы в течение сезонов и годов и регулируются адаптационными процессами.

3. Определено содержание свободных аминокислот в составе органов 15 видов растений, распространенных на изучаемой территории, и исследована их роль в приспособлении растений к стрессовым факторам. Выявлено, что концентрация свободного фенилаланина и пролина в растениях *Tamarix hispida*, *Limonium otolepis*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum* и *Artemisia diffusa*, распространенных на территории Аралкума, значимо выше, чем в популяциях Нижней Амударьи и Устюрта.

4. Подтвержден экологическими характеристиками растений

адаптационный механизм увеличения количества определенных макроэлементов, свободных аминокислот и вторичных метаболитов, выявленных биохимическими методами.

5. Установлено, что белково-пептидные компоненты, выделенные из растений высохшего дна Аральского моря, обладают антибактериальным потенциалом на условно патогенные микроорганизмы человека. Растения *Tamarix ramosissima*, *Alhagi pseudalhagi*, *Limonium otolepis*, *Peganum harmala*,

53

Nitraria schoberi рекомендованы в качестве источников лекарственных средств нового поколения.

6. Впервые просеквенированы участки маркерных генов для ДНК баркодинга растения *Atriplex pratovii*; установлена нуклеотидная последовательность фрагментов генов *rbcL*, состоящих из 488, 537 и 811 пар нуклеотидов; фрагментов *matK*, состоящих из 283, 403 и 804 пар нуклеотидов; региона *psbB-psbH*, состоящего из 577 пар нуклеотидов.

7. Впервые доказано молекулярно-генетическое отличие вида *Atriplex pratovii* от других видов данного рода. Впервые разработана межвидовая и межродовая молекулярная филогения растения *Atriplex pratovii* по генам *rbcL*, *matK*. Определено, что изученный вид очень близок к видам *A.canescens*, *A.spongiosa*, *A.laciniata*, близок по отношению к видам *A.glauca*, *A.centralasiatica*, *A.rosea*, *A.coriace*, *A.leucoclada* (различие по одному полиморфизму), имеет резкое различие (8 полиморфизмов по гену *rbcL*, 40 полиморфизмов по гену *matK*) с видом *A.voucher*. По гену *rbcL* доказана большая близость вида *A. pratovii*, в том числе рода *Atriplex* среди других родов семейства *Chenopodiaceae*, с семейством *Cremnophyton* (*C. lanfrancoi*). Рекомендовано использование гена *matK* в качестве гена кандидата для ДНК баркодинга данного рода и видов близких к нему родов.

8. Проведено разделение 66 видов растений, широко распространенных на территории Южного Аралкума, на экологические группы по отношению к механическому составу, уровню засоленности почвы, чувствительности к уровню влажности почвы, требовательности к воде.

9. Доказано, что покрытие площадей засоленных почв растениями происходит за счет природных закономерностей, обуславливающих поэтапное заселение псаммофильными растениями почв, освоенных ранее галофитами. Ландшафт, в том числе и степень формирования растительного покрова (количественный состав и разнообразие) в направлении от бывшего коренного берега моря к воде (Аральского моря) уменьшается.

10. Установлены и рекомендованы перспективные для геологических разведочных работ виды растений Аралкума: представители галофитов *Limonium otolepi*, *Salsola dendroides* – индикаторы никеля; представители псаммофитов *Carex physodes*, *Alhagi pseudalhagi* – индикаторы золота; представители гипсофитов *Atraphaxis spinosa*, *Anabasis salsa*, *Camphorosma monspeliaca* – индикаторы европия. Выявлен ряд видов рода *Salsola*

(семейство *Chenopodiaceae*), накапливающих в органах растений химический элемент рений.

11. Обоснованы биохимические особенности растений в их приспособлении к своеобразным условиям внешней среды. Перспективные виды растений (*Climacoptera aralensis*, *Limonium otolepis*, *Atriplex pratovii*, *Salsola dendroides*, *S.orientalis*, *S.richteri*, *Kalidium capsicum*, *Halostachys belangeriana*, *Tamarix ramosissima*, *Thispida*, *Nitraria schoberi*, *Lycium ruthenicum*, *Haloxylon aphyllum*) рекомендованы к использованию в фитомелиоративных работах.

