

Казахский национальный университет им. аль-Фараби

УДК 581.9.526.53(043)

на правах рукописи

Осмонали Бектемір Бірімқұлұлы

**Комплексные исследования сем. *Chenopodiaceae* Vent.
(*Amaranthaceae* Juss.) флоры пустынной части долины р. Сырдарья**

8D05108 – Геоботаника

Диссертация на соискание степени
доктора философии (PhD)

Отечественный научный консультант:
к.б.н., Зав.лаб. Флоры высших растений
РГП на ПХВ "Институт ботаники
и фитоинтродуции" КЛХЖМ МЭПР РК
Веселова П.В.

Зарубежный научный консультант:
д.б.н., профессор
Университета Оснабрюк, Германия
Фризен Н.В.

Республика Казахстан
Алматы, 2024 г.

СОДЕРЖАНИЕ

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ	4
ОПРЕДЕЛЕНИЯ	5
ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ	6
ВВЕДЕНИЕ	7
ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ	12
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	12
1.1 Краткая история изучения растительности и флоры долины реки Сырдарьи	12
1.2 Литературный обзор семейства Chenopodiaceae	14
1.3 Характеристика природных условий долины реки Сырдарьи	17
2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ	19
2.1 Объекты исследований	19
2.2 Методы исследований	19
2.2.1 Геоботанические исследования	19
2.2.2 Почвенные исследования	19
2.2.3 Анатомические исследования	20
2.2.4 Проточная цитометрия	20
2.2.5 Молекулярная генетика	21
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ	25
3.1 Таксономический состав семейства Chenopodiaceae пустынной части долины реки Сырдарьи	25
3.2 Экологическая приуроченность, фитоценотическая роль видов и антропофильных представителей семейства Chenopodiaceae	49
3.2.1 Фитоценотическая роль видов Chenopodiaceae	49
3.2.2 Основные экотопы пустынной части долины	56
3.2.3 Виды семейства Chenopodiaceae в составе антропофильного элемента нарушенных территорий	59
3.3 Особенности эдафической приуроченности и солевой устойчивости видов семейства Chenopodiaceae	64
3.4 Анатомическое строение ассимиляционных органов доминантных видов семейства Chenopodiaceae	77
3.5 Молекулярно-генетические данные, размер генома и полиплоидия видов семейства Chenopodiaceae	89
3.5.1 Филогенетические исследования характерных видов Chenopodiaceae	89
3.5.2 Филогения, размер генома и полиплоидия видов рода <i>Kalidium</i> ..	102
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	118
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	120
ПРИЛОЖЕНИЕ А	137
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	138
ПРИЛОЖЕНИЕ В	139
ПРИЛОЖЕНИЕ Г	141
ПРИЛОЖЕНИЕ Д	151

ПРИЛОЖЕНИЕ Е	155
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж	158
ПРИЛОЖЕНИЕ З	160

НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

В настоящей диссертации использованы ссылки на следующие стандарты:
Закон Республики Казахстан «О науке» от 18.02.2011 г. №407-IVЗРК;
ГОСО РК 5.04.034-2011. Государственный общеобразовательный стандарт образования Республики Казахстан. Послевузовское образование. Докторантура. Основные положения (изменения от 23 августа 2012 г. №1080);
ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления.

ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящей диссертации применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Фитоценоз – устойчивая система совместно существующих на некотором участке земной поверхности автотрофных и гетеротрофных организмов и созданной ими и их предшественниками фитоценотической среды (в том числе почвы и фитоклимата).

Растительное сообщество - это совокупность или ассоциация видов растений в пределах определенной географической единицы, которая образует относительно однородный участок, отличимый от соседних участков с различными типами растительности. Компоненты каждого растительного сообщества зависят от типа почвы, рельефа, климата и антропогенных воздействий.

Галофит – это солеустойчивое растение, которое растет в почве или водах с высокой соленостью, вступая в контакт с соленой водой через свои корни или солевыми брызгами, например, в засоленных полупустынях.

Эпидерма – внешняя первичная покровная ткань растений, обычно однослойная, покрывающая молодые стебли и остальные наземные органы.

Гиподерма – слой покровов организма, обычно лежащий глубже поверхностного слоя.

Друза – звездообразные цитоплазматические включения из сросшихся кристаллов моногидрата или дигидрата оксалата кальция в клетках многих растений.

Палисадные клетки – столбчатый мезофилл, разновидность ассимиляционной паренхимы листа (редко стебля); состоит из плотно соединённых тонкостенных клеток, вытянутых перпендикулярно поверхности органа.

Склеренхима – механическая ткань, которая встречается в органах почти всех высших растений.

Колленхима – одна из первичных механических тканей растений, располагающаяся в первичной коре стеблей и листьях в основном у двудольных растений.

Кранц клетки – обкладка из мелких кубических клеток.

Паренхима – основная ткань растений, состоит из клеток более или менее одинакового размера по всем направлениям.

Проводящий пучок – основной элемент проводящей системы растений; состоит из ксилемы и флоэмы.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

ОПП	общее проективное покрытие
КМ	кальциево-магниевый
КН	кальциево-натриевый
МК	магниево-кальциевый
МН	магниево-натриевый
Н	натриевый
НК	натриево-кальциевый
НМ	натриево-магниевый
С	сульфатный
С+Сд	сульфатный с участием соды
ХС	хлоридно-сульфатный
ХС+Сд	хлоридно-сульфатный с участием соды
Т	трихома
Е	эпидермис
Н	гиподерма
Р	палисадный мезофилл (хлоренхима)
Кс	кранц клетка
РVb	периферийный проводящий пучок
Wc	водоносная клетка
Vb	проводящий пучок
Sc	склеренхима
Co	колленхима
D	друза
CCDB	(Chromosome Counts Database) база данных подсчета хромосом
ITS	(Internal transcribed spacer) внутренний транскрибируемый спейсер
SCoT	(Start codon targeted) Нацеленный стартовый кодон
INPI	(International Plant Names Index) международный индекс названий растений
POWO	(Plants of the World Online) растения мира онлайн
О.	однолетник
Мн.	многолетник
Пчк.	полукустарничек
Кчк.	кустарничек
Пк.	полукустарник
К.	кустарник
Д.	дерево

ВВЕДЕНИЕ

Общая характеристика работы. Работа посвящена изучению таксономического состава, особенностей эколого-фитоценотической приуроченности, анатомии ассимиляционных органов и вопросам филогении видов семейства Chenopodiaceae (Amaranthaceae s.l.) флоры пустынной части долины реки Сырдарья.

Актуальность темы исследования. В пустынных регионах жизнь людей ограничена источниками воды. Поэтому именно в долинах рек, в частности в долине реки Сырдарья, наблюдаются значительные антропогенные воздействия, такие как выпас скота, распашка земель под посевы, отступ от дорог, техногенные нарушения при проведении строительных и ремонтных работ и т.д., характеризующиеся исторической продолжительностью и высокой степенью нагрузки на растительность. В то же время необходимо учитывать динамичность и уязвимость долинной растительности, представленной в связи со значительной шириной долины реки Сырдарья, составляющей около 50 км и более, различными типами, в том числе пустынными автоморфными сообществами [1; 2; 3; 4; 5].

Длительная эксплуатация человеком природных ресурсов привела к их истощению и нарушению баланса в экосистемах. В первую очередь эти изменения касаются почвенного-растительного покрова, как базового элемента любой экосистемы. Сейчас уже почти нет экосистем и растительных сообществ, не испытавших на себе антропогенного воздействия, приведшего к снижению видовой насыщенности фитоценозов и видового разнообразия флоры в целом. А сохранение глобальной экосистемы планеты невозможно без сохранения таксономического разнообразия ее компонентов [1; 2; 3; 4; 6].

При воздействии различных факторов деятельности человека на окружающую среду, особенно на территориях, расположенных в пустынной зоне, наиболее уязвимыми являются флора и растительность речных пойм, террас, прибрежной полосы. Негативное воздействие выражается в значительном изменении нетронутых биоценозов, сокращении численности и ассортимента кормовых и других полезных видов [1; 2; 3; 4; 6; 7].

Семейство Chenopodiaceae – одно из самых крупных и древних семейств аридных территорий земного шара. Оно занимает ведущее положение в спектре семейств пустынной флоры Казахстана. Ряд представителей семейства, являясь доминантами и эдификаторами многих пустынных сообществ, играют важную роль в формировании растительного покрова [1; 6; 7; 8; 9; 10].

Выбор региона исследования - пустынной части долины реки Сырдарья в пределах Кызылординской области Республики Казахстан - обусловлен широким распространением в его пределах засоленных территорий, к которым приурочено подавляющее большинство видов изучаемого семейства. Они широко представлены в различных пустынных экотопах, включая глинистые и песчаные пустыни, где образуют разнообразные фитоценозы, ассоциации и формации [1; 2; 5].

Семейство Chenopodiaceae очень сложная в систематическом отношении группа. Большинство его представителей - поздноцветущие и, соответственно, поздно плодоносящие суккуленты. Из-за внешнего однообразия идентификация представителей этого семейства представляет значительную трудность. Кроме того, они обладают значительным полиморфизмом и сильной возрастной изменчивостью. Более того, семейство разнообразно по морфологическим характеристикам, анатомическим типам, а также способу фотосинтеза. Повышенный интерес систематиков к этой своеобразной группе связан с открытием двух анатомических типов фотосинтеза. Многие роды до сих пор остаются недостаточно изученными [1; 2; 3; 4].

Объекты исследования: Объектами исследования являются виды семейства Chenopodiaceae (Amaranthaceae s.l.), произрастающие в пустынной части долины реки Сырдарьи в пределах Кызылординской области.

Предмет исследования: Предметом исследования является выявление видового состава семейства Chenopodiaceae (Amaranthaceae s.l.) флоры пустынной части долины реки Сырдарьи, эколого-географических и фитоценологических особенностей, анатомической и молекулярно-генетической структуры его представителей.

Цель работы: Изучение видового разнообразия, таксономического состава, особенностей экологической и фитоценологической приуроченности, солевой устойчивости, анатомического строения, вопросов филогении видов семейства Chenopodiaceae (Amaranthaceae s.l.) флоры пустынной части долины реки Сырдарьи.

Задачи исследования:

1 Выявление таксономического состава семейства Chenopodiaceae пустынной части долины реки Сырдарьи;

2 Изучение экологической приуроченности, фитоценологической роли видов Chenopodiaceae пустынной части долины реки Сырдарьи и антропофильных представителей семейства;

3 Выявление особенностей эдафической приуроченности и солевой устойчивости видов семейства Chenopodiaceae;

4 Изучение анатомического строения ассимиляционных органов доминантных видов семейства Chenopodiaceae;

5 Изучение вопросов филогении, выявление размера генома и пloidности доминантных видов семейства Chenopodiaceae флоры долины реки Сырдарьи.

Научная новизна исследования.

Впервые в Казахстане проведено комплексное изучение видов семейства Chenopodiaceae флоры долины реки Сырдарьи.

Приведены 16 географических новинок для Кызылординской области.

Выявлены фитоценологические особенности видов семейства Chenopodiaceae в формировании растительного покрова.

Впервые определены эдафические предпочтения видов Chenopodiaceae к различным типам солей и степени засоления.

Впервые определены размеры генома представителей семейства Chenopodiaceae: *Halostachys belangeriana*, *Salicornia europaea*, *Xylosalsola*

arbuscula, *Anabasis aphylla*, *Climacoptera obtusifolia*, *Petrosimonia sibirica*, *Caroxylon orientale*, *Suaeda microphylla*, *S. linifolia*, *Suaeda altissima*.

Составлено филогенетическое древо времени происхождения подсемейств, триб и родов.

Теоретическая значимость работы.

Выявлен современный состав представителей семейства Chenopodiaceae пустынной части долины реки Сырдарьи, насчитывающий 112 видов, 16 из которых являются для этого региона географическими новинками.

Показано, что несмотря на ведущее положение во флоре исследуемой территории представителей маревых, количество антропофильных элементов в его составе по сравнению с другими крупными систематическими группами незначительно.

В пределах изучаемой территории определен диапазон солеустойчивости и эдафических предпочтений доминантных и характерных для ее растительности видов семейства Chenopodiaceae.

У доминантных и характерных для растительности долины реки Сырдарьи представителей семейства Chenopodiaceae выявлено 8 типов анатомической структуры ассимиляционных органов.

Наибольшая приспособленность к аридным условиям среды обитания выявлена у полиплоидных популяций *Kalidium capsicum*.

Практическая ценность исследования.

Составленный конспект видов семейства Chenopodiaceae флоры пустынной части долины реки Сырдарьи может применяться в учебных процессах при изучении местных и региональных флор.

Полученные результаты геоботанических исследований могут быть использованы для дальнейших мониторинговых работ по выявлению тенденций развития антропогенных процессов на засоленных территориях Кызылординской области.

На основании выделенных 4 групп степеней засоления доминирование на засоленных территориях конкретных видов семейства Chenopodiaceae позволяет визуально определять уровень засоления почв.

Собраны, оформлены и переданы гербарные листы видов изучаемого семейства и сопутствующих видов в Гербарный фонд Института ботаники и фитоинтродукции (АА) – 267 гербарных листов (Приложение А). Собраны и переданы семенные материалы видов изучаемого семейства в Банк семян Института ботаники и фитоинтродукции – 15 видов (27 образцов) (Приложение Б).

Основные положения, выносимые на защиту:

Уточнен современный видовой состав семейства Chenopodiaceae флоры пустынной части долины реки Сырдарьи.

По степени засоления почв изученные виды семейства Chenopodiaceae распределены на 4 группы.

Для изучаемых сильно и очень сильно засоленных территорий выявлены наиболее характерные сообщества поташниковые, сарсазановые,

соляноколосниковые и сведовые, в которых доля участия видов семейства Chenopodiaceae составляет 80-100%.

Среди доминантных и часто встречаемых видов семейства Chenopodiaceae изучаемой территории выявлены 8 характерных типов анатомического строения.

Полученные новые данные по размеру генома и предполагаемой ploидности. Определено возможное время происхождения подсемейств, триб и родов доминантных видов семейства Chenopodiaceae флоры пустынной части долины реки Сырдарья.

Личный вклад автора. Автором лично установлен видовой состав сем. Chenopodiaceae флоры пустынной части долины реки Сырдарья. Проведен анализ фитоценозов с участием и доминированием видов семейства Chenopodiaceae. Отбор почвенных образцов на территории исследования. Молекулярно-генетические анализы в лабораторных условиях. Написание статей проводилось с соавторами, при этом личный вклад автора был основным.

Связь с планом основных научных работ. Диссертационная работа выполнена в рамках проекта AP09258929 «Перспективы использования корреляции между составом антропофильного элемента флоры пустынной части долины р. Сырдарья и типом нарушенности земель в прогнозных целях» (2021-2023 гг.) [4], а так же дополнительные данные получены по следующим грантовым проектам: AP05131957 «Мониторинговые исследования восстановления естественной растительности на заброшенных рисовых полях Кызылординской области, перспективы их использования» (2018-2020 гг.) [2], AP08956492 «Реликтовые туранговники долины р. Сырдарья (видовой состав, антропогенное воздействие, вопросы охраны)» (2020-2021 гг.) [3], AP08856696 «Этнографическое и геоархеологическое изучение земледельческо-скотоводческих ландшафтов в пустынных дельтах Казахстана: исторические фазы освоения и опустения» (2020-2022 гг.), AP14869593 «Изучение генетического разнообразия и фитохимический анализ видов рода *Salsola* L. Казахстана» (2022-2024 гг.).

Апробация работы. Материалы диссертационной работы доложены и обсуждены:

- на XIX Международной научно-практической конференции «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии». Барнаул, Россия, 2020 г.;
- на XX Международной научно-практической конференции «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии». Барнаул, Россия, 2021 г.;
- на VIII Международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби Әлемі», КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан, 2021 г.;
- на Международной научно-практической конференции «Проблемы и перспективы изучения биоразнообразия растительного мира в центральной Азии». Ташкент, Узбекистан, 2022 г.;
- на Международной научно-практической конференции «Изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии». Алматы, Казахстан, 2022 г.;

- на Международной научно-практической конференции «Интродукция, сохранение биоразнообразия и зеленое строительство в условиях изменяющегося климата и антропогенного воздействия». Актау, Казахстан, 2022 г.;

- на XXII Международной научно-практической конференции «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии». Барнаул, Россия, 2023 г.

Публикации. Основное содержание диссертации отражено в 20 печатных работах, в том числе 4 статьи в международном рецензируемом журнале с импакт-фактором, цитируемом в Scopus и Web of Science; 5 статей из перечня изданий, рекомендованных Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности, 11 статей и тезисов в материалах международных и республиканских конференций, из которых 5 зарубежные.

Структура диссертации. Диссертация изложена на 136 страницах и состоит из обозначений и сокращений, введения, обзора литературы, материалов и методов, результатов и обсуждения, заключения и списка использованных источников из 243 наименований; содержит 8 таблиц, 49 рисунков и 8 приложений.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Краткая история изучения растительности и флоры долины реки Сырдарья

Краткие сведения о растительности территории дельты реки Сырдарья приводятся в работах исследователей-путешественников второй половины XIX – начала XX столетий. Среди них отметим труды И.Г. Борщева, А.В. Кульбарс и В.В. Никиина [7; 11; 12].

Первые специальные исследования растительного покрова в пойме и дельте реки Сырдарья проводились З.А. Минквиц и О.Э. Кноррингом в рамках почвенно-ботанических экспедиций 1908-1910 гг. [13]. В отчетных документах авторами описываются лишь основные – наиболее характерные типы пойменной растительности, не выделяя более мелкие единицы растительного покрова [7].

В 1926 г. характеристика растительности обводненных районов дельты была составлена К. Рожанец и М. Рожанец на примере небольшого участка близ г. Кызылорды [7; 12; 13].

Более поздние работы относятся уже к середине XX века (1950-1980 гг.). Н.Н. Пельт на основе данных экспедиционного маршрута 1949 г. Кызылорда – Чимбай, (приблизительно совпадающему с маршрутом 1913 года В.В. Никитина) в 1951 г. опубликовал статью, посвященную ботанико-кормовой характеристике растительности. Фрагментарные описания растительности (экспедиции 1946-1948 гг.), основанные на исследованиях центральной части дельты реки Сырдарья опубликованы в статьях А.П. Гамаюновой и Н.И. Суворова [7; 12; 13; 14].

Н.И. Суворов изучал структуру растительного покрова долины реки Сырдарья в историческом плане [14]. Особенности сложения растительности пастбищных угодий исследовали Б.А. Быков, С.А. Бедарев и др. [15; 16]. Предметом изучения Л.Ф. Демидовской, А. Исамбаева и Э.В. Кузьмина [13] были растительные ресурсы пойменной части и дельты реки Сырдарья [7].

Значительный вклад в понимание индикационной роли растительности в процессах пойменно-дельтового почвообразования внесли такие ученые, как В.М. Боровский, Н.Ф. Можайцева и другие [7; 17].

Растительность как компонент ландшафтов дельты реки Сырдарья описывается в работах географов В.С. Залетаева [13], Н.М. Новиковой [18] и Г.В. Гельдыевой [7; 19].

Ботанические исследования в бассейне Аральского моря в течение многих лет проводила Л.Я. Курочкина [20], работы которой посвящены динамике и структуре псаммофитной растительности Приаралья. В конце 70-х годов под ее руководством были начаты комплексные эколого-геоботанические исследования по изучению динамики зарастания осушенного дна Аральского моря. Они продолжались до 1990 года и включали геоботанические и

физиологические исследования. Их результаты отражены в многочисленных публикациях, посвященных структуре, динамике, флористическому и фитоценоотическому составу растительности осушенного дна Аральского моря. Особое значение придавалось исследованиям процессов опустынивания [7; 13; 21; 22; 23].

Значительный вклад в изучение сукцессий растительности осушке Арала внес В.В. Вухтер [13, 23], использовавший метод экологического профилирования.

С.А. Ерембаевым и А.А. Акназаровой [12; 24] в дельте реки Сырдарьи проводились экспериментальные работы по интродукции древесно-кустарниковой растительности [7; 8].

В конце прошлого века изучением растительности долины и дельты реки Сырдарьи активно занимались Р.П. Плисак и Н.П. Огарь [25]. Предметом их исследований являлись вопросы динамики структуры и продуктивности растительности в условиях зарегулированного стока рек, картографирования результатов этих процессов, а также влияния водохранилищ на динамику пойменных сообществ [7; 8].

Кроме того, в работах Р.П. Плисак, Н.П. Огарь, Б.М. Султановой [25], а также О.М. Деминой и С.А. Арыстангалиева [26] приводятся сведения о сезонном развитии доминирующих лугово-болотных растений, их хозяйственной урожайности и биологической продуктивности, в зависимости от режима поверхностного затопления, уровня залегания грунтовых вод и засоления почв [7; 8].

С середины 90-х годов вопросами изучения динамики пространственной структуры растительности дельты непосредственно реки Сырдарьи занимается Н.П. Огарь [13; 25; 27]. Особый интерес представляют ее исследования структуры растительного покрова в зависимости от возраста пойменных террас. Автор показала, что первичны все основные типы растительности (кустарниковые и древесно-кустарниковые тугаи, луга и травяные болота), но их флористический состав и площадное распространение неравноценны в сегментах разного возраста [13]. На основе анализа взаимосвязи растительности с экологическими условиями Н.П. Огарь составлены обобщенные эколого-динамические ряды растительности поймы реки Сырдарьи [27], являющиеся основой легенд к картам растительности разного масштаба [7].

Описание древесно-кустарниковой растительности долины реки Сырдарьи приводится в работе С.А. Никитина [28]. В частности, автор указывает на распространение лоховых тугаев в районе Теренозека и плавневых ивняков в дельте реки Сырдарьи [7].

Общая характеристика современного состояния тугаев долины реки Сырдарьи представлена в отчете по проекту, выполненному в 2005 г. под руководством академика И.О. Байтулина. Исследования проводились в 2003-2004 гг. Б.М. Султановой и А.Б. Байбуловым [7; 12].

В 2004-2006 гг. исследования растительного покрова побережья Аральского моря осуществлялись Л.А. Димеевой и др. [7; 29; 30; 31; 32].