54

**ONCE-ONLY SCIENTIFIC COUNCIL AWARDING SCIENTIFIC
DEGREES DSc.27.06.2017.K/B/T.37.01 AT THE INSTITUTE OF
BIOORGANIC CHEMISTRY, THE NATIONAL UNIVERSITY OF
UZBEKISTAN AND THE INSTITUTE OF CHEMISTRY OF PLANT
SUBSTANCES
INSTITUTE OF BIOORGANIC CHEMISTRY**

SHERIMBETOV SANJAR GULMIZOEVICH

**MOLECULAR-BIOLOGICAL AND ECOLOGICAL PECULIARITIES OF
SPECIES OF PLANTS IN THE DRYING BOTTOM OF THE ARAL SEA**

03.00.01 – biochemistry, 03.00.10 – ecology

**DISSERTATION ABSTRACT
OF DOCTOR OF BIOLOGICAL SCIENCES (DSc)**

Tashkent - 2017

55

This Post DSc thesis has been registered with the number B2017.1.DSc/B1 at the Supreme Attestation Commission of the Cabinet of Ministers of the Republic of Uzbekistan.

The dissertation has been prepared at the Institute of Bioorganic Chemistry.

The abstract of the dissertation is posted in three (Uzbek, Russian, English (resume)) languages on the website of the Scientific Council (www.biochem.uz) and on the website of “Ziyonet” information and educational portal (www.ziyonet.uz).

Scientific consultant: Mukhamedov Rustam Sultanovich doctor of science in
biology, professor

Official opponents: Kadirova Dilbar Abdullaevna doctor of science in
biology

Khamidov Gulomjon
doctor of science in biology, professor

Abdullaev Alisher Abdumavlyanovich
doctor of science in biology

Leading organization: Samarkand state university

Defence will take place on 19 July 2017 year 9⁰⁰ at the once-only meeting of the Scientific council DSc.27.06.2017.K/B/T.37.01 of the Institute of Bioorganic Chemistry, the National University of Uzbekistan and the Institute of Chemistry of Plant Substances at the following address: 100125, Tashkent, 83 M.Ulugbek street. Phone: 262-35-40, Fax: (99871) 262-70-63).

Dissertation is registered at the Information Resource Centre at the Institute of Bioorganic Chemistry (registration number D-190) (Address: 100125, Tashkent, 83 M.Ulugbek street. Phone: 262-35-40, Fax: (99871) 262-70-63), e-mail: asrarov54@mail.ru).

Abstract of dissertation is distributed on 6 July 2017 year.
(Protocol at the register 3 on 6 July 2017 year)

Sh.I.Salikhov

Chairman of once-only scientific council
awarding scientific degrees, D.B.Sc., academician

M.I.Asrarov

Scientific secretary of once-only scientific council
awarding scientific degrees, D.B.Sc., professor

Sh.U.Turdikulova

Chairman of once-only Scientific seminar under once
only scientific council awarding scientific degrees, D.B.Sc.

56

INTRODUCTION (abstract of doctoral dissertation)

The aim of research work is the identification of biochemical, molecular biological and ecological peculiarities of plants growing on the Aral Sea dried-out bottom, and assessment of their potentials.

The objects of the research work. Species of plants widespread in the territory of the Southern Aralkum, their genes for DNA barcoding, chemical elements, free amino acids, proteins and peptides served as the objects of the research. Materials for analysis were collected during various seasons within the period from 2006 to 2016.

Scientific novelty of the research work is as follows:

220 higher plants were identified naturally occurring in the territory of the Southern Aralkum 130 of them were found for the first time; the plants widespread in the territory under study were proved to be formed on the basis of Irano Turanian flora;

concentrations of 38 elements as constituents of plant species and of 37 elements in the soil were measured; rhenium was found in the organs of plants under study and concentrations of free amino acids as constituents of plant species widespread in the territory under study were measured; role of phenylalanine and proline in adjustment of the plants to the stress factors was proved;

total proteins and peptides were isolated from the plants widespread on the dried-out bottom of the Aral Sea were studied, their antibiotic activity to pathogens of human organism was tested;

for the first time *rbcL* gene of *Atriplex pretovii* was found to consist of 488, 537 and 811 bp; 283 and 404 bp were identified in *matK* gene, and 577 bp were found in *psbB-psbH* regions, results of sequencing were included in EMBL-EBI database;

for the first time from molecular-genetic point of view *Atriplex pratovii* was proved to differ from other *Atriplex* genus plants and *Atriplex pratovii* interspecific and intergeneric molecular phylogeny by *rbcL* and *matK* genes was developed; plant species widespread divided into ecological groups and bioindicating properties have been established.

Implementation of the research results. On the basis of the study on biochemical, molecular-biological and ecological peculiarities of the Aral Sea dried-out bottom:

Salsola arbusculaformis, *S.orientalis*, *S.richteri*, *Alhagi pseudalhagi*, *Kalidium capsicum*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*, *Atraphaxis spinosa*, the plants with bioindication properties, were reduced to practice as the indicators and *Tamarix ramosissima*, *Alhagi pseudalhagi*, *Peganum harmala*, *Nitraria schoberi*, *Astragalus villosissimus*, the plants containing bioactive substances were reduced to practice as medicinal ones (confirmation by the letter from Uzbekistan State Committee for Nature Protection (02/10-914 dated February 9, 2017). The findings from the study allowed using some Aralkum plants as reserve base for medications of new generation.

57

Tamarix hispida, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*, *Salsola dendroides*, *Climacoptera aralensis*, *Atriplex pratovii*, *Limonium otolepis*, plants widely spread on solonchaks, were reduced to practice as phytomeliorants for the salinized soils (confirmed by the letter from the General Directorate of Forestry, Ministry for Agriculture and Water Management (06/11-535 dated May 17, 2016). The findings from the study allowed starting up artificial plant communities on the Aralkum solonchaks.

Tamarix ramosissima, *T.hispida*, *Alhagi pseudalhagi*, *Peganum harmala*, *Nitraria schoberi*, *Salsola orientalis*, *S.richteri*, *S. dendroides*, *Halostachys belangeriana*, *Haloxylon aphyllum*, *Climacoptera aralensis*, *Limonium otolepis* were the plants to be reduced to geological exploration works, for creation of tree belt areas and pastures, and as reserve base of medications (confirmed by the letter from GEF Agency of the International Fund for Saving the Aral Sea (IFAS) No. 1/49 dated February 2017). The findings from the study allowed using the Aralkum plants for creation of tree belt areas and pastures.

The data on plant species under study, on their ecology, dynamics and results of analysis of their macro-and microelement compositions were used in monitoring of the Prearal environmental situation performed in Shirshov Institute of Oceanology, the Russian Academy of Sciences (confirmed by the letter from Shirshov Institute of Oceanology, the Russian Academy of Sciences No.01/2115-224 dated March 11, 2016). The findings from the study allowed monitoring current ecological situation in the Prearal area.

The data obtained in the sequencing of *rbcL* and *matK* genes, and *psbB* and *psbH* regions in *Atriplex pratovii* were registered in The European Nucleotide Archive (Cambridge, United Kingdom) EMBL-EBI (<http://www.ebi.ac.uk>)

database with ID numbers LT604458, LT604459, LT604460, LT628367 their protein products were assigned with ID numbers SCB66075.1, SCB66076.1, SCB66077.1 and SCZ84109.1 respectively. The data can be used to study plant species widespread in various regions worldwide.

The structure and volume of the thesis. Containing 152 pages of text, the dissertation has introduction, six chapters, conclusions, list of references and appendices.