В 2005-2008 г. под руководством Н.П. Огарь проводились детальные работы по изучению биоразнообразия водно-болотных угодий всех озерных систем дельты реки Сырдарьи. Одним из результатов этих работ стала кандидатская диссертация А.Б. Байбулова, в которой автором приводится актуальный флористический список этой территории, в том числе по семейству *Chenopodiaceae* [7; 8; 12].

В последние десятилетия сотрудниками Института ботаники и фитоинтродукции выполнялись научно-исследовательские работы по составлению «Государственного Кадастра растений Кызылординской области» (2013) [33; 34]. С 2015 по 2023 годы флористические исследования в долине реки Сырдарьи осуществлялись в рамках реализации грантовых проектов («Мониторинг состава растительности животноводческих перегонов – научный подход устойчивого использования пустынных пастбищ Казахстана (на примере Кызылординской области) (2015-2017 гг.)», «Мониторинговые исследования восстановления естественной растительности на заброшенных рисовых полях Кызылординской области, перспективы их использования» (2018-2020 гг.), «Реликтовые туранговники долины реки Сырдарьи (видовой состав, антропогенное воздействие, вопросы охраны)» (2020-2021 гг.), «Перспективы использования корреляции между составом антропофильного элемента флоры пустынной части долины реки Сырдарьи и типом нарушенности земель в прогнозных целях» (2021-2023 гг.) [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 47; 48; 49; 50; 51; 52; 53; 54].

1.2 Литературный обзор семейства *Chenopodiaceae*

Описание первых видов и родов *Chenopodiaceae* было опубликовано в классических работах Карла Линнея «*Species Plantarum*» и «*Generum Plantarum*», где приводилось в целом более 40 видов из 10 родов. Первые сведения о маревых Средней Азии содержатся в работах П.С. Палласа (Pallas, 1771, 1807), посетившего территорию, в настоящее время принадлежащую Казахстану, в 1770 г. [2; 3; 4; 5; 7; 55]. Спустя столетия французский ботаник и естествоиспытатель Е.Р. Вентенат закрепил современное название семейства - *Chenopodiaceae* (от лат «*cheno*» - гусь, «*podium*» - нога) [2; 3; 4; 7; 55; 56].

История систематики Маревых характеризуется многочисленными перегруппировками на уровне подсемейств. Классификацию всего семейства Маревых на основе данных П.С. Палласа предложил К.А. Мейер (1829), исследовавший северо-восточную окраину территории Казахстана. На основе карпологических признаков К.А. Мейер разделил семейство на две большие группы:

- subordo *Spirolobeae* с семенами без питательной ткани (перисперма) и спирально свернутым зародышем;
- subordo *Cyclolobeae* с «белковыми» семенами и периферическим (несвернутым) зародышем [2; 3; 4; 7; 57; 58; 59].

К.А. Мейеру принадлежит описание рода *Halimocnemis* С.А. Меу. Благодаря его совместным исследованиям с Ф.Е. Фишером [59] количество видов Маревых ощутимо пополнилось [2; 3; 4; 7].

Немалый вклад в изучение Маревых в целом и, в частности, нашего региона, внес первый монограф этой группы – А. Моquin-Tandon [59; 60; 61]. С территории Средней Азии им было описано много новых родов и видов. Особой оригинальностью отличаются такие описанные им роды, как *Arthrocnemum* Моq., *Sevada* Моq. и *Halocharis* Моq. [2; 3; 4; 7; 55].

Большое влияние на изучение Маревых Средней Азии оказал крупнейший знаток этого семейства А. Бунге [59; 62; 63]. Его многочисленные труды содержат богатейшую информацию не только о систематике, но и о географии и филогении представителей изучаемого семейства в целом. А. Бунге описал 18 видов и 8 родов Маревых Средней Азии [2; 3; 4; 7; 8].

Во “Flora Orientalis” Е. Boissier дал перечень всех известных к тому времени видов и родов Маревых, в частности привел их описание, синонимику и распространение видов в пределах Средней Азии [55].

В изучение Маревых Средней Азии важный вклад внес Д.И. Литвинов, описавший 16 новых видов, приведенных в «Списке растений Гербария русской флоры». Обращает на себя внимание его работа «О роде *Arthrophytum* Schrenk и о включении в него рода *Haloxylon* Bunge» [55].

Целый ряд среднеазиатских видов Маревых был описан М.Г. Поповым, В.П. Дробовым, К.З. Закировым и др. [7; 55].

В работе «Conspectus Florae Turkestanicas» З.А. Минквиц для Средней Азии приводит 198 видов Маревых, относящихся к 42 родам [5].

Значительная работа по изучению Маревых проделана известным ботаником Е.П. Коровиным (1935) [59; 64], который является автором рода *Pjinia* Коров. и 20 новых среднеазиатских видов. Совместно с Б.А. Мироновым им монографически обработан род *Arthrophytum* [55].

Важным этапом в изучении маревых явился выход в свет 6 тома «Флоры СССР» (1936), где обработка семейства выполнена М.М. Ильиным [65] – знатоком этой группы растений. В ней для Средней Азии автором приводится 268 видов, принадлежащих 49 родам. Эта обработка содержит 11 новых для науки видов и 1 род – *Rhaphidophyton* Pjin. Непосредственно из Средней Азии им описано более 50 новых видов, 2 рода, ряд секций, подсекций, рядов. М.М. Ильиным [65] выполнена монографическая обработка отдельных родов и секций [2; 3; 4; 7; 8; 59; 66; 67; 68; 69; 70; 71; 72].

Долгое время общепринятой была классификация Э. Ульбриха, согласно которой в рассматриваемом семействе выделялось 8 подсемейств: Polysnemoideae, Beioideae, Chenopodioideae, Corispermoideae, Sahcormoideae, Sarcobatoideae, Suaedoideae и Salsoloideae [73]. Однако позднее некоторые подсемейства данного автора были закрыты [2; 3; 4; 7; 59; 74; 75; 76].

Крупнейшим специалистом по Маревым является также В.П. Бочанцев, занимавшийся их изучением с 1937 г. Из Средней Азии он описал 32 новых вида и 2 рода (*Climacoptera* и *Physandra*). В.П. Бочанцеву принадлежит обработка семейства маревых во «Флоре Узбекистана» [77] и монографическая

обработка родов *Salsola* и *Halothamnus* Jaub. et Spach [59; 78; 79; 80]. Кроме того, он сделал несколько новых комбинаций и ряд номенклатурных изменений [2; 3; 4; 7; 55].

Общие сведения о видовом составе Маревых Средней Азии имеются и в региональных «Флорах» [65; 81]. Во «Флоре Казахстана» ключ для определения маревых был составлен В.П. Голоскоковым и П.П. Поляковым (1960) [2; 3; 4; 7; 81].

Детальный систематический и ботанико-географический анализ семейства Маревых осуществлен У. Пратовым [55]. Также, им сделана работа по дитальному изучению рода *Climacoptera* Votsch. и др. [82; 83; 84].

Отдельные сведения о систематике и географии Маревых Средней Азии имеются и в других работах, как советских, так и зарубежных ботаников [2; 3; 4; 7; 55; 65; 81; 83; 84; 85; 86; 87].

Большинство авторов, занимающихся вопросом определения места и времени происхождения семейства *Chenopodiaceae*, сходятся на том, что эта группа возникла в Средиземноморско-Центральноазиатском регионе, на территории Древнего Средиземноморья. На это указывал еще М.М. Ильин, датируя возникновение семейства верхним мелом, во времена существования единого континента Пангея. Он связывал этот процесс с аридизацией территорий и ксерофитизацией климата [68]. По мнению Muller J. основной дифференциации семейственного и родового уровней *Chenopodiales*, вероятно, достигли уже в палеоцене и эоцене [2; 3; 4; 7; 56].

В последней трети XX столетия многие авторы, следуя Э. Ульбрихе, рассматривали семейство *Chenopodiaceae* в объеме 3–4 подсемейств, с дальнейшим делением на трибы [2; 3; 4; 7; 55; 87; 88; 89].

Виды семейства Маревых приводятся также в диссертационных работах по изучению региональных флор следующих авторов: Г.С. Батталова [90], Г.Ж. Мурзалиева [91], Е.Х. Мындыбаев [92], А.У. Утаубаева [93] и др.

В XXI веке изучением Маревых занимаются: Фрайтак Х., Масыкин А., Ахани Х., Ломоносова М.Н., Кадырайт Г., Сухоруков А.П. и др. [2; 3; 4; 7; 94; 95; 96; 97; 98; 99; 100].

До недавнего времени семейства *Amaranthaceae* Juss. и *Chenopodiaceae* Vent. рассматривались в качестве, хотя и близкородственных, но все же самостоятельных таксонов порядка *Caryophyllales* [101; 102; 103; 104]. Однако многочисленные исследования морфологии, анатомии и фитохимии представителей этих семейств выявили целый ряд общих для них признаков [2; 3; 4; 7; 8; 101; 105; 106; 107; 108; 109; 110]. Сейчас эти семейства объединены в одно – семейство *Amaranthaceae* s.l. [2; 3; 4; 7; 8; 111; 112; 113].

Семейство *Chenopodiaceae* (*Amaranthaceae* s.l.) объединяет порядка 1500 видов, распространенных по всему миру [55; 97] и распределенных на несколько подсемейств [1; 2; 3; 4; 7; 8; 98; 114; 115; 116]. При этом, если для части родов их таксономический статус уже четко определен, то для других родов – их систематические границы пока нестабильны. Проводимые молекулярно-филогенетические исследования продолжают выявлять новые, порой неожиданные связи.

1.3 Характеристика природных условий долины реки Сырдарья

Сырдарья – одна из крупнейших рек Казахстана. В пределах Кызылординской области она имеет русло 120–240 м ширины, оконтуренное валами до 5 м высоты. В русле формируется низкая пойма, отмели и косы. Высокая пойма или «тугайная терраса» имеет ширину до 15 км. Река часто меняет свои берега. В результате ширина долины вместе с поймой и террасами достигает 50 км и более. В настоящее время сток реки зарегулирован гидротехническими сооружениями и интенсивно используется на хозяйственные нужды [2; 3; 4; 7; 8; 12; 33].

Геоморфология и геология

Долина реки Сырдарья в Кызылординской области расположена на Туранской плите и впадает в Арал. Вдоль реки Сырдарья и ее протоков в настоящее время, располагаются аллювиальные равнины древней дельты. Район современной дельты реки в своей нижней части охватывает часть осушенного дна Аральского моря – Аралкум [2; 3; 4; 7; 8; 12; 33].

Южнее, по левому берегу реки, раскинулись песчаные пустыни Северных (Жуанкумы), Центральных (между руслами Куандарьи и Жанадарьи) и южных Кызылкумов [2; 3; 4; 7; 8; 12; 33].

Долина Сырдарьи покоится на фундаменте терригенного материала мела, палеогена и неогена. Широко распространены палеогеновые песчано-глинистые отложения с прослоями мергелей, кварц-глауконитовых песчаников и железистых песчаников. Палеоген-неогеновые отложения, в большинстве своем, перекрыты аллювием, эоловыми песками и лессовидными суглинками верхнего плейстоцена. Отложениями голоцена слагаются пойма и террасы реки Сырдарьи [2; 3; 4; 7; 8; 12; 33].

Глинистая такыровидная поверхность равнин на глубину до 3 м изрезана отмершими протоками. В старых руслах развиты мелкобугристые пески. Многочисленны формы антропогенного рельефа: каналы, плотины и дамбы, карьеры, насыпи дорог [2; 3; 4; 7; 8; 12; 33].

Климат

Характер климата определяется значительной удаленностью от морей и океанов, широтным положением и равнинным характером поверхности [117; 118]. По сравнению с другими частями Казахстана, регион Сырдарьи и Арала отличается экстремальным гидротермическим режимом. О чем можно судить по повышению среднегодовой температуры воздуха на 2 – 2,5 градуса в районе Кызылорды за 50 лет (по наблюдениям с 1954 по 2003 год), при увеличении этого показателя всего на 1,5 градуса в среднем по Казахстану [2; 3; 4; 7; 117].

Среднегодовая температура на рассматриваемой территории колеблется в пределах от +11,1° С на юго-востоке до +6,8° С на северо-западе [118]. Соответственно, средняя температура января составила -7° С и -13,5° С, а июля +28,2° С и +26,3° С. В принципе, эти данные отражают общепланетарную тенденцию увеличения теплообеспеченности с севера на юг. В этом же направлении увеличивается длина вегетационного периода – со 192 до 226 дней [2; 3; 4; 7;].

Количество выпадения осадков в течение года колеблется в пределах 156 – 91 мм [2; 3; 4; 7; 12; 33; 118].

Число дней со снежным покровом насчитывает от 40 до 90. Испаряемость в 10 раз превышает выпадение осадков. Этим обусловлена значительная сухость климата [2; 3; 4; 7; 8].

В ветровом режиме преобладают ветры северо-восточного направления. Скорость ветра колеблется в пределах 1–6 м в секунду. Наибольшие скорости ветра наблюдаются весной и осенью [2; 3; 4; 7].

Почвы

Общее поясно-зональное положение в почвенном районировании Казахстана можно определить по горизонтальной зональности обычных равнин [119]. Сырдарья протекает в пустынной зоне холодных евразийских пустынь, пересекая подзону типичных пустынь на серо-бурых, светло-бурых и сопутствующих с ними почвах [2; 3; 4; 7; 8].

Аллювиально-луговые тугайные почвы распространены в пойме и дельте Сырдарьи [120; 121]. На них развиваются луга в низинах и тугайные леса и редколесья на гривах и других понижениях рельефа [2; 3; 4; 7].

В аридном климате по мере высыхания гидроморфных почв и водных поверхностей происходит капиллярное поднятие солей (главным образом хлоридов и сульфатов). С этим связано большое разнообразие засоленных грунтов – солончаков различного генезиса: типичных (пухлых), луговых, черных (мокрых), соровых (соров) и остаточных [2; 3; 4; 7; 8].

Солончаки вторичные возникают из-за низкой культуры поливного земледелия [117; 121; 122] и способствуют наступлению экологической катастрофы в ряде районов. Они широко распространены в местах возделывания риса, особенно на залежах после прекращения эксплуатации рисовых чеков. К мерам борьбы с вторичным засолением относятся отвод поверхностных вод и улучшение дренажа [2; 3; 4; 7; 8].

Песчаные почвы широко распространены по всей территории дельтовых областей и отличаются большим разнообразием, образуя мелкие песчаные острова среди других почв [120; 123]. Встречаются незасоленные и засоленные разновидности [2; 3; 4; 7; 8].

Пески золотые распространены в Кызылкуме, по правому берегу Сырдарьи западнее Кызылорды, а также небольшими массивами среди такыровидных и гидроморфных почв. Среди типов песчаных массивов [118; 120; 124] различают низкие мелкобугристые, бугристо-грядовые островные, крупно-грядовые древние пески Кызылкум. Среди песчаных почв присутствуют засоленные гумусированные, гумусированные пылевато-песчаные почвы полого-бугристых песков, рыхло-песчаные почвы бугристо-грядовых песков и барханов [2; 3; 4; 7; 8; 12; 33; 125; 126].

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объекты исследования: Объектами исследования являются виды семейства *Chenopodiaceae* (*Amaranthaceae* s.l.), произрастающие в пустынной части долины реки Сырдарьи в пределах Кызылординской области.

2.2 Методы исследования

2.2.1 Геоботанические исследования

В процессе исследований использовались классические ботанические (маршрутно-рекогносцировочный, эколого-систематический, эколого-географический) методы. В процессе работы были изучены гербарные материалы коллекционных фондов Института ботаники и фитоинтродукции (АА, Алматы, Казахстан), Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (MW, Москва, Россия), Ботанического института им. В. Л. Комарова (LE, Санкт-Петербург, Россия), Центрального сибирского ботанического сада (NS, Новосибирск, Россия), Алтайского государственного университета (ALTB, Барнаул, Россия), Института ботаники Академии наук Республики Узбекистан (TASH, Ташкент, Узбекистан) и коллекции 1992 года Rilke S. и Freitag H. (Грайфсвальд, Германия). Для идентификации собранного материала были использованы фундаментальные сводки: «Флора Казахстана» [81], «Иллюстрированный определитель растений Казахстана» [1; 2; 3; 4; 5; 7; 8; 127], «Определитель растений Средней Азии и Казахстана» [128] и др. [65; 129]. Латинское и русское название (в соответствии с базой данных International Plant Names Index (INPI) и Plants of the World Online (POWO), при этом, для некоторых видов были оставлены прежние названия, в связи с отсутствием достаточных филогенетических данных подтверждающих необходимость номенклатурных изменений) и работы авторов, которые занимаются изучением видов сем. *Chenopodiaceae* Vent. [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 94; 95; 96; 97]. Растительность изучалась с использованием традиционных методов полевых геоботанических исследований. Стандартная площадь описываемых участков – 15 x 15 м [130].

2.2.2 Почвенные исследования

Рекогносцировочное обследование позволило визуально установить исходное состояние почв, характер их использования, потенциально возможные факторы деградации, наметить места заложения почвенных разрезов.

Закладка разрезов осуществлялась в полевой период с учетом характера рельефа (мезо и микрорельефа) и растительности, типа и степени деградации (нарушенности). Особое внимание уделялось наиболее распространенным на территории исследования типам деградации: вторичному засолению, эрозии, пастбищной дигрессии, переуплотнению почв.

В разрезе проводили описание морфологических свойств почвенного профиля, отбор проб почвы на химические анализы. По морфологическому описанию определяли полевое генетическое наименование почвы.

Отбор проб почв выполнен согласно требованиям ГОСТ 17.4.3.01-2017, Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб ГОСТ 17.4.4.02-2017 Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического анализа.

Химические анализы проведены в Лаборатории «Химических анализов» ТОО «Казахский научно-исследовательский институт почвоведения и агрохимии им. У.У. Успанова» и Лаборатории Департамента агрохимических, почвенных обследований филиала НАО «Государственная корпорация «Правительство для граждан» в городе Алматы, имеющих лицензии на проведение указанных видов анализов.

2.2.3 Анатомические исследования

Материалы для анатомического среза фиксировались в 45% спирте. Объекты замораживались для поперечного среза в гистологическом парафине, в специальных формах размером 15x15 мм. Поперечные срезы образцов производились с помощью «Ротационного полуавтоматического микротом» (MEDITE M530). Толщина поперечного среза составило 40 мкм. Просмотр поперечных срезов осуществлялся с использованием микроскопа Levenhuk Zoom&Joy (Китай), снимки поперечных срезов осуществлялись на камеру Levenhuk D740T 5.1, с помощью программы LevenhukLite. Биометрические данные также мерялись с помощью данной программы. Среднее число и стандартная ошибка биометрических данных вычислялось с помощью Microsoft Excel по функции анализ данных. Для описания анатомической структуры исследуемых образцов, использовались более современные литературные данные близко родственных видов [2; 131; 132; 133; 134; 135; 136; 137].

2.2.4 Проточная цитометрия

Относительное содержание ДНК определяли при помощи техники проточной цитометрии с использованием иодида пропидия методом внутренней стандартизации. Для исследования использовали высушенные с помощью силикогеля листья. Образцы измельчали с помощью лезвия в растворе буфера Tris-MgCl₂ (состав: 0,2 М Tris основание, 4 мМ MgCl₂, 0,5 % Triton X-100, 50 мкг/мл РНазы, 50 мкг/мл иодида пропидия, рН 7,5) объемом 1 мл [138]. Данные флюоресценции изолированных ядер детектировали при помощи проточного цитометра Cytotflex (Beckman Coulter, USA) с лазерным источником излучения с длиной волны 488 нм. Визуализацию и обработку гистограмм проводили в программном обеспечении CytExpert (Beckman Coulter, USA). В качестве внутреннего стандарта для определения содержания ДНК использовали стандарты Glycine max 'Polanka 2C' = 2,5 пг, *Petroselinum crispum* (Mill.) Fuss 'Champion moss' 2C = 4,46 пг, *Pisum sativum* L. 'Ctirad' 2C = 9,09 пг.

Содержание ДНК (2С, пг) рассчитывали по формуле:

$2С, \text{ пг} = (\text{Среднее пика Образца} / \text{Среднее пика Стандарта}) * 2С \text{ Стандарта}$

Плоидность исследуемых образцов определяли методом внешней стандартизации без изменения настроек цитометра по индексу разницы между средним значением пиков исследуемых видов с известной или предполагаемой плоидностью:

$\text{Индекс} = \text{Среднее пика Образца} / \text{Среднее пика Стандарта}$

2.2.5 Молекулярная генетика

Выделение ДНК из высушенных в силикагеле листьев осуществлялось с помощью NucleoSpin Plant II - Mini kit. В качестве маркера использовался - 100 bp-DNA Ladder Extended.

ITS фрагмент амплифицировали с помощью праймеров – ITS-A [139] и ITS-4 [140]. Хлоропластные фрагменты trnQ-rpS16 и trnL(UAG)-rpL32 амплифицировали праймерами описанными в статье Shaw et al. [141].

ПЦР микс состоял из 1 µl ДНК, по 1 µl праймера, 10 µl Red HS Taq 2x Mix и 8 µl дистиллированной воды.

Амплификация и Секвенирование

ПЦР проводили по протоколу амплификации ITS [142] с реакционной смесью объемом 20 мкл с 2x HS Taq Mix Red (BioZym, Germany), где состав смеси составлял по 1 мкл прямого праймера (ITS-A) и реверсного праймера (ITS-4), 10 мкл редмикс, 8 мкл disH_2 . Амплифицированные продукты проверяли с помощью электрофареза на 1,5 % агарозном, окрашенном бромистым этидием геле. Визуализировали фрагменты ДНК под UV лучами на аппарате Gel I X20 Lmager (INTAS science imaging, Germany) и документировали с помощью принтера Mitsubishi P93D (Mitsubishi Elec. Corp., Japan). Для секвенирования нуклеотидной последовательности продукты амплификации отправляли в лабораторию Microsynth SeqLab (Гёттинген, Германия).