ЭЪЛОН ҚИЛИНГАН ИШЛАР РЎЙХАТИ
СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ
LIST OF PUBLISHED WORKS

I бўлим (I часть; part I)

1. Шеримбетов С.Г. Жанубий Оролқум шўрхоқларида янгидан ажратилган ўсимлик жамоалари // ЎзР ФА Маърузалари. - 2010. - № 6. - Б. 69-70 (03.00.00. №6).

2. Sherimbetov S.G. Janubi-G`arbiy Orolqum florasining qo`shni hududlar florasini bilan qiyosiy tahlili // O`zbekiston biologiya jurnali. - 2010. - № 6. - В.28-30 (03.00.00. №5).

3. Шеримбетов С.Г. Характеристика галофитов растительного покрова южного Аралкума (на примере черносаксауловой формации – *Haloxyleta aphylla*) // Вестник Национального университета Узбекистана. - 2011. Спец. выпуск. Биология. - С.87-88 (03.00.00. №9).

4. Шеримбетов С.Г. Орол денгизи сувидан бўшаган жанубий ҳудудларда олиб борилган геоботаник тадқиқотларнинг баъзи натижалари // ЎзР ФА Маърузалари. - 2012. - № 4. - Б. 70-73 (03.00.00. №6).

5. Шеримбетов С.Г., Мухамедов Р.С. Соленакапливающие растения индикаторы высохшего дна Аральского моря // Доклады Академия наук РУз. -2014. -№ 6. -С. 67-70 (03.00.00. №6).

6. Sherimbetov S.G. Composition of elements of some higher plants of the dry seafloor of the Aral Sea // Uzbek biological journal. - 2014. - №4. - P. 8-10 (03.00.00. №5).

7. Sherimbetov S.G., Pratov U.P., Mukhamedov R.S. Classification of plants in the south drying bottom of the Aral Sea // Вестник Санкт-Петербургского государственного университета. - 2015. - Серия 3. Биология. - № 4. - С. 39-50 (03.00.00. №11).

8. Шеримбетов С.Г. Галофильная растительность высохшего дна Аральского моря и ее роль в формировании биологического разнообразия // Вестник Гулистанского государственного университета. -2015. -№3 (58). -С. 29-32 (03.00.00. №3).

9. Шеримбетов С.Г., Мухамедов Р.С. Элементный и аминокислотный состав *Haloxylon aphyllum* (Minkw.) Pjin, произрастающего на высохшем дне Аральского моря // Доклады Академия наук РУз. - 2015. - № 4. - С. 56-59 (03.00.00. №6).

10. Sherimbetov S.G., Ishimov U.J., Juraeva R.N., Tashpulatov J.J., Mukhamedov R.S. Antimicrobial activity of some substances isolated from the eremophytes growing at the dry sea floor of the Aral Sea // Uzbek Biological Journal. - 2016. -№ 1. - P. 3-5 (03.00.00. №5).

11. Sherimbetov S.G., Mukhamedov R.S., Pratov U.P. Taxonomical and ecological plant characterization of the drying bottom of the Aral Sea // Advances in Environmental Biology. - 2016. - Vol. 10. - № 10. - P. 1-6. (№40. ResearchGate, IF – 0.18).

59

12. Sherimbetov S.G., Sherimbetov A.G. Trace elements of indicate-plants on dried bottom of the Aral Sea // European Science Review. - 2016. - № 9-10. September–October. - P. 27-29. (03.00.00. №6).

13. Шеримбетов С.Г., Давлетчурин Д.Х., Мухамедов Р.С. *Atriplex pratovii* Sukhor. (*Chenopodiaceae*) ўсимлиги *matK* ва *rbcL* генларини полимераза занжир реакцияси усули ёрдамида ўрганиш // Гулистон давлат университети ахборотномаси. - 2016. - №3 (62). - Б. 26-30. (03.00.00. №3).

II бўлим (II часть; Part II)

14. Шеримбетов С.Г. Экологические группы растений осушенного дна Аральского моря // Биология – наука XXI века: Сборник тезисов 14-ой Пущинской школы-конференций молодых ученых. - Т.2. - Пущино, 2010. - С. 96.

15. Шеримбетов С.Г. Жанубий Оролқумда тарқалган муҳофазага мухтож ўсимликлар // Проблемы рационального использования и охрана биологических ресурсов Южного Приаралья. Сборник тезисов III Международная научно-практическая конференции. - 13-14 мая. - Нукус, 2010. - С. 110.

16. Шеримбетов С.Г. Экологическое состояние растительных сообществ южной части осушенного дна Аральского моря // Проблемы изучения и сохранения растительного мира Евразии. Материалы Всероссийской конференции с международным участием, посвященной памяти Л.В.

Бардунова. - 15-19 сентября, 2010. - Иркутск, 2010. - С. 549-550.

17. Sherimbetov S.G. Researching flora of the south dried bottom of the Aral Sea // *Advances in botany and ecology. Book of abstracts international conference of young scientists.* - September 21-25, 2010. - Yalta. 2010. - P. 152-153.

18. Шеримбетов С.Г. Перспективные доминанты закрепителя песков и солончаков осушенного дна Аральского моря // *Взгляд молодых ученых на актуальные проблемы науки. Материалы республиканской научно практической конференции.* - 29 октября, 2010. - Ташкент, 2010. - С. 48.

19. Шеримбетов С.Г. О проблемах комплексного изучения высохшего дна Аральского моря // *Взгляд молодых ученых на актуальные проблемы науки. Материалы Республиканской научно-практической конференции.* - 29 октября, 2010. - Ташкент, 2010. - С. 48-49.

20. Шеримбетов С.Г. Жануби-Ғарбий Оролқум ўсимликларининг тупроқ экологик гуруҳлари // *Ekologiya xabarnomasi.* - Toshkent, 2010. - № 10 (115).- Б.14.

21. Sherimbetov S.G. Some results of geobotanical research of the dried bottom of the southern Aral Sea // *Актуальные проблемы геоботаники. Материалы международной научной конференции, посвященной памяти выдающегося ученого, основоположника казахстанской геоботанической школы, академика НАН РК Б.А.Быкова в связи с 100-летием со дня рождения.* - Алматы, 11-13 мая, 2011. - Алматы, 2011. - С. 108-110.

22. Шеримбетов С.Г. Орол денгизининг қуриган тубида шаклланаётган биологик хилма-хилликнинг ҳозирги ҳолати // *Биохима-хиллик ва иқлим*

60

ўзгариши муаммолари. Илмий-назарий семинар матеиаллари. - 22 сентябрь, 2010 йил. - Тошкент, 2010. - Б. 83-85.

23. Шеримбетов С.Г. Биологическое разнообразие высохшего дна Аральского моря в его южной части // *Вестник молодых ученых.* - 2011. - №1-2. - С. 43-46.

24. Шеримбетов С.Г. О проблемах изучения устойчивости к экстремальным условиям пустынных растений на молекулярно биологическом уровне // *Актуальные проблемы биологии и химии. Всероссийская молодежная конференция.* - Пущино, 30 июля – 3 августа 2012 г. - С. 135.

25. Шеримбетов С.Г. Изменение некоторых первичных сукцессий высохшего дна Аральского моря // *Биология – наука XXI века: Сборник тезисов 17-ой Пущинской школы-конференций молодых ученых.* - 22-26 апреля 2013. - Пущино, 2013. - С. 573.

26. Шеримбетов С.Г. Жанубий Оролқум ўсимликлар дунёси. Фан ва турмуш. - № 1-2. - 2013. - Б. 82-85.

27. Sherimbetov S.G. Plant diversity investigation of dry seafloor of the Aral Sea: present and future // *3rd Science in Botanic Gardens Congress.* - 1st-4th April 2014, Gran Canaria, Spain, 2014. - P.19.

28. Шеримбетов С.Г. Жанубий Орол бўйи тупроғининг кимёвий таркиби ва

унинг биохилма-хилликка таъсири // “XXI аср – интеллектуал авлод асри” шиори остидаги Тошкент шаҳри ва Тошкент вилояти ҳудудий илмий-амалий конференцияси тўплами. - Тошкент, 16-17 май, 2014 йил. - Б. 243-248 б.