Секвенирование фрагментов ДНК проводилось с определением нуклеарного и пластидного генома, с использованием следующих праймеров:

1 – ITS-A: 5'-GGAAGGAGAAGTCGTAACAAGG-3'

– ITS-4: 5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3'

2 – trnQ: 5'-GCGTGGCCAAGYGGTAAGGC-3'

– rpS16x1: 5'-GTTGCTTTYTACCACATCGTTT-3'

3 – trnL(UAG): 5'-CTGCTTCCTAAGAGCAGCGT-3'

– rpL32-F: 5'-CAGTTCCAAAAAACGТАCTTC-3'

Получение сиквенсов изучаемых объектов. Последовательность ДНК обрабатывалась и выверялась в программах MEGA7 и ClustalX2, далее использовались программы RAUP 4.0, JModelTest-2.1.7, MrBayes-3.2.7-WIN и FigTree v1.4.0. Для сравнения результатов и определения степени достоверности наших данных использовались ресурсы ранее секвенированных

близких видов, которые хранятся в открытом доступе в базе NCBI (National Center for Biotechnology Information).

В качестве внешней группы были выбраны два вида из семейства Caryophyllaceae: *Stellaria holostea* L. и *Dianthus noeanus* Boiss.

Для анализа видов рода *Kalidium* в качестве outgroup были выбраны 2 вида из Salicornieae: *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) M. Bieb., *Halostachys belangeriana* (Moq.) Botsch.

Филогенетический анализ

Оба набора данных (nrITS и комбинированные маркеры хлДНК) были проанализированы отдельно с помощью Fitch сэкономленций опцией эвристического поиска в PAUP версии 4.0b10 (Swofford 2002) с MULTREES, заменой ветвей TBR и 100 повторами случайной последовательности добавления. Пробелы рассматривались как недостающие данные. Индекс согласованности (CI) Kluge & Farris (1969) был рассчитан для оценки степени гомоплазии в наборе символов. Наиболее экономные деревья, полученные в результате анализа, были объединены в одно консенсусное дерево с использованием метода строгого консенсуса. Для оценки поддержки клад был проведен бутстреп-анализ (BS) с использованием 1000 псевдорепликаций (Felsenstein 1985). Байесовский филогенетический анализ также проводился с использованием MrBayes 3.1.23 (Ronquist & Huelsenbeck 2003). Модель эволюции последовательности была выбрана в соответствии с информационным критерием Акаике (AIC), полученным из jModelTest2 (Darriba et al. 2012). Два независимых анализа с четырьмя цепями Маркова проводились для 10 миллионов поколений, выбирая деревья каждые 100 поколений. Первые 25% деревьев были выброшены как выгоревшие. Остальные 150 000 деревьев были объединены в единый набор данных, и было получено консенсусное дерево по правилу большинства вместе с апостериорными вероятностями (PP).

Оценка времени расхождения

Анализ молекулярного датирования был основан на BEAUTi & BEAST версии 1.10.4 [143] и некоррелированной модели relaxed clock. Использование некоррелированной модели relaxed clock было оправдано после оценки коэффициента вариации во всех файлах трассировки, который неизменно превышал 0,5. Анализ оценки времени расхождения был проведен с использованием модели замещения GTR+I+G и трех независимых прогонов цепи Маркова Монте-Карло (MCMC) для 50 миллионов поколений, при этом параметры отбирались через каждое 1000 поколение. Эффективные размеры выборки (Effective sample sizes - ESS) для всех предполагаемых параметров были оценены с использованием Tracer v1.7.1 [144]. Мы исключили опцию + I, так как это может привести к чрезмерной параметризации [145]. TreeAnnotator версии 1.10.4 использовался для удаления 10% сохранных деревьев (выгорание) и аннотирования остальных [143]. Деревья максимальной достоверности кладов со средними высотами узлов были визуализированы с помощью графического средства просмотра филогенетических деревьев FigTree версии 1.4.4 (<http://tree.bio.ed.ac.uk/software/figtree/>). Все модели

эволюции последовательностей, использованные в этом исследовании, были оценены с использованием информационного критерия Akaike (AIC), реализованного в jModelTest2 версии 2.1.10 [146].

SCoT (Start codon targeted) method

Метод основан на принципе амплифицированной области с одним праймером, поскольку в нем используется один праймер в качестве прямого и обратного праймера, подобно методу RAPD (random amplified polymorphys) или ISSR (inter simple sequence repeat). Однако ПЦР-амплификация с использованием праймеров SCoT нацелена на области генов, окружающие кодон инициации ATG на обеих цепях ДНК. Так же с помощью SCoT праймеров можно анализировать внутривидовое генетическое разнообразия разных популяции и тестировать в популяциях малейшие изменения, которые не смогли обнаружить при использовании ITS и др. к тому же он основан на агарозе и поэтому прост и относительно дешев в использовании [147].

Для оценки генетического полиморфизма образцы популяции видов рода *Kalidium* были протестированы 10 SCoT праймерами, в результате для дальнейшего анализа были отобраны 6 (SCoT 11; 12; 13; 14; 21; 23) праймеров показавшие полиморфизм:

- 1) SCoT2 5'-CAACAATGGCTACCACCC-3'
- 2) SCoT4 5'-CAACAATGGCTACCACCT-3'
- 3) SCoT11 5'-AAGCAATGGCTACCACCA-3'
- 4) SCoT12 5'-ACGACATGGCGACCAACG-3'
- 5) SCoT13 5'-ACGACATGGCGACCATCG-3'
- 6) SCoT14 5'-ACGACATGGCGACCACGC-3'
- 7) SCoT16 5'-ACCATGGCTACCACCGAC-3'
- 8) SCoT17 5'-ACCATGGCTACCACCGAG-3'
- 9) SCoT21 5'-ACGACATGGCGACCCACA-3'
- 10) SCoT23 5'-CACCATGGCTACCACCAG-3'

Реакцию ПЦР проводили в амплификаторе Professional Thermocycler Biometra (Германия), по следующей программе: преденатурация – 01:30 минут при температуре 94 °С, далее 36 циклов (00:45 минут – +94 °С, 00:45 минут – +50 °С, 1:30 минут – +72 °С), заключительный этап – 6:00 минут – +72 °С и 90:00 мин. при температуре 12 °С. Разделение ДНК проводили в агарозных гелях с концентрацией агарозы 1,5 % в электрофорезной камере в TBE буфере с применением бромистого этидия. Продолжительность электрофореза 3,5–4 часа при напряжении электрического поля 85V. Визуализацию ДНК проводили с помощью системы INTAS science imaging с использованием программы IntagGDS.

В качестве стандарта ДНК использовали маркер 100 bp-DNA Leiter EXTENDED. Результаты электрофореза анализировали по наличию (1) или отсутствию (0) полос в геле, с последующим созданием матрицы. PCA анализ полученных данных был произведен при помощи программы “IBM SPSS Statistics”. Построение дендрограммы, отображающей степень сходства

исследуемых популяций, а также определение генетической дистанции осуществлялось при помощи программы Mega7.0 [148]. Для этого в матрице цифровые значения 1 и 0 заменили на буквенные (1 на А и 0 на G) и названия образцов отформатировали в Fasta формате.

Матрица данных SCoT была проанализирована в программе SPSS (Statistics is a powerful statistical software) (версия 28 <https://www.ibm.com/products/spss-statistics> дата обращения 20.12.2022). С помощью этой программы был выполнен анализ PCA. PCA основан на корреляционной матрице символов с использованием коэффициента корреляции Пирсона.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Таксономический состав семейства Chenopodiaceae пустынной части долины реки Сырдарья

В результате обработки материалов экспедиционных исследований 2020-2023 гг., обобщения и анализа информации литературных источников, критического пересмотра гербарных образцов коллекций: Института ботаники и фитоинтродукции (АА, Алматы, Казахстан), Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (МВ, Москва, Россия), Ботанического института им. В. Л. Комарова (LE, Санкт-Петербург, Россия), Центрального сибирского ботанического сада (NS, Новосибирск, Россия), Алтайского государственного университета (ALTB, Барнаул, Россия), Института ботаники Академии наук Республики Узбекистан (TASH, Ташкент, Узбекистан) и коллекции 1992 года Rilke S. и Freitag H. (Грайфсвальд, Германия) на территории пустынной части долины р. Сырдарья было выявлено 112 видов, относящихся к 37 родам семейства Chenopodiaceae [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 12, 33, 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 81; 127; 128; 129]. Учитывая, что в Казахстане семейство представлено 256 видами из 51 рода [149], 112 видов составляют 43,75% от этого числа. По изучаемым видам сем. Chenopodiaceae был составлен аннотированный конспект, в котором они расположены в алфавитном порядке. В конспекте для каждого вида приводятся [1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 12, 33, 35; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 42; 43; 44; 45; 46; 81]:

- латинское и русское название (в соответствии с базой данных International Plant Names Index (INPI) и Plants of the World Online (POWO), при этом, для некоторых видов были оставлены прежние названия, в связи с отсутствием достаточных филогенетических данных подтверждающих необходимость номенклатурных изменений);

- жизненная форма;
- общая экологическая характеристика вида;
- фенофазы (период цветения и плодоношения);
- распространение вида в пределах Казахстана (согласно флористического деления территории республики) [150].

Все фотографии, представленные в Приложении В, являются оригинальными (авторскими), выполненными во время экспедиционных работ.

Аннотированный конспект видов

Agriophyllum lateriflorum (Lam.) Moq. – Кумарчик бокоцветковый
О. Встречается по бугристым и развеваемым пескам и на суглинках.
Цветет и плодоносит V–VII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам):
Эмбенский, Тургайский (юг), Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский.

A. pungens (Vahl) Link ex A. Dietr. – К. колючий (песчаный)

О. Встречается по бугристым и барханным пескам.

Цветет и плодоносит VIII–X.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Зайсанский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский.

Anabasis aphylla L. – Анабазис безлистный

Пк. Встречается на солонцах, солончаках и такырах, среди саксаульников, на песках с близкими грунтовыми водами и на залежах полевых культур, группами или рассеянно.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Актюбинский, Мугоджары, Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Кетмень–Терскей Алатау, Каратау.

A. brachiata Fisch. & C.A. Mey. ex Kar. & Kir. – А. раскидистый

Мн. Встречается на мелах, известковых и гипсоносных склонах.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Северный Устюрт, Мангышлак, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский.

A. eriopoda (Schrenk) Benth. ex Volkens – А. шерстистоногий

Мн. Растёт по такырам, на обнажениях карбонатных пород, по песчано-глинистым и щебнистым пустыням.

Цветет и плодоносит VI–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Западный и Восточный Мелкосопочник, Северный и Южный Устюрт, Мангышлак, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский.

A. salsa (C.A. Mey.) Benth. ex Volkens – А. солончаковый

Ктч. Обитает на солончаках, такырах, пухлых солончаках и на щебнисто-глинистых шлейфах мелкосопочника.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Прикаспийский, Актюбинский, Мугоджары, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный Устюрт, Бузачи, Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Южный Устюрт, Кызылқумский, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терскей Алатау, Чу–Илийские горы, Каратау.

Arthrophytum lehmannianum Bunge – Саксаултчик Лемана
Низкий ктч. Встречается на засоленных песках, по окраинам мокрых солончаков, на щебнистых выносах и обнажениях коренных пород.

Цветет и плодоносит VI–X.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Кызылкумский.

Atriplex aucheri Moq. – Лебеда Оше

О. Встречается по солончакам, глинистым склонам и обрывам.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Туркестанский, Алтай., Джунгарский Алатау.

A. calotheca (Rafn) Fries (*A. prostrata* subsp. *calotheca* (Rafn) M.A.Gust.) – Л. красивоплодная

О. Встречается по солончакам, солончаковым лугам, берегам рек и озер и сорным местам.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Туркестанский, Алтай, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау.

A. sana C. A. May. – Л. серая

Пк. Встречается на пухлых солончаках, выходах соленосных глин, в понижениях, долинах рек и озер.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): встречается во всех равнинных и подгорных районах Казахстана.

A. dimorphostegia Kar. et Kir. – Л. диморфная

О. Встречается по бугристым, реже развеванным пескам, по окраинам такыров, реже на щебнистой почве.

Цветет и плодоносит IV–VI.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Тургайский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Туркестанский, Кетмень–Терскей Алатау.

A. flabellum Bunge – Л. веероплодная

O. Встречается по склонам, чаще как сорное на полях, залежах и пустырях.
Цветет и плодоносит V–VII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Приаральский, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Туркестанский, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терской Алатау (предгорья), Чу–Илийские горы, Западный Тянь–Шань (предгорья).

A. laevis С. А. Меу. – Л. гладкая

O. Встречается по берегам рек и озер.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Семипалатинский боровой, Восточный Мелкосопочник Зайсанский (Кокпекты), Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Алтай (Бухтарма).

A. micrantha С. А. Меу. – Л. мелкоцветковая

O. Встречается по солончаковым лугам, берегам соленых озер, рек, на пустырях.

Цветет и плодоносит VIII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Прикаспийский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Приаральский, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский.

A. ornata Пјин – Л. украшенная

O. Встречается на такыровидных солончаках, среди саксаула.

Цветет и плодоносит VIII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Туркестанский.

A. patens (Litv.) Пјин – Л. отклонённая

O. Встречается по мокрым солончакам и солонцеватым берегам рек и озер.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Кокчетауский, Прикаспийский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский.

A. pratovii Suchor. – Л. Пратова

O. Встречается по мокрым солончакам и солонцеватым берегам рек и озер.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Приаральский, Кызылординский, Кызылкумский.

A. prostrata Boucher ex DC. – Л. простёртая

О. Встречается по солончакам, солончаковым лугам, берегам рек и озер и сорным местам.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Туркестанский, Алтай, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау.

A. pungens Trautv. – Л. колючая

О. Встречается по солонцеватым гипсоносным глинам, солончакам, на выходах мергеля и трепела.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Мугоджары, Эмбенский, Тургайский, Западный мелкосопочник, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынкумский.

A. sagittata Borkh. – Л. стреловидная (лоснящаяся)

О. Встречается по глинистым и солонцеватым обрывам рек и озер, пустырям и сорным местам.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский.

A. sphaeromorpha Цзип – Л. шарообразная

О. Встречается по пустырям, оврагам, реже солончаковым берегам рек и озер.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Приаральский.

A. verrucifera M. Vieb. – Л. бородавчатая

Пк. Встречается по мокрым и пухлым солончакам, солонцам, часто большими зарослями.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): встречается во всех пустынно–степных, равнинных районах Казахстана.

A. tatarica L. – Л. татарская (многоцветная)

О. Встречается на солончаках и солонцах, по берегам соленых озер и речным долинам, а также по сорным местам.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): встречается во всех равнинных, подгорных и низкогорных районах Казахстана.

Bassia eriophora (Schrad.) Asch. – Бассия пушистоцветковая

О. Встречается на песках, каменистых склонах, такырах, по солонцеватым лёссовым глинам и солончакам.

Цветет и плодоносит IV–V.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тургайский (юг), Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Кетмень–Терскей Алатау.

B. hyssopifolia (Pall.) O. Kuntze – Б. иссополистная

О. Встречается на солончаках, солонцеватых песках и на пустырях.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Туркестанский, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау, Каратау.

B. lasiantha Freitag et G. Kadereit – Б. мохнатоцветковая

О. Встречается по глинистым пустыням и сухим степям, такырам, солонцеватым пескам, солончакам, каменистым местам, стойбищам и пустырям.

Цветет и плодоносит V–VII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Иртышский, Прикаспийский (восток), Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Тарбағатай, Заилийский–Кунгей Алатау, Чу–Илийские горы, Каратау.

B. laniflora (S.G. Gmel.) A.J. Scott – Б. шерстистоцветковая

О. Встречается по пескам, песчаным степям, борам и берегам рек, насыпям.

Цветет и плодоносит V–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Отроги общего сырта, Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский.

B. odontoptera (Schrenk) Freitag & G. Kadereit – Б. зубчатокрылая

О. Встречается на бугристых песках, глинистых почвах.

Цветет и плодоносит V–VII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тургайский (юг), Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терскей Алатау.

B. pilosa (Fisch. et C.A. Mey.) Freitag et G. Kadereit – Б. волосистая

О. Встречается на такырах, песчаных и глинистых равнинах среди саксаульников.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Восточный Мелкосопочник (юг), Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Туркестанский, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терскей Алатау, Каратау.

B. prostrata (L.) Beck – Б. простёртая

Мн. Встречается на солончаках и солонцах, по каменистым и щебнистым склонам холмов и гор, а также на песках и мелах.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): встречается во всех районах Казахстана.

B. scoparia (L.) A.J. Scott – Б. веничная

О. Разводимое растение, Встречается по пустырям как сорное, в садах и огородах.

Цветет и плодоносит VI–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): встречается почти во всех равнинных районах Казахстана.

Bienertia cycloptera Bunge – Бинерция окружнокрылая

О. Встречается на гипсоносных солончаках.

Цветет и плодоносит VI–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Балхаш–Алакульский.

Blitum virgatum L. – Блитум прутьевидный (олиственный)

О. Встречается по каменистым склонам, галечникам, известнякам и как сорное у жилья, на пашнях, по дорогам, иногда в горах, включая альпийский пояс.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Семипалатинский боровой, Актюбинский, Тургайский,

Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Кызылординский, Балхаш–Алакульский, Алтай, Тарбагатай, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терскей Алатау, Киргизский Алатау, Каратау, Западный Тянь–Шань.

Borszczowia aralocaspica Bunge – Борщовия арало–каспийская

О. Встречается на солончаках, сорах и такырах.

Цветет и плодоносит VIII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Приаральский, Кызылординский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Заилийский–Кунгей Алатау (горы Богуты, р. Чарын).

Camphorosma monspeliaca L. – Камфоросма монпельская

Мн. Встречается на солончаках и солонцеватых песчаных почвах, по каменистым склонам и такыровидным понижениям среди песков.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): 1. Отр. общ. сырта, Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Туркестанский, Алтай, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терскей Алатау, Чу–Илийские горы, Киргизский Алатау, Каратау.

Caroxylon dendroides (Pall.) Tzvelev – Соляночник древовидный

Пк. Встречается на солончаках и как сорняк полевых культур.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Северный и Южный Устюрт, Бузачи, Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Кызылкумский, Туркестанский.

C. laricinum (Pall.) Tzvelev – С. лиственничный

Пчк. Встречается на солонцах, в солонцеватых степях, на меловых обнажениях и по сурчинам.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный мелкосопочник, Северный Устюрт, Кызылординский, Бетпақдала, Кетмень–Терскей Алатау

C. nitrarium (Pall.) Akhani & Roalson – С. натронный

О. Встречается на такырах, солончаках, откосах дорог, среди пустынных песков.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Актюбинский (южная часть), Эмбенский, Тургайский Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский Северный Устюрт, Бузачи., Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Туркестанский, Джунгарский Алатау.

C. orientale (S.G. Gmel.) Tzvelev – С. восточный

Пк. Встречается в зоне пустынь на щебнистых склонах мелкосопочника, солончаках, такырах.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Эмбенский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Северный и Южный Устюрт, Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Туркестанский, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терской Алатау, Чу–Илийские горы, Каратау.

C. turkestanicum (Litv.) Akhani & Roalson – С. жёсткоцветковый

О. Встречается на песках, песчано–глинистых, реже щебнистых местах.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тургайский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Южный Устюрт., Кызылқумский

Ceratocarpus arenarius L. – Рогач песчаный

О. Встречается по песчаным и супесчаным степям, пустыням, сухим руслам рек, у дорог, на выгонах и пустырях.

Цветет и плодоносит V–VII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Мугоджары, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный Устюрт, Приаральский, Балхаш–Алакульский, Алтай, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау

C. utriculosus Bluk. – Р. сумчатый

О. Встречается по песчаным и суглинистым пустыням, галечникам и сорным местам.

Цветет и плодоносит IV–VI.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский, Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Туркестанский,

Тарбагатай, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау, Чу–Илийские горы, Каратау, Западный Тянь–Шань.

Chenopodium acuminatum Willd. – Марь остроконечная

О. Встречается по пескам, каменистым склонам, песчаным сосновым борам, пустынным глинистым степям и на сорных местах.

Цветет и плодоносит VI–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Семипалатинский боровой, Прикаспийский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский, Балхаш–Алакульский, Алтай, Тарбагатай, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терскей Алатау, Западный Тянь–Шань.

Ch. album L. – М. белая

О. Обычное сорное растение, встречающееся в посевах, на огородах и мусорных местах, у дорог.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): во всех районах Казахстан, кроме высокогорий.

Climacoptera aralensis (Iljin) Botsch. – Климакоптера аральская.

О. Встречается в тугаях, на солончаках.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Мангышлак, Приаральский, Кызылкумский, Туркестанский.

C. crassa (Bieb.) Botsch. – К. мясистая

О. Встречается на корковых и глыбистых солонцах, сорах и солончаках.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский, Северный Устюрт, Бузачи, 136. Кызылординский, Мангышл., Балхаш–Алакульский, Южный Устюрт., Кетмень–Терскей Алатау

C. lanata (Pall.) Botsch. – К. шерстистая

О. Встречается по берегам соленых озер, на сорах, среди солончаков.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский (южная часть), Тургайский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Туркестанский, Кетмень–Терскей Алатау.

C. longistylosa (Iljin) Botsch. – Климакоптера длинностолбиковая

О. Встречается в зоне пустынь, на сологчаках.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Приаральский, Кызылординский, Туркестанский.

C. obtusifolia (Schrenk) Botsch. – Климакоптера туполистная

О. Встречается на солончаках, такырах, большей частью в песчаных массивах.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам):

Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Балхаш–Алакульский, Заилийский–Кунгей Алатау.

Corispermum aralo-caspicum Pjin – Верблюдка арало–каспийская

О. Встречается по бугристым пескам, подножьям барханов, солончаковым пескам, понижениях и солонцеватым побережьям, реже на глинистых местах и галечниках.

Цв. VI–IX, пл. VIII–X.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам):

Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский, Северный Устюрт, Приаральский, Бетпақдала (запад, Сары–су), Балхаш–Алакульский.

C. laxiflorum Schrenk – В. рыхлоцветковая

О. Встречается по бугристым пескам и у подножья барханов.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам):

Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский, Приаральский, Кызылқумский.

C. Lehmannianum Bunge. – В. Лемана

О. Встречается по бугристым и барханным пескам, реже по каменистым склонам, галечникам и глинам

Цветет и плодоносит IV–VI.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам):

Тургайский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Туркестанский.

C. orientale Lam. – В. восточная

О. Встречается по песчаным степям, приречным пескам, песчаным сосновым борам, песчаным и галечным берегам рек и саев, реже в посевах на песчаной почве.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам):

Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Кетмень–Терскей Алатау.

Girgensohnia oppositiflora (Pall.) Fenzl – Гиргенсония супротивноцветковая
О. Встречается на солонцах, солонцеватых, щебнистых, нередко супесчаных почвах в пустынной зоне.

Цветет и плодоносит VI–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный и Южный Устюрт, Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терскей Алатау.

Halimocnemis gamocarpa Moq. – Галимокнемис спайноплодный

О. Встречается на глинистых солончаках, солончаковых песках, такырах, пестроцветных глинах.

Цветет и плодоносит V–VI.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский, Каратау.

H. karelini Moq. – Галимокнемис Карелина

О. Встречается на такырах, сорах, солончаках, гипсоносных глинах пустынной зоны.

Цветет и плодоносит V–VI.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский, Северный и Южный Устюрт, Мангышлак Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский.

H. longifolia Bunge – Г. длиннолистный

О. Встречается на маломощных песках, такырах, солончаках, покрытых песчаными насосами, лессовых предгорьях.

Цветет и плодоносит V–VII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Северный Устюрт, Кызылординский, Балхаш–Алакульский, Кызылқумский.

H. sclerosperma (Pall.) C. A. Mey. – Г. твердоплодный

О. Встречается на сероземах, такырах, сорах, солончаках.

Цветет и плодоносит VI–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский, Западный мелкосопочник, Северный и Южный Устюрт, Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Кызылқумский.

H. villosa Kar. et Kir. – Г. мохнатый

О. Встречается на гипсоносных глинах, солончаках, такырах.

Цветет и плодоносит VI–X.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тургайский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алақульский, Кызылқумский.

Halocharis hispida (Schrenk ex C.A. Mey.) Bunge – Галохарис щетинистоволосый
О. Встречается на солончаках, супесчаных и лессовых местообитаниях, часто в пустынной зоне, как сорное на залежах и выгонах.

Цветет и плодоносит VI–VII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Западный мелкосопочник, Кызылординский, Мойынқумский, Балхаш–Алақульский Кызылқумский, Туркестанский, Каратау.

Halocnemum strobilaceum (Pall.) Vieb. – Сарсазан шишковатый

Ктч. Встречается по сорам, пухлым и мокрым солончакам в долинах рек и берегам соленых озер.

Цветет и плодоносит VIII–X.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Прикаспийский, Ақтүбінский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный и Южный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алақульский, Кызылқумский, Туркестанский.

Halogeton glomeratus (M. Vieb.) Ledeb. – Галогетон скученный

О. Встречается на солончаках, щебнистых склонах мелкосопочника в зоне пустыни и по ее северной окраине.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Прикаспийский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алақульский, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау, Чу–Илийские горы, Каратау.

Halopeplis pygmaea (Pall.) Bunge ex Ung.–Sternb. – Сороник крошечный.

О. Встречается по морским побережьям, сорам, берегам соленых озер и такырам.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский (юг), Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Кызылқумский.

Halostachys caspica (M. Vieb.) C.A. Mey. – Соляноколосник каспийский

К. Встречается по мокрым и пухлым солончакам, по берегам соленых озер, морским побережьям и в долинах рек.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный и Южный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алақульский, Кызылқумский, Туркестанский, Кетмень–Терской Алатау.

Halothamnus hispidulus (Bunge) Botsch. – Г. короткощетиновая

Пк. Встречается на солончаках, такырах, щебнистых склонах невысоких возвышенностей.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Северный Устюрт, Приаральский, Бетпақдала, Мойынқумский, Кызылординский, Кызылқумский, Джунгарский Алатау (Талды – Курган).

H. iliensis (Lipsky.) Botsch. – Галотамнус илийский

О. Встречается на пустынных песках, солончаках, галечниковых россыпях, иногда как сорное.

Цветет и плодоносит V–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Кызылординский, Мойынқумский, Балхаш–Алақульский, Кызылқумский

H. subaphyllus (C.A. May.) Botsch. – Э. малолистая.

Пк. Встречается на пустынных песках, солончаках и щебнистых склонах низкогорий.

Цветет и плодоносит V–VII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Северный Устюрт, Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Кызылқумский, Каратау.

Haloxylon aphyllum (Minkw.) Pjin – Саксаул безлистный

Д. Встречается на солончаках между песками, лёссово – солончаковцх почвах, сероземах, такырах; Встречается редкостойными насаждениями.

Цветет IV–VI, плодоносит IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тургайский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алақульский, Кетмень–Терской Алатау.

H. persicum Bunge ex Boiss. & Buhse – С. белый

Дерево или К. Встречается на бугристых и грядовых пустынных песках.

Цветет IV–V, плодоносит IX–X.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алақульский, Кызылқумский, Туркестанский, 26. Чу–Ил. горы, Каратау.

Horaninovia ulicina Fisch. & C.A. Mey. – Гораниновия улексовидная

О. Встречается в пустынных песках.

Цветет и плодоносит VI–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Кетмень–Терской Алатау

Kalidium caspicum (L.) Ung.–Sternb. – П. каспийский

Ктч. Встречается по сорам, солончакам и берегам соленых озер.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Прикаспийский, Мугоджары, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынкумский, Туркестанский.

K. foliatum (Pall.) Moq. – Поташник олиственный

Ктч. Встречается по мокрым и пухлым солончакам, сорам, берегам соленых озер.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский.

K. schrenkianum Bunge ex Ung.–Sternb. – П. Шренка

Ктч. Встречается по пухлым и мокрым солончакам, берегам соленых озер, солонцам и гипсоносным глинам.

Цветет и плодоносит VI–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тургайский, Западный мелкосопочник, Зайсанский, Бетпақдала, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кетмень–Терской Алатау.

Krascheninnikovia ceratoides (L.) Gueldenst. – Крашенинниковия терескеновая

Пк. Встречается по степям, каменистым и щебнистым склонам, пустынным пересыхающим днищам рек и на солончаковых террасах.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): встречается по всему Казахстану, за исключением горно–лесного и альпийского поясов.

K. ewersmaniana (Stschegl. ex Losinsk.) Grub. – К. Эверсмана (терескен)

Пк. Встречается по песчаным пустыням и полупустыням.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тургайский, Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынқумский, Балхаш–Алақульский, Кызылқумский.

Micropeplis arachnoidea (Moq.) Bunge. – Г. паутинистый.

О. Встречается на солончаках, такырах, щебнисто–глинистых склонах предгорий.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Зайсанский, Кызылординский, Бетпақдала, 17. Муңун– кум., Балхаш–Алақульский.

Nanophyton erinaceum (Pall.) Bunge – Нанофитон ежовый

Ктч. Обитает в пустыне, на щебнистых и каменистых склонах останцов мелкосопочника и предгорных шлейфах; Встречается группами, иногда на больших площадях.

Цветет и плодоносит VIII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): встречается во всех районах Казахстана к югу от 49° сев. шир. и отчасти в низкогорьях: Мугоджары, Заилийский–Кунгей Алатау, Чу–Илийские горы, Каратау.

Ofaiston monandrum (Pall.) Moq. – Офайстон однотычинковый

О. Встречается на солончаках.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Кокчетауский, Прикаспийский, Ақтүбинский, Мугоджары Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный и Южный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Балхаш–Алақульский.

Oxybasis glauca (L.) S. Fuentes, Uotila & Borsch – Оксисбазис сизый

О. Встречается по берегам рек и озер, солончакам, как сорняк на огородах и мусорных местах.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский, Прикаспийский, Ақтүбинский, Тургайский, Ю, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Мойынқумский, Балхаш–Алақульский, Кызылқумский, Туркестанский, Алтай., Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терскей Алатау.

O. rubra (L.) S. Fuentes, Uotila & Borsch – О. (Марь) красный

О. Встречается по берегам водоемов, долинам рек, солонцам и как сорное по огородам, дорогам и мусорным местам.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Прикаспийский, Актюбинский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный Устюрт, Приаральский, Кызылординский, Бетпадала, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Туркестанский, Алтай, Тарбагатай, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терскей Алатау.

Petrosimonia brachiata (Pall.) Bunge – П. супротиволистная

О. Встречается на солончаках, реже солонцах, часто группами.

Цветет и плодоносит VI–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Прикаспийский, Тургайский, Северный Устюрт, 13б. Мангышл, Кызылординский.

P. hirsutissima (Bunge) Pjlin. – П. жестковолосая

О. Встречается на пухлых, гипсовых солончаках, обычно группами.

Цветет и плодоносит VI–VII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тургайский, Северный Устюрт, Кызылординский, Бетпадала Мойынкумский, Балхаш–Алакульский.

P. litwinowii Korsh.

О. Встречается на солончаках, солонцах, нередко образует заросли.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Кокчетауский, Актюбинский, Тургайский, Западный Мелкосопочник, Кызылординский.

P. sibirica (Pall.) Bunge – Петросимония сибирская

О. Встречается на солончаках.

Цветет и плодоносит VI–VII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский, Актюбинский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Кетмень–Терскей Алатау.

P. squarrosa (Schrenk.) Bunge – П. растопыренная

О. Встречается на солончаках.

Цветет и плодоносит VI–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Западный мелкосопочник, Кызылординский, Бетпадала, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский

P. triandra (Pall.) Simonk. – Петросимония трехцветковая.

О. Встречается на солончаках и солонцах, группами или рассеянно.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Прикаспийский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский.

Ryankovia affinis (С.А. Меу. ex Schrenk) Mosyakin & – П. родственная

О. Встречается на глинистых солончаках, такырах, щебнисто–глинистых, шлейфах мелкосопочника.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Северный Устюрт, Приаральский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, , Каратау, Кетмень–Терской Алатау.

P. brachiata (Pall.) Akhani & Roalson – Пьянковия супротивнолистная

О. Встречается на солонцах, сильно солонцеватых почвах, глинисто – щебнистых шлейфах мелкосопочника, а также в понижениях среди пустынных песков.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Актюбинский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный Устюрт, Бузачи, Мангышлак, Бетпақдала, Мойынкумский, Каратау, Кетмень–Терской Алатау.

Salicornia europaea L. – Солерос европейский

О. Встречается по мокрым солончакам, сорам, морским побережьями берегам соленых озер

Цветет и плодоносит VI–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): встречается во всех районах Казахстана, за исключением гор.

Salsola arbusculiformis Drob. – С. боялычевидная

К. Встречается на глинистых или щебнисто–глинистых, бурых, пустынных почвах.

Цветет и плодоносит V–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский (юг), Западный и Восточный Мелкосопочник (юг), Зайсанский, Северный и Южный Устюрт, Бузачи, Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терской Алатау, Чу–Илийские горы, Каратау.

S. foliosa (L.) Schrad. – С. многолистная

О. Встречается на солонцах, солончаках, такырах, часто в качестве сорного.

Цветет и плодоносит VIII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский Мангышлак, Приаральский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терскей Алатау.

S. tragus L. – С. сорная

О. Встречается по песчаным местам речных долин, озер или на супесчано–глинистых, солонцовых участках в зоне пустынь или степей, а также по сорным местам, в посевах, садах.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): встречается во всех районах Казахстана, поднимаясь и в горы.

S. paulsenii Litv. – С. Паульсена

О. Встречается в пустынных песках или на супесях.

Цветет и плодоносит VI–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Северный Устюрт, Бузачи, Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский Кызылкумский, Джунгарский Алатау, Кетмень–Терскей Алатау.

S. praecox Litv. – С. ранняя

О. Встречается на пустынных песках.

Цветет и плодоносит IV–VI.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Кызылкумский.

S. rosacea L. – С. розоватая

О. Встречается на солонцах.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Мугоджары, Зайсанский, Кызылординский, Бетпақдала, Джунгарский Алатау, Заилийский–Кунгей Алатау, Кетмень–Терскей Алатау, Киргизский Алатау.

S. soda L. – С. содоносная

О. Встречается на солончаках, лиманах.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Актюбинский, Тургайский, Восточный Мелкосопочник, Приаральский, Кызылординский, Балхаш–Алакульский.

S. sogdiana Bunge – С. зеревшанская

О. Встречается по бугристым песках.

Цветет и плодоносит V–VI.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Кызылординский, Кызылкумский, Туркестанский.

S. tamariscina Pall. – С. тамарисковидная

О. Встречается в степной зоне и северной окраине пустынь на солончаках, иногда на обнажениях карбонатных пород и сурчинах.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Кызылординский, Балхаш–Алакульский.

Sedobassia sedoides (Pall.) Freitag et G. Kadereit – Седобассия очитковидная

О. Встречается по солончакам, солонцам, солонцеватым степям, выгонам и пустырям.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Балхаш–Алакульский, Джунгарский Алатау.

Suaeda acuminata (С.А. Меу.) Moq. – С. заострённая

О. Встречается на солончаках, солончаковых лугах и на пустырях.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Кокчетауский, Прикаспийский, Приаральский, Кызылординский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Кетмень–Терскей Алатау.

S. altissima (L.) Pall. – С. высочайшая

О. Встречается по тугаям, прибрежным солончакам, арыкам, пустырям.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский.

S. crassifolia Pall. – Свѣда толстолистная

О. Встрѣчается по мокрым солончакам побережий и берегам крупных соленых озер, реже на солонцах.

Цветет и плодоносит VI–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Семипалатинский боровой, Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный мелкосопочник (север), Восточный Мелкосопочник (восток), Зайсанский, Кызылординский.

S. heterophylla (Kar. et Kir.) Bunge С. разнолистная

О. Встрѣчается на мокрых солончаках, сорах, главным образом в районах крупных песчаных массивов.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Тургайский, Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский.

S. lehmannii (Bunge) Kapralov, Akhani et Roalson – С. Лемана

О. Встрѣчается на пухлых солончаках, по берегам соленых озер

Цветет и плодоносит VIII–X.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тургайский, Приаральский, Кызылординский, Бетпақдала, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Джунгарский Алатау.

S. linifolia Pall. – С. льнолистная

О. Встрѣчается на солончаках.

Цветет и плодоносит VI–X.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Тургайский, Зайсанский, Приаральский, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кетмень–Терскей Алатау.

S. microphylla Pall. – С. мелколистная

Пк. Встрѣчается на пухлых солончаках и такырах.

Цветет и плодоносит VI–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский, Приаральский, Кызылординский, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Южный Устюрт., Кызылкумский.

S. paradoxa (Bunge) Bunge – Свѣда странная

О. Встрѣчается по тугаям и обычно как сорное на поливных землях и пустырях.

Цветет и плодоносит VII–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Кызылординский, Кызылкумский.

S. physophora Pall. – С. вздутоплодная
Ктч. Встречается на солонцах, солончаках.

Цветет и плодоносит VI–VIII.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Прикаспийский, Актюбинский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский, Бетпакдала, Мойынкумский, Балхаш–Алакульский, Кызылкумский, Кетмень–Терской Алатау.

S. prostrata Pall. – Сведа простёртая

О. Встречается на мокрых солончаках.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Тобольско–Ишимский, Иртышский, Кокчетауский, Прикаспийский, Актюбинский, Кызылординский, Балхаш–Алакульский.

S. salsa (L.) Pall. – С. солончаковая.

О. Встречается по на приморских, реже на континентальных солончаках.

Цветет и плодоносит VIII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Приаральский.

Xylosalsola arbuscula (Pall.) Tzvelev – Боялыч деревцевидный

К. Встречается на щебнистых склонах мелкосопочника и песках в зоне пустынь.

Цветет и плодоносит VII–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Прикаспийский, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный Мелкосопочник, Зайсанский, Северный Устюрт, Бузачи, Мангышлак, Приаральский, Кызылординский, Бетпакдала, Мойынкумский, 18. Балх,–Алак., Кызылкумский, Туркестанский, Кетмень–Терской Алатау, Чу–Илийские горы, Каратау.

X. richteri (Moq.) Akhani & Roalson – Солянка Рихтера (Черкез)

К. Встречается в песках.

Цветет и плодоносит VI–IX.

Распространение в пределах Казахстана (согласно флористическим районам): Северный и Южный Устюрт, Мангышлак, Кызылординский, Кызылкумский.

В результате анализа данных, полученных в процессе экспедиционных исследований, на изучаемой территории непосредственно нами был отмечено 77 видов семейства Chenopodiaceae, распределенных между 31 родом, что составляет 69% от 112 представленных в конспекте видов. Места произрастаний 35 видов (31%), приводящиеся в различных гербарных образцах

(в разных гербарных фондах) для пустынной части долины р. Сырдарьи, на данный момент не выявлены, и считаются редко встречаемыми для исследуемой территории (рисунок 1). Редко встречаемые не отмеченные нами виды: *Anabasis brachiata*, *Atriplex calotheca*, *A. ornate*, *A. pungens*, *Bassia eriophora*, *B. hyssopifolia*, *B. pilosa*, *Bienertia cycloptera*, *Blitum virgatum*, *Borszczowia aralocaspica*, *Caroxylon dendroides*, *C. laricinum*, *C. turkestanicum*, *Chenopodium acuminatum*, *Corispermum aralo-caspicum*, *C. laxiflorum*, *C. Lehmannianum*, *Halimocnemis gamocarpa*, *H. longifolia*, *Halocharis hispida*, *Halopeplis pygmaea*, *Halothamnus hispidulus*, *H. iliensis*, *Kalidium schrenkianum*, *Micropeplis arachnoidea*, *Petrosimonia brachiata*, *P. hirsutissima*, *P. litwinowii*, *P. squarrosa*, *Pyankovia affinis*, *Salsola praecox*, *S. rosacea*, *S. soda*, *Suaeda heterophylla*, *S. lehmannii*.

Наиболее крупными родами сем. *Chenopodiaceae* в пределах изучаемой территории оказались: *Atriplex* (16 видов, 14%), *Suaeda* (11 видов, 10%), *Salsola* (9 видов, 8%) и *Bassia* (8 видов, 7%) (рисунок 2).

Следует отметить, что в результате номенклатурных изменений, базирующихся на данных молекулярно-генетических исследований из рода *Salsola*, представленного до недавнего времени 16 видами, были выделены роды *Xylosalsola* (2 вида) и *Caroxylon* (5 видов).

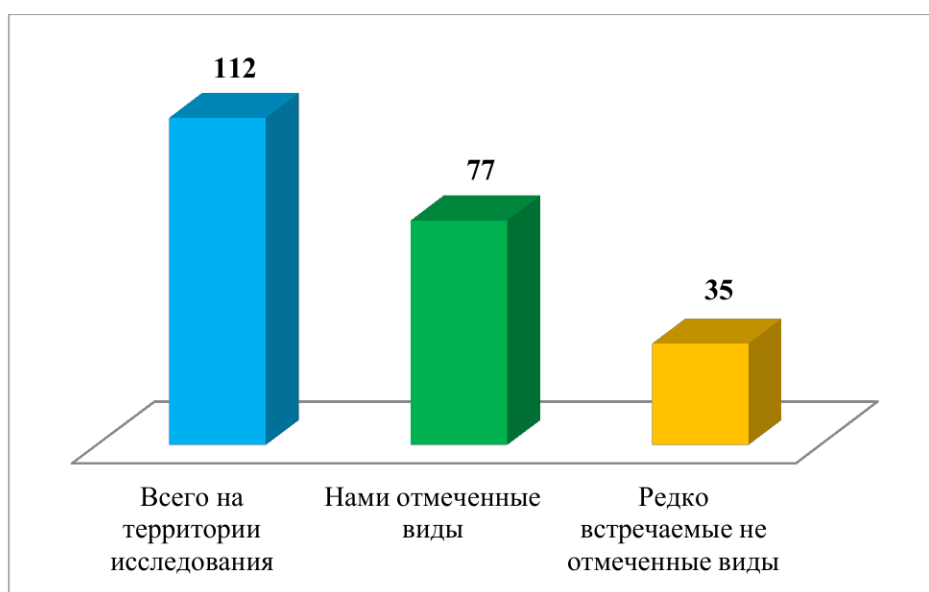


Рисунок 1 – Количественный показатель отмеченных и неотмеченных видов на территории исследования

В родовом спектре рассматриваемого конспекта преобладают группы, представленные малым числом видов. Так, из 25 родов 17 – являются одновидовыми (15%) и 8 родов имеют по 2 вида (14%) каждый. *Petrosimonia* объединяет 6 видов, *Climacoptera*, *Caroxylon* и *Halimocnemis* – по 5, *Anabasis* и *Corispermum* – по 4, *Halothamnus* и *Kalidium* – по 3 вида (рисунок 2).

Анализ жизненных форм показал следующее распределение изучаемых представителей сем. *Chenopodiaceae*: однолетних видов – 83, многолетних – 4, полукустарничков – 1, кустарничков – 8, полукустарничков – 10, кустарников –

4, деревьев – 2. Большое количество однолетних видов, является, с одной стороны, отражением естественных процессов эволюционного приспособления растений к произрастанию в аридных условиях пустынь, а с другой – возможным следствием длительного влияния антропогенных факторов (рисунок 3), связанных с продолжительным освоением территории долины.