29. Sherimbetov S.G., Pratov U.P., Mukhamedov R.S. Identification of new perspective physiologically active compounds from vascular plants of seafloor Aral Sea // Биоразнообразие, сохранение и рациональное использование генофонда растений и животных. Материалы республиканской конференции, посвящённой 80-летию заслуженного деятеля науки РУз, проф. У.П.Пратова. - Ташкент, 9-10 сентября 2014 г. - С.158-159.

30. Sherimbetov S.G. Primary results of chemical analysis of the soil of dry seafloor of the Aral Sea // 2nd International Conference on Arid Lands Studies. Innovations for sustainability and food security in arid and semiarid lands. - Samarkand. - 9-13 September, 2014. - P. 135.

31. Sherimbetov S.G. Salt-accumulating indicator plants on the dry seafloor of the Aral Sea // 2nd International Conference on Arid Lands Studies. Innovations for sustainability and food security in arid and semiarid lands. - Samarkand. 9-13 September, 2014. - P. 136.

32. Шеримбетов С.Г. О миграции *Rheum tataricum* L. на осушенном дне Аральского моря // Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов. Энерго-и ресурсоэффективные технологии производства и хранение сельскохозяйственной продукции. - Харьков, 2014. - 30-31 октября 2014 г. - С. 198-199.

33. Шеримбетов С.Г., Давлетчурин Д.Х., Мухамедов Р.С. Оптимизация полимеразной цепной реакции ITS региона 18S-5.8S участка рДНК видов

61

рода *Salsola* и *Climacoptera* (сем. *Chenopodiaceae*) // Актуальные проблемы химии природных соединений. - Ташкент, 12 марта 2015 года. - С. 36. 34.

Sherimbetov S.G., Mukhamedov R.S. Plant biodiversity in the south drying sea floor of Aral sea // The International N.W.Timofeff-Ressovsky Conferences “Modern problems of genetics, radiobiology, radioecology and evolution”. - 2015. - Saint-Petersburg, 2-6 June 2015. - P.1

35. Sherimbetov S.G. Preliminary results of chemical analyses of plants in the drying Aral Sea // Актуальной проблемы физико-химической биологии. Материалы научно-практической конференции посвящённой 80-летию академика АН РУз Ташмехамедова Бекжана Айбековича. - Ташкент. 14 апреля 2015 г. - P. 353-355.

36. Ишимов У.Ж., Шеримбетов С.Г., Сагдиева Л.А., Бердиев Н.Ш., Олимжонов Ш.С., Рузметова Д.Т. *Solanaceae* оиласи *Lycium ruthenicum* Murr. тури таркибидаги оксил ва пептид таҳлилларининг бирламчи натижалари // Физик-кимёвий биологиянинг долзарб муаммолари. Тошмухадов Бекжон Ойбековичнинг 80-йиллик таваллудига бағишланган Илмий-амалий анжуман материаллари. - Тошкент. 14 апреля 2015 г. - Б.123-125.

37. Sherimbetov S.G. Classification of *Liliopsida* species of drying bottom of

the Aral Sea // Proceedings of III (XI) International Botanical Conference of Young Scientists in Saint-Petersburg. - 4-9 October 2015, Saint-Petersburg. - P. 140-141.

38. Шеримбетов С.Г. Перспективы освоения пустынь высохшего дна Аральского моря // Аграрная наука – сельскому хозяйству. X Международная научно-практическая конференция. - Сборник статей. - Книга 2. - Барнаул, Россия, 4-5 февраля 2015. - С. 480-481, 544, 589.

39. Sherimbetov S.G. Effect of drying of the Aral Sea to climate Change // Международная научно-практическая Интернет-конференция «Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования». - Астраханская область, Россия, 29 февраля 2016. - С. 363-364.

«ЎзР Фанлар Академияси Асосий кутубхонаси» босмахонасида чоп этилган.
Босмахона манзили: 100170, Тошкент ш., Зиёлилар кўчаси, 13-уй.