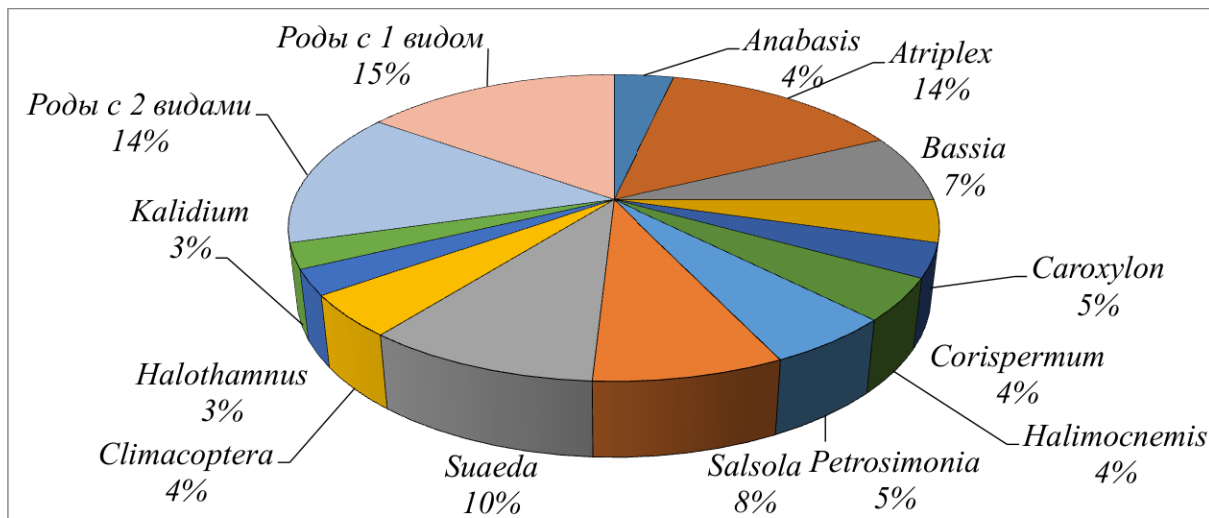


Рисунок 2 – Процентное соотношение родов в семействе Маревых по количеству видов

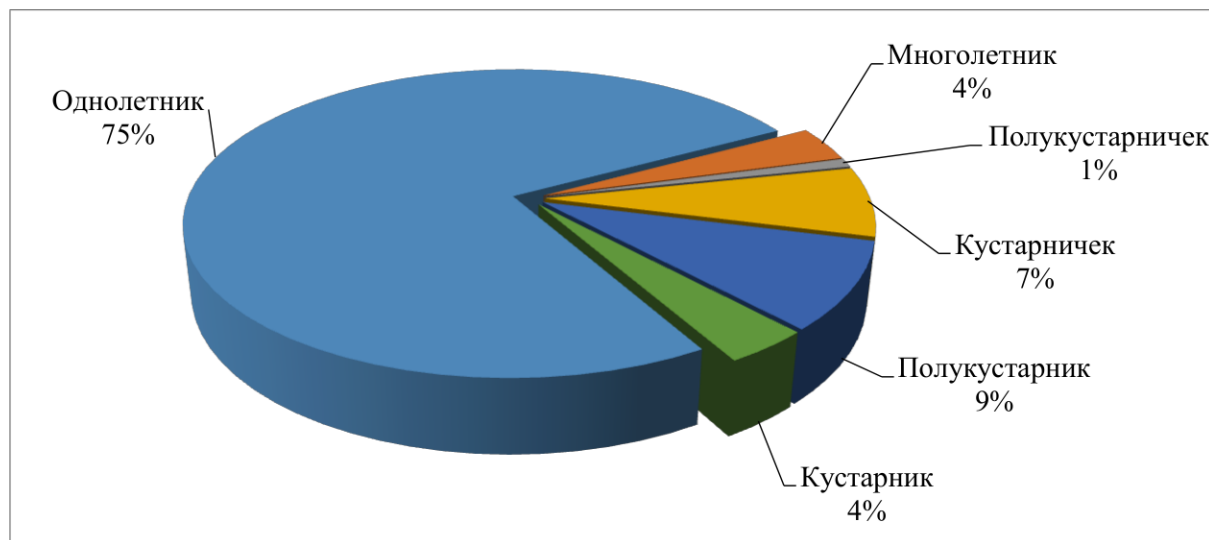


Рисунок 3 – Процентное соотношение жизненных форм по количеству видов

Сравнение выявленного нами видового состава сем. Chenopodiaceae пустынной части долины р. Сырдарьи со списком маревых, приведенных в Кадастре Кызылординской области [33] показало присутствие на этой территории 16 ранее не приводимых для него видов (*Atriplex pratovii*, *Bassia eriophora*, *Blitum virgatum*, *Chenopodium acuminatum*, *Climacoptera obtusifolia*, *C. longistylota*, *Halimocnemis gamocarpa*, *Kalidium schrenkianum*, *Ofaiston monandrum*, *Petrosimonia brachiata*, *P. hirsutissima*, *P. litwinowii*, *Salsola tamariscina*, *Suaeda crassifolia*, *S. paradoxa*, *S. prostrata*).

3.2 Экологическая приуроченность, фитоценотическая роль видов и антропофильных представителей семейства Chenopodiaceae

3.2.1 Фитоценотическая роль видов Chenopodiaceae

По проведенным экспедиционным работам в период с 2021-2023 гг. было описано 96 сообществ (Приложение Г) с доминированием, субдоминированием и с участием видов семейства Chenopodiaceae в пределах пустынной части долины р. Сырдарьи (Кызылординская область) (рисунок 4).

В результате анализа результатов экспедиционных работ, было определено, что из 96 описанных сообществ 52 (54%) с доминированием видов сем. Chenopodiaceae, 18 (19%) сообществ с доминированием видов сем. Chenopodiaceae и субдоминантам из другого семейства, 7 (7%) сообществ с доминированием видов других семейств и с субдоминантам из сем. Chenopodiaceae, 12 (13%) сообществ с доминантам из других семейств, 7 (7%) сообщества без явного доминанта (в основном нарушенные сообщества, с большим количеством сорных видов) (рисунок 5).

Из представленных сообществ с доминированием видов сем. Chenopodiaceae, особое внимание заслуживают следующие сообщества, которые преобладают на засоленных землях исследуемой территории: поташниковое, сарсазановое соляноколосниковое и сведовое.

Поташниковые сообщества [49], в которых доминантам является *Kalidium caspicum*, могут занимать большие территории, и в большинстве случаев быть монотипным, имея в составе лишь несколько сопутствующих видов, которые практически выживают в среде обитания данного вида. Вид *K. foliatum* обычно присутствует в качестве субдоминанта в сообществах с доминированием видов как *Kalidium caspicum*, *Halocnemum strobilaceum* (рисунок 6) и *Halostachys caspica* (рисунок 7). И лишь иногда образуя небольшие сообщества, но в таких же суровых условиях. В составе поташниковых сообществ, кроме многолетних *Halostachys caspica* и *Halocnemum strobilaceum*, *Suaeda microphylla* (редко, единично), часто встречаются однолетники как *Climacoptera lanata*, *Petrosimonia sibirica* и др. Из других семейств виды рода *Tamarix*, *Limonium otolepis* (Schrenk) Kuntze, *Lycium dasystemum* Pojark., *Halimodendron halodendron* (Pall.) Voss, *Aeluropus littoralis* (Gouan) Parl., *Alhagi pseudalhagi* (M. Bieb.) Desv. ex Wangerin (редко) и др. Сарсазановые и соляноколосниковые сообщества имеют схожий характер приспособленности, так как они относятся к одной трибе Salicornieae подсемейства Salicornioideae. Следовательно, все виды данного подсемейства солелюбивые. В процентном соотношении в таких сообществах обычно количество видов семейства Chenopodiaceae составляет 80% и иногда 100%, редко 50%, (рисунок 8). Так как, к сильно засоленной среде обитания многие виды из других семейств практически не приспособлены. Но в сообществах, где данные виды не являются основными доминантами, скорее всего почва умеренного засоления, что позволяет другим видам выдерживать эту среду, и уже процентное соотношение кардинально меняется, уступая по количеству видов другим семействам.

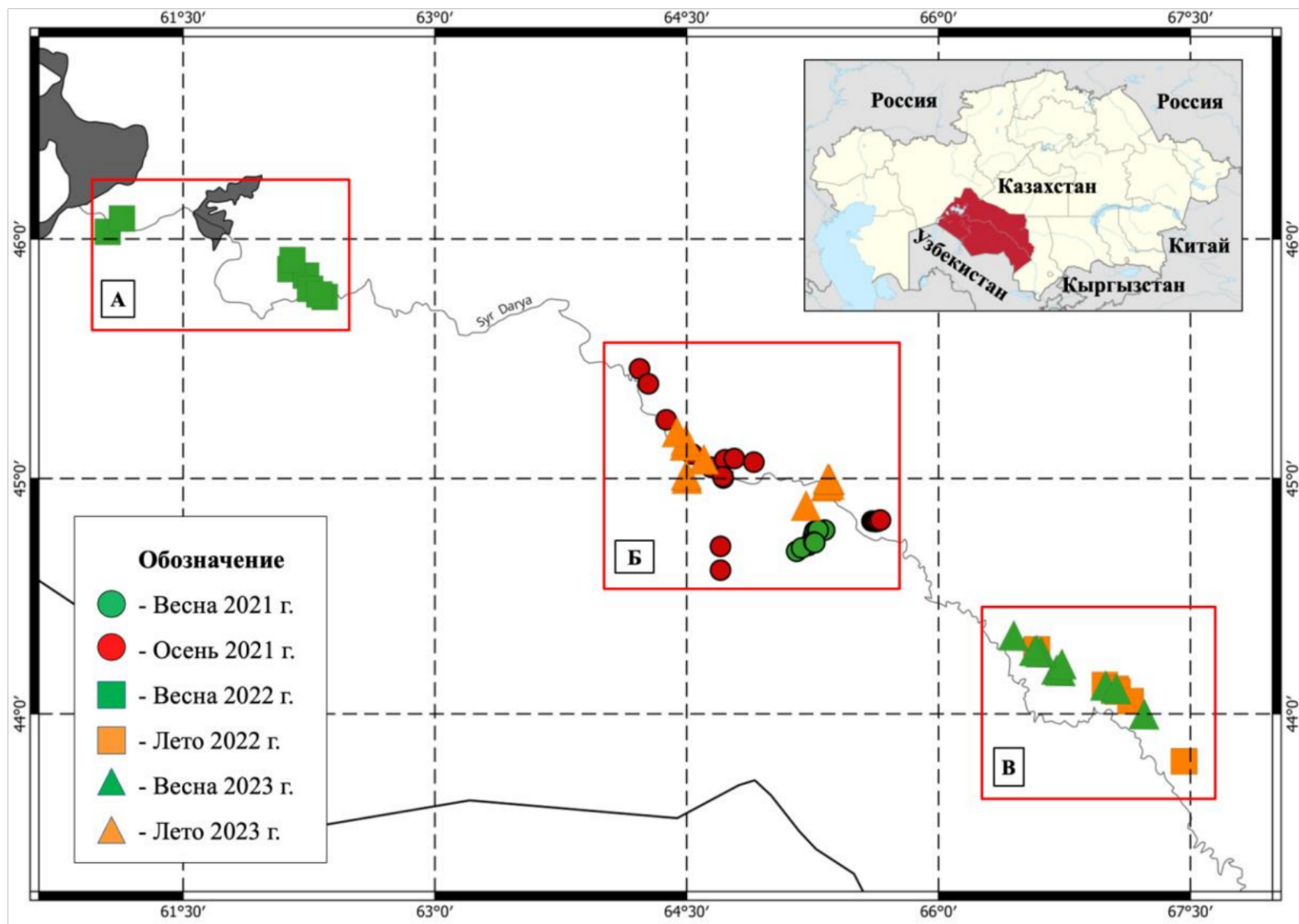


Рисунок 4 – Карта точек описанных сообществ

А – Казалинский и Аральский районы, Б – Сырдаринский и Жалагашский районы, В – Шиелинский и Жанакорганский районы

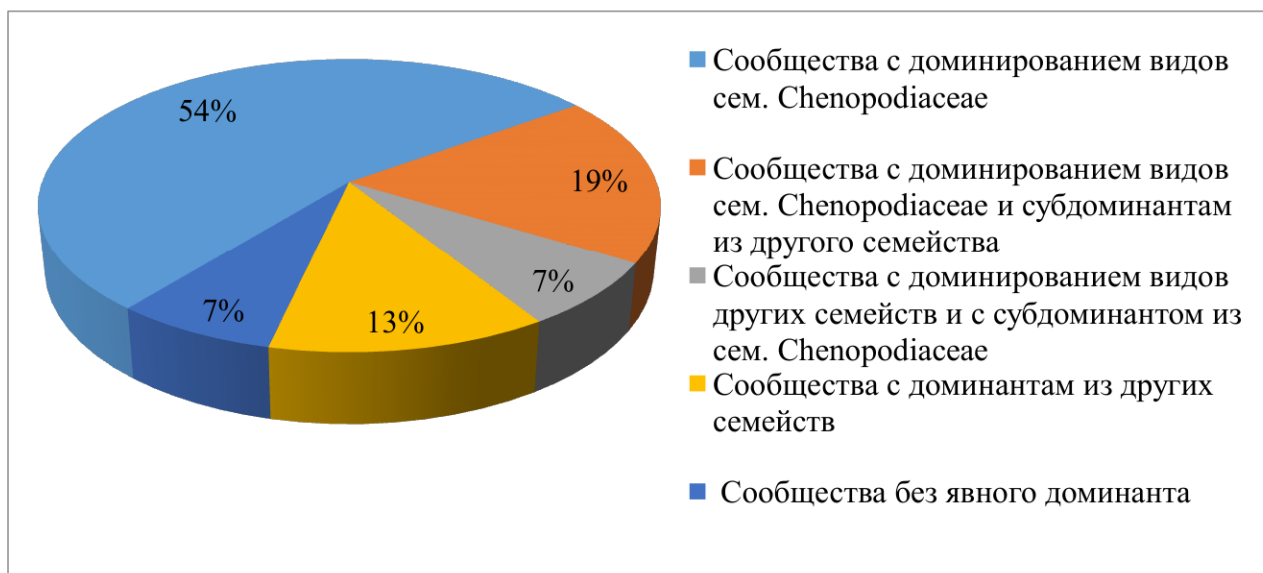


Рисунок 5 – Процентное соотношение согласно доминантам описанных сообществ



Рисунок 6 – Сарсазановое сообщество



Рисунок 7 – Соляноколосниковое сообщество

Сообщества с доминированием видов рода *Suaeda*, существенно отличаются от предыдущих сообществ и составом видов и процентным соотношением с другими семействами. На территории исследования данное сообщество может образовываться как многолетними сведами (*Suaeda microphylla* (рисунок 8)) так и однолетними сведами (*Suaeda acuminata*, *S. salsa*, *Suaeda altissima*, *S. linifolia* (рисунок 9)). Но сообщества образованные однолетниками обычно занимают небольшую территорию, так как каждый год подвержены конкуренции, и легко при изменении климатических условий и других внешних факторов, может быстро сменить доминанта, в виде других однолетних видов сем. Chenopodiaceae (*Climacoptera lanata*, *Petrosimonia sibirica* и др.), или постепенно по мере появления многолетних и кустарниковых видов. По процентному соотношению в сведовых сообществах в среднем 40-60% (иногда доходит до 80%, но это осенью) (рисунок 11) составляют виды сем. Chenopodiaceae (*Petrosimonia sibirica*, *Climacoptera lanata*, *Salsola tragus*, *Oxybasis glauca*, *Caroxylon nitrarium*, *Salicornia europaea*, *Halostachys caspica*, *Bassia odontoptera* и др.) из других семейств присутствуют

следующие виды: *Aeluropus littoralis*, *Limonium otolepis*, виды рода *Tamarix*, *Saussurea salsa* (Pall.) Spreng., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Zygophyllum fabago* L. и др.



Рисунок 8 – Многолетнесведовое сообщество



Рисунок 9 – Однолетнесведовое сообщество

Сообщества, образованные в незасоленных местах отличаются по множеству причин, в основном количеством представленных видов.

Черносаксуловые, белобоялычевые, терискеновые и др. сообщества представляющие растительность песчаных пустынь долины р. Сырдарья, отличаются большим обилием видов в особенности в весенний период, когда очень много эфемеров и эфемероидов. Виды *Haloxylon aphyllum*, *Xylosalsola arbuscula*, *Krascheninnikovia ewersmaniana* (рисунок 10), которые являются доминантами таких сообществ, играют большую роль в сложении растительности в песчаных пустынях, так как они являются эдификаторами среды обитания для многих эфемерных видов. Конечно, в осенний период структура видового состава кардинально меняется, но все же обилие видов в песках больше чем в глинистой засоленной почве. Так процентное соотношение видов сем. Chenopodiaceae обычно составляет в весенний период около 20% из всех видов, осенью увеличивается до 50-60% (рисунок 12).



Рисунок 10 – Терискеновое сообщество

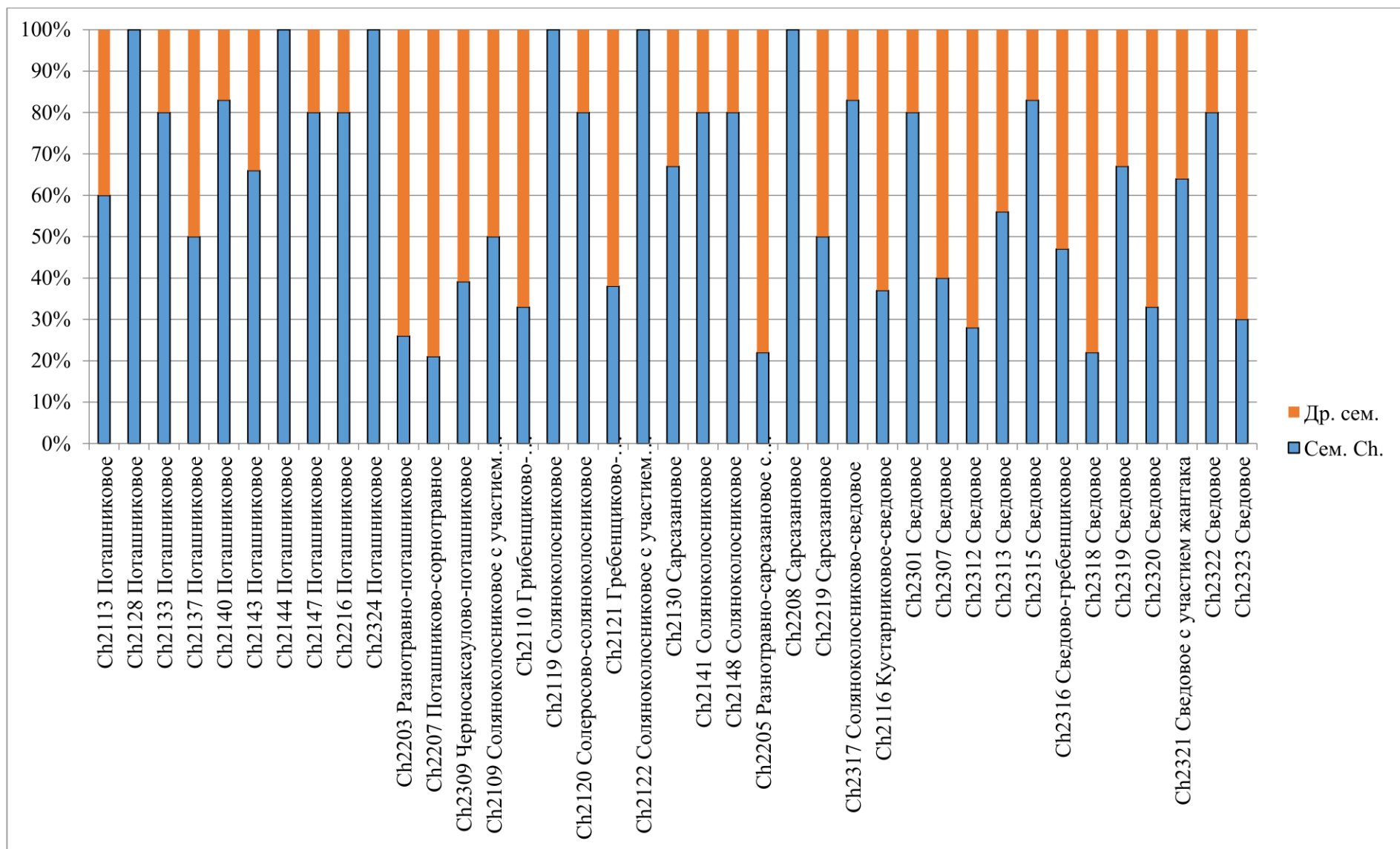


Рисунок 11 – Сообщества предпочитающие засоленную среду обитания

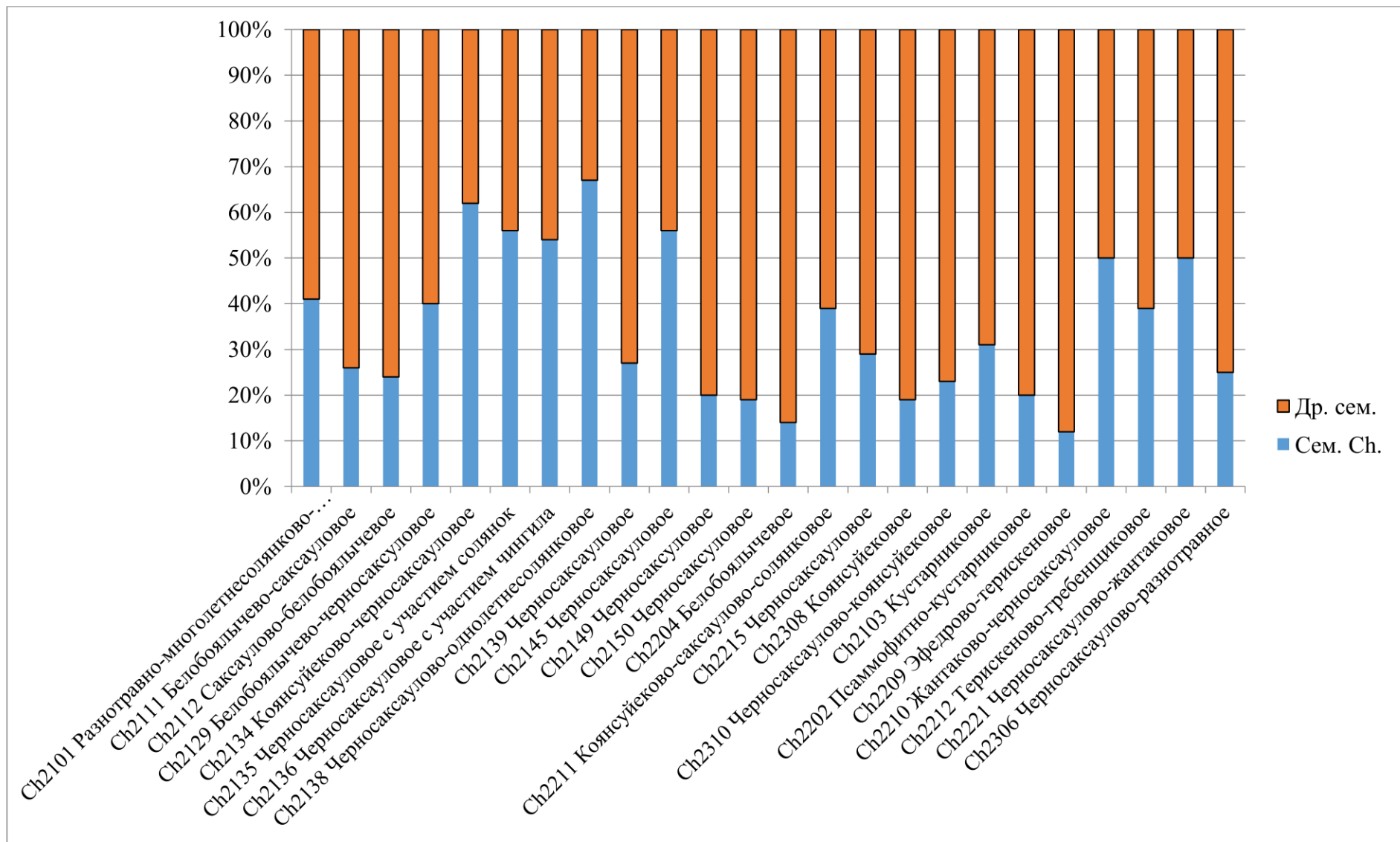


Рисунок 12– Сообщества предпочитающие незасоленную (иногда слабо засоленную) среду обитания (песок)

Сообщества в которых зафиксировано наименьшее колебание процентного соотношения представлена следующими: кереуковое, итсигековое, биюргуновое и др. Данные сообщества образуются в глинистой почве с визуальным малым содержанием солей. В сравнении с поташниковыми, сарсазановыми и соляноколосниковыми сообществами. Сообщества в основном занимают большие равнинные территории. Основные доминанты: *Caroxylon orientale*, *Anabasis aphylla*, *Anabasis salsa*. Сопутствующие виды из сем. Chenopodiaceae: *Pyankovia brachiata*, *Halimocnemis villosa*, *Caroxylon nitrarium*, *Ceratocarpus utriculosus* и др., из других семейств *Senecio noeanus* Rupr., *Eremopyrum triticeum* (Gaertn.) Nevski, *E. orientale* (L.) Jaub. & Spach и др. В таких сообществах процентное соотношение видов Chenopodiaceae составляет в среднем 40-60%. Следует учесть что в средне и сильно нарушенных сообществах, соотношение видов изменяется в сторону видов других семейств, в основном это сорные виды (рисунок 13).

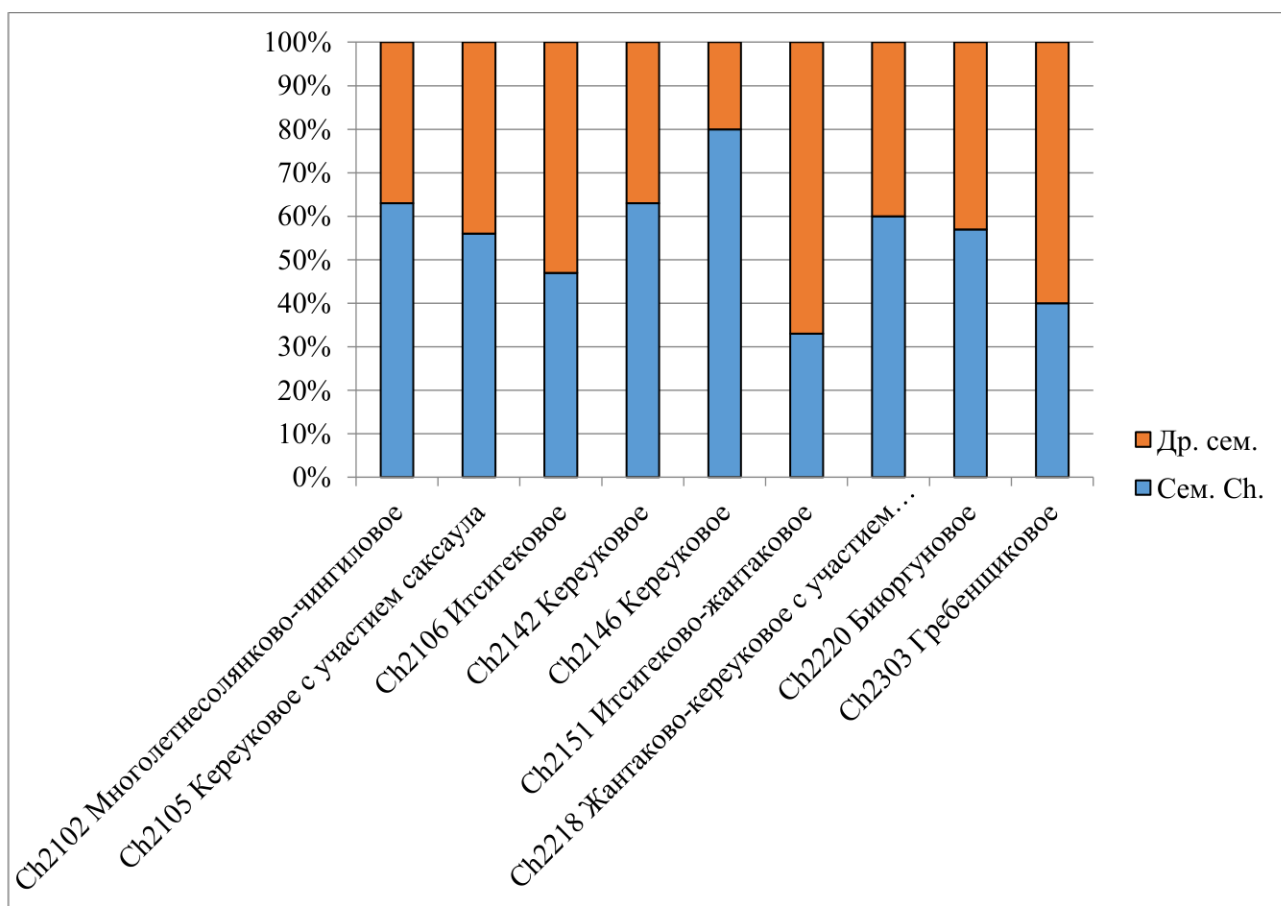


Рисунок 13 – Сообщества предпочитающие незасоленную (иногда слабо засоленную) среду обитания (глина)

Следует отметить, что сообщества преобладающие в сильно и очень сильно засоленных территориях обычно слабо нарушены или вовсе не нарушены, редко средне или сильно нарушены. Сообщества, распространенные в песчаных массивах бывают от слабо до сильно нарушенных, в зависимости от близкого расположения к населенным пунктам или животноводческим угодьям.

3.2.2 Основные экотопы пустынной долины

В пустынной части долины р. Сырдарьи, было выделено три основных экотопа:

1) Глинистые, в том числе галофитные пустыни, как один из эдафических типов подзоны средних пустынь Казахстана, включающие солянковые, полынные и полынно-солянковые ассоциации и др. (рисунок 14, 15, 16);

2) Песчаные пустыни, представленные псаммофитно-солянковыми, псаммофитно-кустарниковыми, псаммофитно-полынными ассоциациями и др. (рисунок 17);

3) Прибрежно-водный экотоп (водный и прибрежный), охватывающий надпойменные террасы, а также старые участки пойм с высоким уровнем грунтовых вод, на которых представлены редколесья туранги (рисунок 18).

К выделенным экотопам была применена классификация эколого-физиономических типов пустынной растительности (с сообществами, доминанты которых относятся «к одной экобиоморфе и экологически сходными группами видов» [151], отраженная в рисунках 19, 20, 21.



Рисунок 14 – Поташниковое



Рисунок 15 – Кереуковое



Рисунок 16 – Однолетнесолянковое

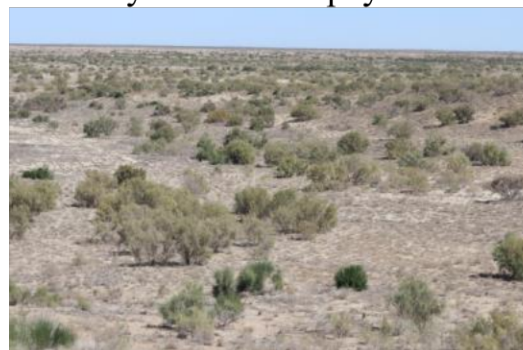


Рисунок 17 – Черносаксауловое



Рисунок 18 – Туранговое редколесье



Рисунок 19 – Эколого-физиологические типы глинистых пустынь



Рисунок 20 – Эколого-физиологические типы песчаных пустынь

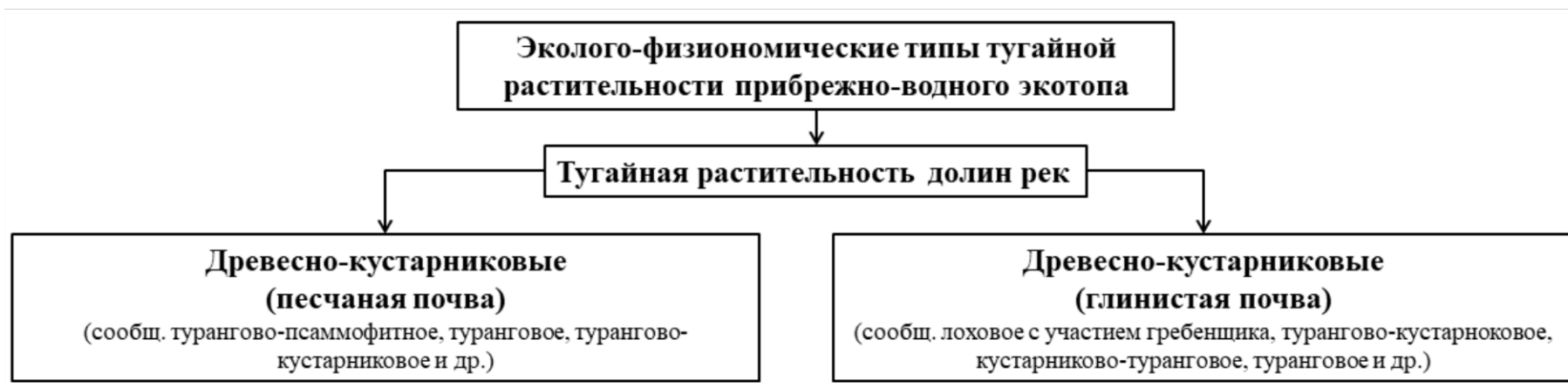


Рисунок 21 – Прибрежно-водный экотопы

3.2.3 Виды семейства *Chenopodiaceae* в составе антропофильного элемента нарушенных территорий

Растительный покров пустынной части долины реки Сырдарьи деградирует по множеству причин, в основном из-за жизнедеятельности человека (выпас скота, земледелие, различные строительные работы, дорожная дигрессия и многое другое). В особенности нарушениям подвержены пастбища, расположенные вблизи поселков, скотопрогонные пути в направлении к пойме реки, а также и территория, где ведутся дорожно-строительные работы. К этой территории приурочены различные фитоценозы, в том числе с участием (доминированием) видов семейства *Chenopodiaceae*. Нарушение этих фитоценозов выражается в снижении видового разнообразия сообществ за счет выпадения из их состава наиболее уязвимых, а также кормовых растений и замене их на сорные, в том числе ядовитые виды [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 35; 36; 37; 38; 39; 152; 153; 154; 155].

Результатом антропогенного воздействия на растительность является трансформация видового состава флоры, выражающаяся и в увеличении количества сорных (антропофильных) элементов [46; 49; 50; 51; 52; 156; 157; 158]. Мы рассматриваем антропофильные (синантропные) растения в понимании Б.А. Быкова [159], а именно как «растения, постоянно встречающиеся в фитоценозах или в агроценозах вследствие бессознательного или преднамеренного влияния человека». К антропофилам мы относим, с одной стороны, аборигенные сорные и рудеральные растения, а с другой – адвентивные виды, в том числе культивируемые человеком [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Согласно нашим наблюдениям, в сложении антропофильного элемента флоры участвуют две группы растений: с одной стороны, это виды, регулярно присутствующие на нарушенных участках, но не встречающиеся в составе естественных (ненарушенных) сообществ, т.е. адвентивные растения, а с другой – аборигенные виды сорной направленности, встречающиеся в ненарушенных (или в малонарушенных) фитоценозах в ограниченном количестве, а на нарушенных участках их представленность значительно возрастает.

Анализ приуроченности таких видов к нарушенным в результате выпаса территориям позволил разбить выявленный список на 3 группы:

- виды, встречающиеся в фоновых (ненарушенных) фитоценозах, на слабо- и средне нарушенных участках;
- виды, встречающиеся в фоновых (ненарушенных) фитоценозах, на слабо-, средне- и сильно нарушенных участках;
- виды, встречающиеся на средне- и сильно нарушенных участках.

Разработанная методика проста в использовании и мобильна в плане учета изменений степени нарушенности конкретных территорий, обусловленных сочетанием влияния биотических (вид и численность домашнего скота, периодичность и сезонность использования земель) и абиотических (климат, тип почв и пр.) факторов.

Согласно данным Государственного кадастра растений Кызылординской области [33], в ее пределах встречается 1096 видов из 445 родов и 85 семейств. Непосредственно в пустынной части долины р. Сырдарья – на территориях, характеризующихся повышенным антропогенным влиянием, по нашим данным в целом, т.е. в современной и древней частях речной долины встречается не менее 416 видов (или 38% от общего видового состава флоры области) из 232 (52%) родов и 59 (69%) семейств [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Состав ведущих семейств долины р. Сырдарья, включая древнюю ее часть, демонстрирует, с одной стороны, типично пустынный характер долинной флоры, а с другой - особенности формирования ее видового состава на фоне антропогенной нарушенности изучаемой территории. При этом 202 вида были отнесены нами, согласно данным многолетних наблюдений, к группе антропофильных видов (сорных аборигенных представителей флоры и адвентивных для исследуемой территории растений). За счет включения в обсуждаемую группу сорных аборигенов общая доля участия видов антропофильного характера составила почти 49% [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Изучение нарушенных территорий современной части долины р. Сырдарья в результате интенсивного выпаса, т.е (рисунок 22). скотопрогонов показало наличие в составе растительности 332 видов высших растений, распределенных между 168 родами и 55 семействами [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Пятерку ведущих семейств составляют следующие: первое место с 53 видами принадлежит *Chenopodiaceae*, второе место – *Brassicaceae*, объединяющему 46 видов и третье – *Asteraceae*, представленному на рассматриваемой территории 44 видами. За тройкой лидеров следуют семейства: *Roaceae*, включающее 40 видов, *Fabaceae* – с 26 видами. Семейство *Сурегасеае* на данной территории насчитывает 12 представителей и замыкает рассматриваемый семейственный спектр – *Boraginaceae* с 8 видами. Перечисленные семейства составляют 229 видов или 69% от общего числа представителей флоры, отмеченных нами на нарушенных в результате перевыпаса землях современной долины р. Сырдарья [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Группа антропофильных видов обсуждаемой территории, согласно проведенным исследованиям, составляет 173 (52%) из 332 видов, что на 3% превышает аналогичное значение для долины р. Сырдарья в целом.

В результате обследования залежных земель Казалинского рисового массива (рисунок 23) было выявлено 89 видов, принадлежащих 63 родам из 27 семейств. При этом наибольшим количеством представителей характеризуется все то же *Chenopodiaceae*, объединяющее 26 видов. На втором месте оказалось *Asteraceae*, включающее 15 видов, а на третьем – *Fabaceae*, представленное 11. С минимальным разрывом далее следует *Roaceae* с 10 видами. Пятерку замыкает *Brassicaceae*, насчитывающее 5 видов. Следует отметить также *Сурегасеае* с 3 представителями. Остальные семейства насчитывают на залежах по 1-2 вида. Это касается и входившего ранее в спектр ведущих таксонов *Boraginaceae*, имеющего в составе растительности залежей всего 1 вид [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 54].

Анализ особенностей распространения и экологической приуроченности (произрастания на вторичных – нарушенных местообитаниях) видов, отмеченных на рисовых залежах, позволил выделить среди них антропофильные элементы. Учитывая различное состояние растительности разновозрастных рисовых залежей, используемых в настоящее время в качестве пастбищ и сенокосов, к антропофильным элементам растительности залежей были отнесены 50 видов, что составляет 56% [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Как указывалось ранее в пустынной части долины р. Сырдарьи антропофильный элемент флоры составил почти половину видового состава, а именно 202 из 416 видов. При этом семейственный спектр (7 ведущих по числу своих представителей семейств) сорных видов выглядит следующим образом. На первом месте по количеству антропофилов располагается семейство Brassicaceae, насчитывающее 44 (71%) сорных представителя из 62 видов семейства в целом. Второе место занимает сем. Asteraceae объединяющая в своем составе 39 (67%) из 58 представителей. И только на третьем месте, согласно нашим исследованиям, оказывается Chenopodiaceae с 28 (36,4%) из 77 видов. Следующие четыре позиции спектра соответственно занимают семейства: Poaceae – 17 (38%) из 45, Fabaceae – 15 (56%) из 27, Cyperaceae – 8 (57%) из 14 и Boraginaceae – 7 видов (50%) также из 14 представителей семейства, встречающихся по всей долине. Что касается распределения 173 антропофильных видов из 332, встречающихся вдоль скотопрогонов современной долины р. Сырдарьи, то их основная часть (125 или 72%) относятся к все тем же 7 семействам. Однако, в данном случае наибольшее число антропофилов приходится на семейство Asteraceae, объединяющее 30 (17%) из видов, а не на сем. Brassicaceae, расположившееся на второй строчке с 28 (61%) из 46 представителей, насчитывающихся во флоре скотопрогонов современной долины р. Сырдарьи в целом. Семейство Chenopodiaceae, содержащее в своем составе 23 (43%) из 53 видов [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].



Рисунок 22– Скотопрогон



Рисунок 23– Залежа рисового чека
Казалинского массива

Следующая группа семейств имеет такие числовые показатели: Poaceae – 18 (45%) из 40 видов, Fabaceae – 15 (58%) из 26 в., Cyperaceae – 7 (58%) из 12 в. и Boraginaceae – 4 (50%) из 8 видов.

Теперь рассмотрим распределение по ведущим семействам 50 (56%) антропофильных элементов из 89 видов растений, отмеченных на рисовых залежах. Здесь также преобладают представители Asteraceae с 8 (53%) сорными растениями из 15 видов. За ними следуют виды семейства Fabaceae, представленные 6 (54%) антропофилами из 11 видов семейства и Chenopodiaceae с 4 (15%) – из 26 своих представителей [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Из 4 остальных анализируемых семейств рисовых залежей антропофильные виды были представлены только в Brassicaceae – 3 (60%) сорняками из 5 выявленных в ходе исследований видов, и в Poaceae – 2 (20%) из 10 видов, встречающихся на заброшенных чеках (таблица 1; рисунок 24).

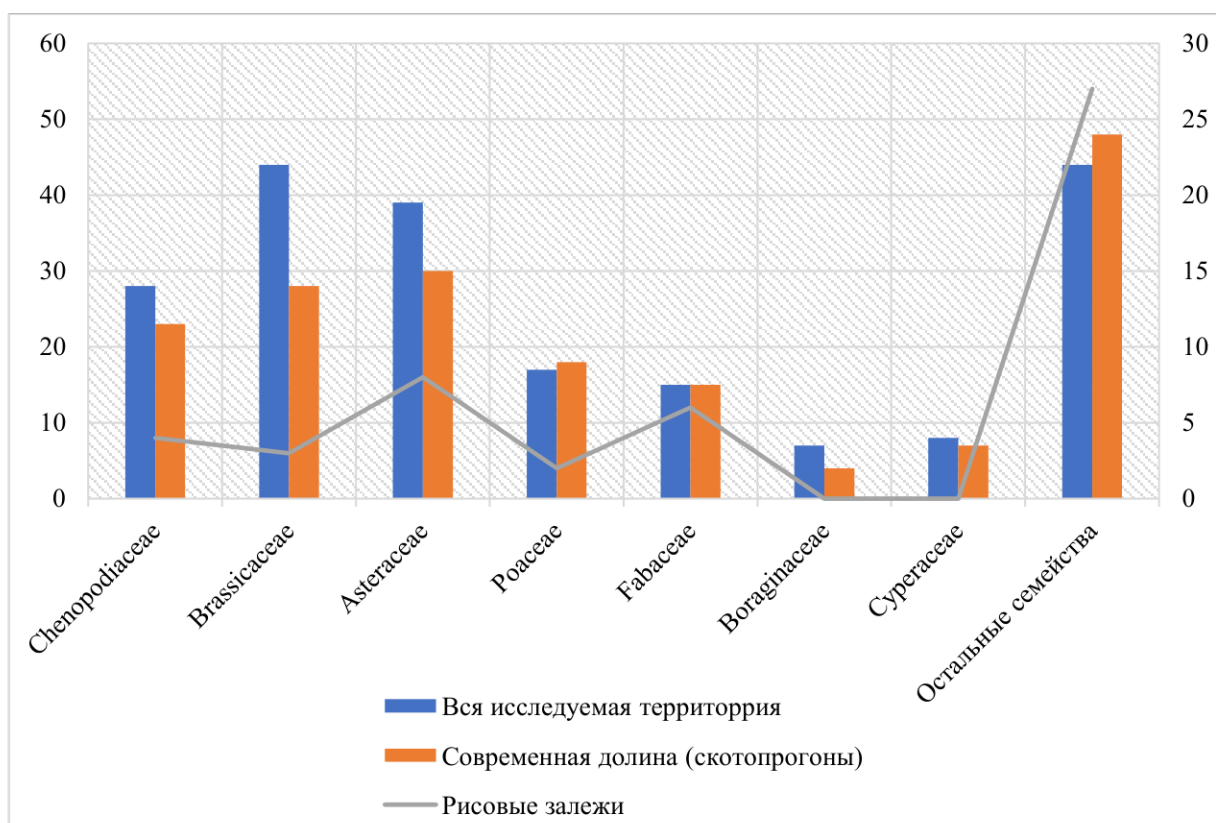


Рисунок 24 – Соотношение количества антропофильных видов в составе ведущих семейств рисовых залежей Казалинского массива Кызылординской области Казахстана

Графическое изображение распределения видов по 7 ведущим семействам во флоре исследованных нарушенных территорий наглядно показывает одинаковую последовательность пяти из них для долины Сырдарьи в целом и для скотопрогонных участков ее современной части, начиная с Chenopodiaceae, заканчивая семейством Fabaceae [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Между тем на заброшенных рисовых чеках картина меняется, несмотря на преобладание Chenopodiaceae. Изменения выражаются в смене позиции трех семейств: Asteraceae, Fabaceae, Brassicaceae. В видовом составе растительности залежных земель наблюдается увеличение количества видов сем. Asteraceae, переходящего с третьей позиции на вторую. Значительно возрастает роль сем. Fabaceae, вошедшего в тройку лидирующих семейств, при значительном

ослаблении позиций (переход со второй строчки рейтинга семейств на пятую строчку) представителей сем. Brassicaceae (таблица 2).

Теперь рассмотрим последовательности расположения наиболее крупных семейств видового состава непосредственно антропофильного элемента флоры исследованных нарушенных территорий долины р. Сырдарьи [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Таблица 1 – Распределение ведущих семейств во флоре исследованных территорий

№/п	Антропогенно нарушенные территории долины р. Сырдарьи		
	Долина р. Сырдарьи в целом (комплекс нарушений)	Современная долина р. Сырдарьи (скотопрогоны)	Залежные земли (рисовых чеков Казалинского массива)
Семейства			
1	Chenopodiaceae	Chenopodiaceae	Chenopodiaceae
2	Brassicaceae	Brassicaceae	Asteraceae
3	Asteraceae	Asteraceae	Fabaceae
4	Poaceae	Poaceae	Poaceae
5	Fabaceae	Fabaceae	Brassicaceae
6	Boraginaceae	Cyperaceae	Cyperaceae
7	Cyperaceae	Boraginaceae	Boraginaceae

Таблица 2 – Распределение ведущих семейств антропофильного элемента флоры исследованных территорий

№/п	Семейственный спектр антропофильного элемента изученных территорий		
	Долина р. Сырдарьи в целом (комплекс нарушений)	Современная долина р. Сырдарьи (скотопрогоны)	Залежные земли (рисовых чеков Казалинского массива)
Семейства			
1	Brassicaceae	Asteraceae	Asteraceae
2	Asteraceae	Brassicaceae	Fabaceae
3	Chenopodiaceae	Chenopodiaceae	Chenopodiaceae
4	Poaceae	Poaceae	Brassicaceae
5	Fabaceae	Fabaceae	Poaceae
6	Cyperaceae	Cyperaceae	
7	Boraginaceae	Boraginaceae	

Сравнивая данные в таблице 2, следует отметить, что полученные результаты отражают специфичность антропогенного воздействия на формирование видового состава ведущих семейств, что определяет их иерархическое положение в спектре. Если в долине р. Сырдарьи (в целом), это целый комплекс нарушений, то основным типом воздействия в современной

долине является пастбищная нагрузка (скотопрогоны), а залежные земли, образованные в основном за счет вторичного засоления, представляют собой заброшенные рисовые чеки [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Показательным результатом оказалась стабильная позиция (третья строчка в спектре семейств) представителей *Chenopodiaceae* во всех изучаемых списках антропофилов. Такая ситуация связана с незначительным количеством в его составе видов, обладающих антропофильным характером.

Таким образом, при изучении видового состава флоры нарушенных территорий долины р. Сырдарьи выявлен спектр ведущих семейств. Несмотря на разную площадь, типы воздействия и степень нарушенности исследуемых территорий, семейственный спектр их флор представлен одними и теми же таксономическими группами (*Chenopodiaceae*, *Asteraceae*, *Brassicaceae*, *Poaceae*, *Fabaceae*, *Cyperaceae*, *Boraginaceae*). Однако последовательности их распределения имеют свои особенности, отражающие динамику соотношения количества антропофильных элементов флоры к общему числу видов в каждом из этих семейств. При этом определяющим фактором является тип использования земель [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

Сравнительный анализ особенностей распределения антропофильных видов (нарушенных территорий) по семействам в зависимости от типа использования земель показал, что на нарушенных выпасом участках преобладают виды *Brassicaceae*, что обусловлено антропофильным характером представителей этого семейства, а на рисовых залежах – доминируют виды *Asteraceae* за счет сеgetальных сорняков, имеющих широкое распространение [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 160].

В результате исследований антропогенно нарушенных территорий пустынной части долины р. Сырдарьи выявлена важная закономерность, заключающаяся в прямой зависимости качественного состава антропофильных видов от типа использования земель. На нарушенных выпасом участках преобладают виды *Brassicaceae*, что обусловлено антропофильным характером аборигенных сорных (местных) видов флоры этого семейства, а на рисовых залежах доминируют виды *Asteraceae* за счет имеющих широкое распространение сеgetальных сорняков, в том числе адвентивных (заносных) и культивируемые человеком растений. А сем. *Chenopodiaceae* оказывается на третьем месте, так как антропофильных видов в данной семье небольшое количество и большинство видов для данной территории является аборигенами [2; 3; 4; 5; 6; 7; 8].

3.3 Особенности эдафической приуроченности и солевой устойчивости видов семейства *Chenopodiaceae*

Степень засоления аридных территорий различна, поэтому одним из наиболее актуальных аспектов изучения адаптации галофитов к определенным условиям засоления является понимание механизмов, лежащих в основе приспособительных реакций разных типов солеустойчивых растений [161]

Галофиты – это высокоспециализированные растения, которые прорастают и развиваются в засоленной почве, в условиях, в которые обычные растения не выживают. Эту группу видов делят на две категории: 1) виды, которым требуется соль для выживания и/или максимального роста, и 2) виды, которые могут выживать в условиях засоления [162]. Большинство галофитов приурочены к солончакам, расположенных, как правило, вдоль морских побережий или внутренних озер и плоских равнин с высокой скоростью испарения [162]. Эти виды играют важную роль в поддержании уязвимых экосистем засушливых и засоленных регионов [163].

Среди ангиоспермов к галофитам относится всего 1-2% видов [164]. Солеустойчивость является сложной экологической стратегией; для «борьбы» с разрушительными эффектами осмотического и метаболического стресса, вызывающих нарушение роста и размножения, у галофитов имеются приспособительные физиологические и анатомические модификации [164-165]. Галофиты представлены во многих семействах ангиоспермовых, виды которых распространены по всему миру.

Следует отметить, что солеустойчивость у ангиоспермов неоднократно эволюционировала [165]. Закономерности эволюционных процессов развития солеустойчивости у растений были подробно изучены лишь в нескольких таксономических группах. В результате были выявлены два совершенно разных паттерна (*Chenopodiaceae* и *Roaceae*) эволюции солеустойчивости. В группе – *Chenopodiaceae*, солеустойчивость представляется филогенетически консервативной [166; 167], возникая лишь один или два раза в истории группы, а затем сохраняясь у значительной части видов семейства. У некоторых галофитов наблюдаются сложные анатомические модификации, такие, в частности, как солевые железы или волоски. Однако большинство галофитов «применяют» осмотическую регуляцию, изменяя существующие физиологические механизмы для снижения уровня засоления внутри растения [168]. Эти стратегии также могут варьировать у близкородственных галофитов и галофитов, занимающих сходные местообитания [167; 168].

Одним из главных факторов, лимитирующих рост и продуктивность растений, служит избыточное содержание солей в почве [164; 165; 169]. К засоленным почвам по разным оценкам относится от 15 до 23% общей площади земной суши. Увеличение засоленных площадей, обусловленное: глобальными изменениями климата, распространением орошения и увеличением народонаселения, создает угрозу для здоровья людей, экосистем и национальных экономик [165; 169; 170; 171; 172].

От качественного состава солей, содержащихся в почве, зависит позитивное или негативное влияние которое они оказывают на рост растений. К примеру, известно, что для большинства растений Na^+ является основным токсичным ионом [173]. Присутствие в почве наиболее распространенного аниона Cl^- также чувствительно для многих растений. Так, высокие концентрации в почве Na^+ и/или Cl^- вызывают у растений так называемый осмотический стресс, связанный с резким падением водного потенциала корнеобитаемой среды. При избыточном поступлении их в клетки происходит

сдвиг ионного баланса, нарушающего естественное течение многих физиологических и биохимических процессов [169; 174].

Галофиты представляют неоднородную группу растений, объединяющую представителей разных таксонов, жизненных форм, экологических типов, флор. В процессе эволюции ими выработаны определенные механизмы солеустойчивости: 1) избирательное накопление – исключение ионов; 2) контроль поглощения ионов корнями и транспорта в листья; 3) предотвращение накопления Na^+ (и Cl^-) в цитоплазме путем их вакуолярной компартментации; 4) синтез и накопление нетоксичных (совместимых) осмолитов в цитозоле; 5) изменение фотосинтетического пути; 6) индукция антиокислительной системы; 7) стимуляция фитогормонов. Все эти механизмы реализуются, как на уровне целого растения или растительной ткани, так и на клеточно-молекулярном уровне [169; 174]. Солеустойчивость галофитов обеспечивается, как правило, одновременным действием сразу нескольких механизмов, и лишь в редких случаях один из них [169]. При этом, однако не весь спектр приспособительных механизмов реализуется у разных галофитов в равной мере.

Засоление почвы – один из видов деградации земель, приводящий со временем к опустыниванию [175]. Накопление солей в почвенных горизонтах изменяет среду произрастания растений, приводя в итоге к ухудшению экологической обстановки [163].

К наиболее распространенным типам эдафического засоления относятся сульфатные и хлоридно-сульфатные солончаки (на долю которых приходится обычно не менее 37,9% и 35,3% общей площади засоленных почв). Затем следуют сульфатно-хлоридные солончаки (22,2 %). Менее распространенными являются солончаки хлоридного типа (2,2%), магниезиального выщелачивания (1,4%) и комплексного типа (1%).

На галофитных и гипергалофитных эдафических вариантах аридных и семиаридных регионов наблюдается значительное разнообразие представителей изучаемого семейства *Chenopodiaceae* [176].

В экспедиционный период 2020-2023 гг. на исследуемой территории были сделаны 26 почвенных разрезов с детальным описанием приуроченных к ним фитоценозов с доминированием (или участием) представителей маревых. Из 26 почвенных разрезов была отобрана 91 почвенная проба (с каждого разреза от 2 до 5 проб в зависимости от характера разреза). В большинстве случаев это 3 или 4 пробы от каждого почвенного разреза (таблица 3; 4). С помощью программы QGIS, была составлена карта точек изученных образцов (рисунок 25). При выборе сообществ для их исследования учитывалась необходимость охвата разнообразных типов почв, к которым они приурочены. В процессе описания почвенных разрезов ставилась задача по изучению таких особенностей почв, как их механический (песок, супесь, глина, суглинок) состав и степень засоления (незасоленные, слабо-, средне-, сильно- и очень сильно засоленные). В результате химического анализа отобранных почвенных проб были определены: содержание гумуса, рН водный; содержания легкорастворимых солей, состав водной вытяжки (таблица 3; 4). Морфологические свойства почв (Приложение Д) [2; 3; 4].

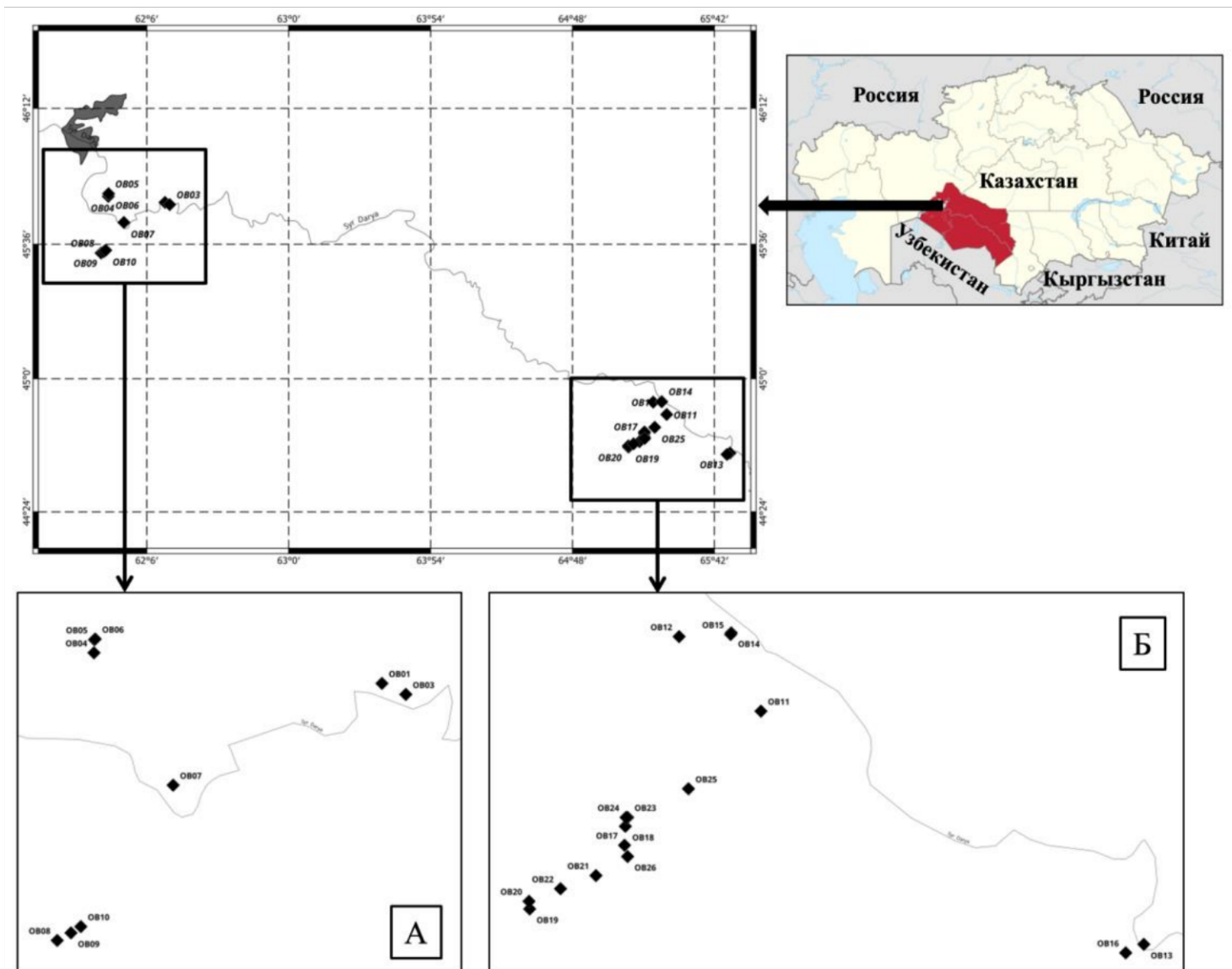


Рисунок 25 – Карта точек почвенных отборов: А - Казалинский район, В – Сырдаринский район

Таблица 3 – Данные по точкам почвенных разрезов

№	Номер почвенного разреза	Координаты, N, E	Сообщество	Почва
1	2	3	4	5
1.	OB01	45.785567 N 62.215433 E	люцерноаое поле (агроценорз)	суглинок
2.	OB02	45.776167 N 62.245217 E	многолетнесолянково-трасниковое	суглинок
3.	OB03	45.77595 N 62.2452 E	сарсазановое	суглинок
4.	OB04	45.812217 N 61.855983 E	многолетнесолянково-трасниковое	суглинок
5.	OB05	45.8236 N 61.856517 E	однолетьнесолянково е	глина
6.	OB06	45.8242 N 61.857517 E	без растительности (солончак)	суглинок
7.	OB07	45.696867 N 61.954783 E	разнотравно-кустарниково-лоховое	глина
8.	OB08	45.561283 N 61.8101 E	однолетьнесолянково-трасниковое	суглинок
9.	OB09	45.567883 N 61.8273 E	разнотравно-трасниковое	глина
10.	OB10	45.573383 N 61.839567 E	разнотравно-трасниковое	глина
11.	OB11	44.839883 N 65.39735 E	туранговое	суглинок
12.	OB12	44.895283 N 65.311567 E	туранговое	суглинок
13.	OB13	44.666317 N 65.798567 E	туранговое	суглинок
14.	OB14	44.8981 N 65.366133 E	туранговое	суглинок
15.	OB15	44.896883 N 65.365617 E	туранговое	песок
16.	OB16	44.65995 N 65.779627 E	саксауловое	супесь
17.	OB17	44.740133 N 65.254367 E	разнотравно-многолетнесолянково-саксуловое	суглинок
18.	OB18	44.754233 N 65.255233 E	чингилово-ажрековое	суглинок
19.	OB19	44.692667 N 65.15495 E	разнотравно-кустарниковое	песок

Продолжение таблицы 3

1	2	3	4	5
20.	ОВ20	44.698383 N 65.15425 Е	туранговое	супесь
21.	ОВ21	44.717567 N 65.224433 Е	сорнотравно- однолетнесолянковое	супесь
22.	ОВ22	44.70775 N 65.187267 Е	соляноколосниковое	суглинок
23.	ОВ23	44.760867 N 65.257617 Е	сорнотравное	суглинок
24.	ОВ24	44.76085 N 65.256017 Е	кустарниковая	супесь
25.	ОВ25	44.782183 N 65.321367 Е	кустарниково- туранговое	суглинок
26.	ОВ26	44.731733 N 65.257567 Е	сорнотравно- чингиловое	суглинок

Таблица 4 – Результаты физико-химических анализов почв

Номер почвенного разреза	Глубина отбора проб, см	Гумус (орг. вещество) %	рН водный	Засоление		
				Тип засоления	Сумма солей, %	Степень засоления
1	2	3	4	5	6	7
ОВ01	0-42	1,22	8,6	ХС, КН	0,067	незасолен
	42-87	0,97	8,6	С, КН	0,174	незасолен
ОВ02	0-42	0,77	8,2	ХС, КН	0,512	средняя
	42-100	0,56	8,5	ХС, КН	0,692	сильная
ОВ03	0-10	1,43	8,5	ХС, МН	2,331	очень сильная
	40-50	1,12	8,7	ХС, МН	2,642	очень сильная
ОВ04	0-15	0,92	8,5	ХС, МН	2,898	очень сильная
	35-45	0,2	8,9	ХС, МН	0,806	сильная
	45-55	0,46	8,8	ХС, МН	2,375	очень сильная
ОВ05	0-22	1,02	8,6	ХС, МН	3,969	очень сильная
	22-33	0,46	8,6	ХС, МН	2,302	очень сильная
	40-50	0,26	8,9	ХС, КН	2,444	очень сильная

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
ОВ06	0-7	2,11	8,8	С, Н	10,212	очень сильная
	10-20	1,97	8,4	ХС, МН	3,515	очень сильная
	40-50	0,87	8,7	ХС, МН	2,281	очень сильная
ОВ07	0-12	4,35	8,5	С, НМ	3,885	очень сильная
	12-32	0,92	8,6	ХС, НМ	0,939	сильная
	32-44	2,58	8,5	ХС, НМ	2,311	очень сильная
ОВ08	0-7	1,84	8,9	ХС, Н	6,674	очень сильная
	7-32	0,77	8	ХС, МН	3,013	очень сильная
	32-54	0,71	8,6	ХС, МН	2,484	очень сильная
ОВ09	0-7	1,7	8,2	ХС, МК	0,493	средняя
	13-23	1,56	8,7	ХС, МН	0,123	незасолен
	30-40	0,36	8,8	ХС, МН	0,124	незасолен
	55-65	0,51	8,7	ХС, КН	0,125	незасолен
ОВ10	0-10	3,4	8,6	ХС, МН	7,193	очень сильная
	10-33	0,87	8,6	ХС, МН	2,794	очень сильная
	33-46	0,46	8,7	ХС, МН	1,335	сильная
	46-72	0,46	8,9	ХС, МН	1,023	сильная
ОВ11	0-12	2,96	8,42	С+Сд, КН	3,152	очень сильная
	20-30	0,21	8,59	С, МН	0,643	средняя
	50-60	0,14	8,64	С, МК	0,264	слабая
	90-100	0,07	8,98	С, НМ	0,128	незасолена
ОВ12	0-14	1,08	8,61	ХС+ Сд, МН	0,953	сильная
	20-30	0,31	8,85	С, КН	0,493	средняя
	50-60	0,1	8,09	С, КН	0,118	незасолена
	90-100	0	8,95	С, КН	2,165	сильная

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
ОВ13	0-10	1,25	8,28	С+Сд, МН	2,811	очень сильная
	10-21	0,73	8,21	С, МН	0,965	сильная
	21-50	1,11	8,33	С, МН	0,782	сильная
	60-70	0,03	9,04	С, КН	0,106	незасолена
	90-100	0	8,77	С+Сд, НМ	0,123	незасолена
ОВ14	0-10	3,48	8,41	С,МН	5,358	очень сильная
	20-30	0,21	8,74	ХС,МН	1,450	очень сильная
	40-50	0,1	8,7	ХС,МН	1,684	очень сильная
	70-80	0,03	8,91	ХС+ Сд, МН	0,594	средняя
	90-100	1,91	8,37	ХС, МН	1,356	сильная
ОВ15	0-7	5,46	7,34	С, МН	0,749	сильная
	20-30	0,45	8,68	ХС,МН	0,979	сильная
	60-70	0,34	8,78	С,КН	0,865	сильная
	90-100	0,38	8,37	ХС,КМ	0,597	средняя
ОВ16	0-10	0,87	8,14	С,НК	1,341	сильная
	30-40	0,34	8,26	С,КН	1,280	сильная
	56-66	0,1	8,25	С,МК	0,270	слабая
	80-90	0,14	8,28	С,МК	0,314	слабая
ОВ17	0-5	2,51	8,86	С,КН	0,145	незасолён
	5-15	1,44	9,26	-	0,084	незасолён
	20-32	1,64	9,17	ХС,КН	0,186	слабая
	35-45	0,73	8,69	ХС,КН	0,309	слабая
ОВ18	0-3	2,17	8,97	С,Н	7,817	очень сильная
	3-15	1,50	9,14	ХС,МН	4,407	очень сильная
	15-25	0,73	9,09	С,МН	2,968	очень сильная
	30-40	0,50	9,13	ХС,МН	2,746	очень сильная
ОВ19	0-10	0,37	9,85	-	0,060	незасолён
	20-30	0,33	9,95	-	0,056	незасолён
	40-50	0,20	10,10	-	0,070	незасолён

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7
OB20	0-3	0,47	9,65	-	0,076	незасолён
	3-14	0,57	9,61	-	0,076	незасолён
	20-30	0,37	9,79	-	0,074	незасолён
	40-50	0,43	9,84	-	0,077	незасолён
OB21	0-7	0,73	9,20	-	0,061	незасолён
	10-20	0,20	9,44	-	0,038	незасолён
	25-35	0,40	9,61	-	0,045	незасолён
	50-60	0,20	9,47	-	0,033	незасолён
OB22	0-5	1,24	9,13	С,Н	14,180	очень сильная
	7-17	0,94	9,16	С,Н	3,252	очень сильная
	30-40	0,87	9,05	С,Н	2,529	очень сильная
OB23	0-10	1,97	8,8	С,Н	6,857	очень сильная
	15-25	0,40	9,37	ХС,КН	0,196	слабая
	35-45	0,33	9,27	С,НК	0,115	незасолён
OB24	0-10	1,17	8,68	С,НК	0,278	слабая
	20-30	0,60	8,91	ХС,НК	0,114	незасолён
	40-50	0,37	8,74	ХС,НК	0,103	незасолён
OB25	0-10	1,50	9,02	С,КН	0,162	незасолён
	10-20	1,44	8,51	С,НК	0,280	слабая
	40-50	0,37	8,51	-	0,076	незасолён
	60-70	0,33	8,94	С,НК	0,129	незасолён
OB26	0-10	1,67	8,46	ХС,НК	1,017	сильная
	10-20	1,14	8,67	-	1,077	сильная
	30-40	0,97	8,80	ХС,НК	0,896	сильная
	50-60	0,57	8,88	ХС,НК	0,779	сильная

КМ – кальциево-магниевый; КН - кальциево-натриевый; МК– магниевый-кальциевый; МН – магниевый-натриевый; Н – натриевый; НК – натриево-кальциевый; НМ – натриево-магниевый; С – сульфатный; С+Сд – сульфатный с участием соды; ХС – хлоридно-сульфатный; ХС+Сд – хлоридно-сульфатный с участием соды

Анализ полученных данных свидетельствует о том, что среди 29 исследуемых таксонов сем. Chenopodiaceae только *Ceratocarpus utriculosus* встречаются во всех представленных типах почв. Произрастание таких видов как: *Salsola tragus*, *Caroxylon nitrarium*, *Krascheninnikovia ewersmanniana*, *Haloxylon aphyllum* отмечено в трех эдафических вариантах – песок-супесь-суглинок. Также в трех вариантах – супесь-суглинок-глина отмечены виды: *Suaeda microphylla*, *S. altissima*, *Caroxylon orientale*, *Petrosimonia sibirica*,

Climacoptera lanata. К видам, встречающимся на песчаной и супесчаной почве, относятся: *Xylosalsola arbuscula*, *Bassia lasiantha*, *Atriplex dimorphostegia*. Видов встречающихся только в песках в процессе исследований не выявлено.

Наибольшее количество видов (*Atriplex sagittata*, *Bassia odontoptera*, *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium caspicum*, *Kalidium foliatum*, *Salicornia europaea*, *Suaeda acuminata*) было отмечено на суглинистой и глинистой почве. На суглинистом субстрате произрастают: *Anabasis aphylla*, *Suaeda crassifolia*, *S. linifolia*, *Pyankovia brachiata*, *Halostachys caspica*, *Chenopodium album*. Произрастание только на глинистой почве было зафиксировано для *Atriplex tatarica* и *Climacoptera aralensis*. Широкий диапазон засоления выдерживают следующие виды: *Atriplex sagittata*, *Bassia odontoptera*, *Climacoptera lanata*, *Haloxylon aphyllum*, *Krascheninnikovia ewersmanniana*, *Petrosimonia sibirica*, *Suaeda microphylla*. Однако, несмотря на это такие виды как *Atriplex sagittata*, *Bassia odontoptera*, *Haloxylon aphyllum*, *Krascheninnikovia ewersmanniana* предпочитают селиться на незасоленных или слабозасоленных субстратах. На слабо- и средnezасоленных почвах хорошо растут *Climacoptera lanata* и *Petrosimonia sibirica*. А *Suaeda microphylla* предпочитает сильнозасоленные субстраты. Поэтому последние 3 вида можно отнести к солелюбивым растениям. Незасоленную среду обитания предпочитает *Chenopodium album*. Процентный показатель суммы солей для незасоленной почвы в нашем исследовании составил 0,033-0,174% (0,088±0,008%). Незасоленную и слабо засоленную почву предпочитают *Anabasis aphylla*, *Atriplex dimorphostegia*, *Bassia lasiantha*, *B. prostrata*, *Ceratocarpus utriculosus*, *Pyankovia brachiata*, *Caroxylon nitrarium*, *C. orientale*, *Salsola tragus*. Наибольшее количество видов (*Atriplex sagittata*, *Bassia odontoptera*, *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium caspicum*, *Kalidium foliatum*, *Salicornia europaea*, *Suaeda acuminata*) было отмечено на суглинистой и глинистой почве. На суглинистом субстрате произрастают: *Anabasis aphylla*, *Suaeda crassifolia*, *S. linifolia*, *Pyankovia brachiata*, *Halostachys caspica*, *Chenopodium album*. Произрастание только на глинистой почве было зафиксировано для *Atriplex tatarica* и *Climacoptera aralensis*. Широкий диапазон засоления выдерживают следующие виды: *Atriplex sagittata*, *Bassia odontoptera*, *Climacoptera lanata*, *Haloxylon aphyllum*, *Krascheninnikovia ewersmanniana*, *Petrosimonia sibirica*, *Suaeda microphylla*. Однако, несмотря на это такие виды как *Atriplex sagittata*, *Bassia odontoptera*, *Haloxylon aphyllum*, *Krascheninnikovia ewersmanniana* предпочитают селиться на незасоленных или слабозасоленных субстратах. На слабо- и средnezасоленных почвах хорошо растут *Climacoptera lanata* и *Petrosimonia sibirica*. А *Suaeda microphylla* предпочитает сильнозасоленные субстраты. Поэтому последние 3 вида можно отнести к солелюбивым растениям. Незасоленную среду обитания предпочитает *Chenopodium album*. Процентный показатель суммы солей для незасоленной почвы в нашем исследовании составил 0,033-0,174% (0,088±0,008%). Незасоленную и слабо засоленную почву предпочитают *Anabasis aphylla*, *Atriplex dimorphostegia*, *Bassia lasiantha*, *B. prostrata*, *Ceratocarpus utriculosus*, *Pyankovia brachiata*, *Caroxylon nitrarium*, *C. orientale*, *Salsola tragus* (рисунок 26).

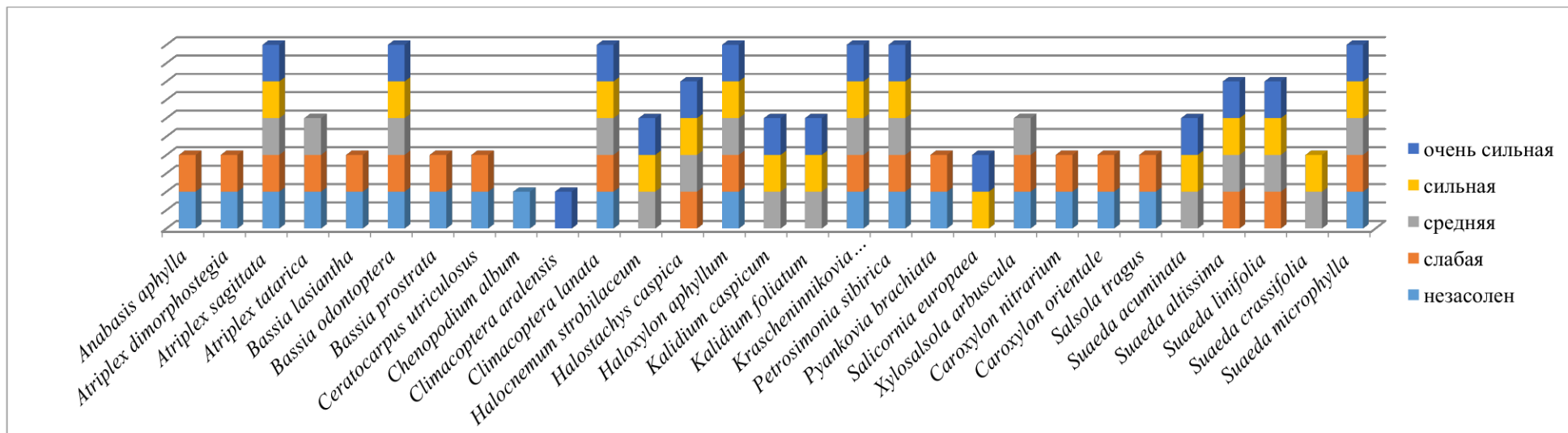


Рисунок 26 – Распределение видов по степени засоления

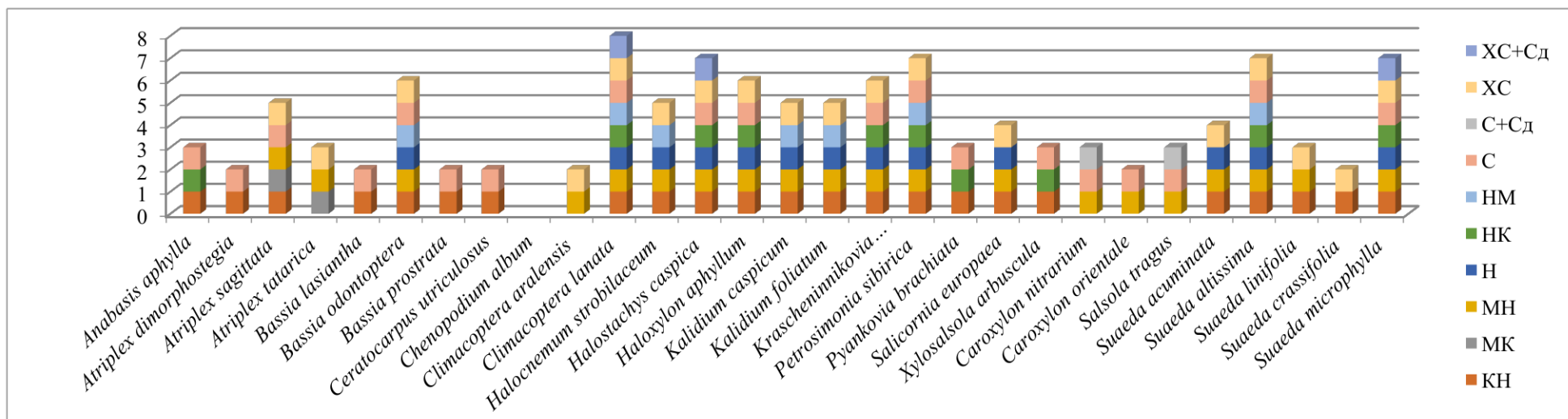


Рисунок 27 – Распределение видов по типу засоления

Для слабо засоленной почвы процентный показатель суммы солей по нашим данным равен 0,186-0,314% ($0,262 \pm 0,017\%$), а для средне засоленной почвы – 0,493-0,643% ($0,555 \pm 0,026\%$). Процентный показатель суммы солей для сильно засоленных эдафических вариантов составил 0,692-2,165% ($1,053 \pm 0,078\%$). *Atriplex tatarica* и *Xylosalsola arbuscula* встречаются в диапозоне – от незасоленной до средnezасоленной почвы, хотя предпочитают незасоленные варианты, так как в засоленных почвах популяции данных видов обычно бывают угнетенные. Популяции видов *Suaeda altissima* и *S. linifolia* предпочитают средне засоленную почву. *Suaeda crassifolia* предпочитает почву со средней и сильной степенью засоления, а *Halostachys caspica* – с сильной и очень сильной степенью (рисунок 26).

Процентный показатель суммы солей для очень сильно засоленной почвы по нашим данным соответствует 2,281-14,180% ($4,089 \pm 0,665\%$). Сильное и очень сильное засоления почвы предпочитают: *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium caspicum*, *K. foliatum* и *Suaeda acuminata*. Тем не менее иногда они встречаются и в местах со средним засолением почвы. А вот такой вид как *Salicornia europaea* встречается только в сильно и очень сильно засоленных почвах (рисунок 26).

Halostachys caspica, *Suaeda altissima* и *S. linifolia* встречаются на засоленных почвах (от слабой до сильно засоленной).

Виды: *Halostachys caspica*, *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium caspicum*, *K. foliatum*, *Salicornia europaea* могут образовывать монотипные сообщества в очень сильно засоленных местах.

При распределении по типу засоления самым приспособленным видом, имеющим обширный диапазон устойчивости к разным солям (КН, МН, Н, НК, НМ, С, ХС, ХС+Сд) оказался *Climacoptera lanata*. *Petrosimonia sibirica*, *Suaeda altissima*, *S. microphylla*, *Halostachys caspica* также имеют широкий диапазон приспособленности к разным типам солей (рисунок 20). А вот такие виды, как *Krascheninnikovia ewersmanniana*, *Haloxylon aphyllum*, *Bassia odontoptera*, *Atriplex sagittata*, хоть и обладают довольно широким диапазоном приспособленности к разным типам солей, предпочитают однако незасоленную или слабо засоленную почву (рисунок 27).

Более ограниченный диапазон разнообразия солей (КН, МН, Н, НМ, ХС) выдерживает следующая группа видов – *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium caspicum*, *K. foliatum*, *Salicornia europaea*, *Suaeda acuminata*. Тем не менее, они предпочитают селиться на местах с их большей концентрацией в почве.

Исследования показали, что на изучаемой территории наиболее широко представлено кальциево-натриевое (КН) засоление. При наличии данного типа засоления в почве на ней было отмечено произрастание 23 из 29 изученных видов. Распределение по типам засоления показало, что на почвах: с магниевонатриевым (МН) встречается 20 видов, с сульфатным (С) – 19 в., с хлоридно-сульфатным (ХС) – 18 (рисунок 28).

К редкому для исследуемой территории магниево-кальциевому (МК) типу засоления приурочены 2 вида (*Atriplex sagittata* и *A. tatarica*). Также одним из редких типов засоления является хлоридно-сульфатный с участием соды

(ХС+Сд). Из рассматриваемого списка видов на нем было зафиксировано произрастание *Climacoptera lanata*, *Halostachys caspica* и *Suaeda microphylla*. Следует отметить, что эти три вида хорошо приспособлены и к различным типам нарушенности земель (рисунок 21).

На почвах с сульфатным типом засоления с участием соды (С+Сд) встречаются также 2 вида (*Caroxylon nitrarium* и *Salsola tragus*).

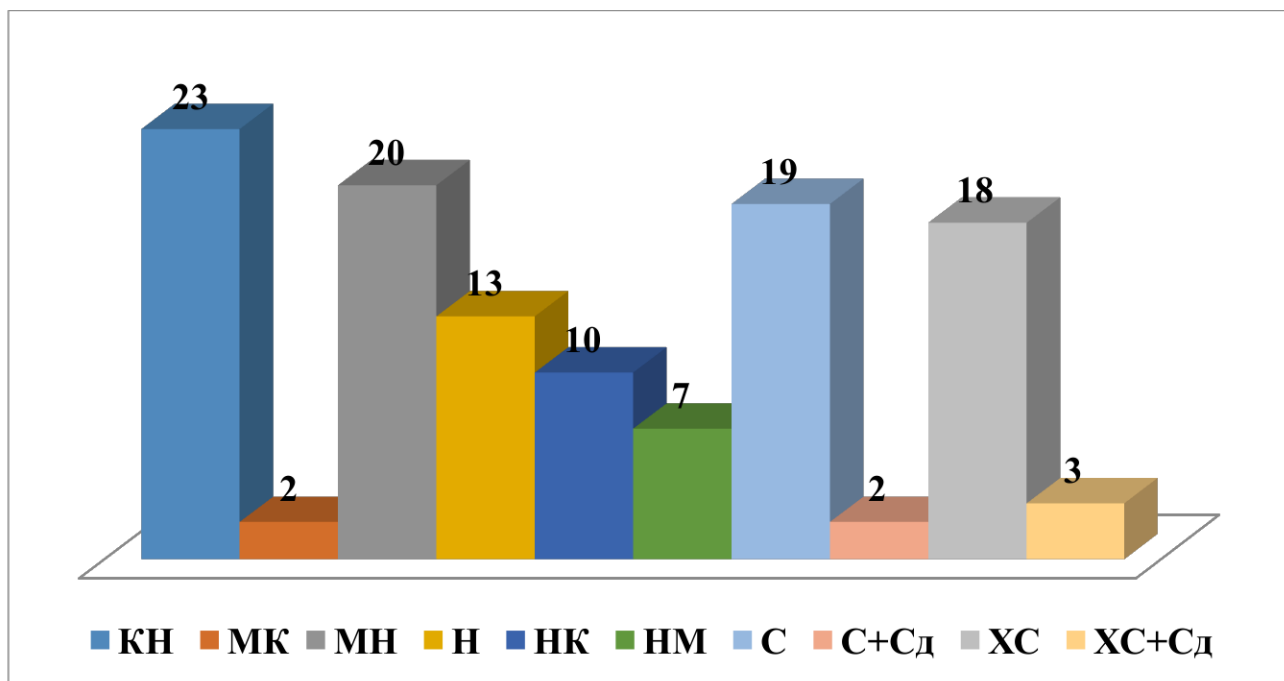


Рисунок 28 – Количественное распределение видов по типам засоления

Таким образом, анализ полученных данных свидетельствует, что по предпочтению к той или иной степени засоления почв среди изученных видов можно выделить как минимум 4 группы:

- виды, приуроченные к незасоленным и слабозасоленным почвам (*Anabasis aphylla*, *Atriplex dimorphostegia*, *Bassia prostrata*, *Ceratocarpus utriculosus*, *Chenopodium album*, *Pyankovia brachiata*, *Caroxylon nitrarium*, *Caroxylon orientale*, *Salsola tragus*);

- виды, предпочитающие слабо-, иногда средnezасоленную почву (*Atriplex sagittata*, *Atriplex tatarica*, *Bassia odontoptera*, *Haloxyton aphyllum*, *Krascheninnikovia ewersmanniana*, *Xylosalsola arbuscula*);

- виды, приуроченные к средне- и сильнозасоленным субстратам (*Climacoptera lanata*, *Petrosimonia sibirica*, *Suaeda altissima*, *Suaeda linifolia*, *Suaeda crassifolia*);

- виды, предпочитающие сильно- и очень сильнозасоленные почвы (*Halostachys caspica*, *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium caspicum*, *K. foliatum*, *Salicornia europaea*, *Suaeda acuminata*, *S. microphylla*).

Распределение изучаемых таксонов по предпочтению к той или иной степени засоления на родовом уровне также показало определенные особенности. В частности выявлено, что виды рода *Atriplex*, *Caroxylon* и *Bassia* произрастают, как правило, на почвах от незасоленных до слабозасоленных. В

свою очередь, виды рода *Suaeda* предпочитают селиться на почвах средне- и сильнозасоленных. И, наконец, виды, являющиеся гипергалофитами (предпочитающими высокую степень засоления) относятся исключительно к одному подсемейству Salicornioideae. Это свидетельствует об определенной направленности эволюции приспособительных характеристик представителей данного семейства.

3.4 Анатомическое строение ассимиляционных органов доминантных видов семейства Chenopodiaceae

Особенностью анатомического строения видов Chenopodiaceae является наличие Кранц-клеток. Ученые, отметив эти структуры в листьях маревых, назвали клетки кубической формы – кранц-клетками.

Открытие особого пути первичного карбоксилирования, названного C4 - циклом дикарбоновых кислот, привело к бурному развитию биохимических и анатомических исследований. В 2003 году G. Kadereit и др. при анализе молекулярной структуры листьев Amaranthaceae и Chenopodiaceae выделили 7 групп с 17 типами мезофилла. Тип мезофилла - это расположение ассимиляционной, проводящей, губчатой или водоносной ткани относительно поперечного разреза исследуемого объекта (органа растений). Первая классификация типов мезофилла представителей семейства Chenopodiaceae была составлена в 1975 году Carolin R.C., Jacobs S. и Vesk M. В ней были выделены две группы типов [177]:

– Некранцевые типы: Аксироидный; Кориспермоидный; Аустробазидиоидный (близок к Кориспермоидному, но содержит водоносную ткань); Неокохиоидный (с периферическими сосудистыми пучками); Симпегмоидный (похож на Неокохиоидный, но периферические каналы отделены от хлоренхимы);

– Кранц-типы: Атрипликоидный, Кохиоидный, Сальсолоидный и др. различаются по расположению кранц-клеток по отношению к сосудистым пучкам [132].

Увеличение числа видов, обладающих кранц-клетками, может рассматриваться в качестве индикатора аридизации климата при проведении экологического мониторинга [131; 132].

Хорошо известно, что семейство Chenopodiaceae имеет наибольшее число видов с типом фотосинтеза C4 [178; 179], а также наибольшее разнообразие анатомии листьев C4-типа, включающее восемь основных структурных типов [180; 181] и до 16 форм с учетом всех различий.

Имеется два варианта расположения кранц-клеток:

- вокруг каждой отдельной жилки;
- вокруг всех жилок листа сразу, причем двойным концентрическим слоем.

В настоящее время в Chenopodiaceae признано 10 линий C4 [178; 179].

Для изучения эволюции фотосинтеза C4 важны промежуточные продукты C3-C4, обнаруженные в 14 семействах: Amaranthaceae, Asteraceae, Boraginaceae, Brassicaceae, Chenopodiaceae, Cleomaceae, Euphorbiaceae, Molluginaceae,

Nyctaginaceae, Portulacaceae, Cyperaceae, Hydrocharitaceae, Scrophulariaceae и Poaceae [179; 182]. В семействе Chenopodiaceae, на сегодняшний день только один вид – *Salsola arbusculiformis* из подсемейства Salsoloideae был структурно и функционально охарактеризован как промежуточный C3-C4. На основании особенностей только анатомических признаков *Sedobassia sedoides* из подсемейства Camphorosmoideae также был признан промежуточным [178].

Исследования фотосинтеза C4 были проведены в основном на видах, которые формируют анатомию Кранца с двумя слоями хлоренхимы, окружающими каждую жилку [183]. Однако среди видов с C4-фотосинтезом существует девять типов анатомии Кранца с двумя концентрическими слоями хлоренхимы, окружающими все жилки [181; 183]. Среди них наиболее широко представлен Сальсолоидный тип анатомии, наличие которого однозначно указывает на фотосинтез типа C4, характерного для видов подсемейства Salsoloideae [132; 137].

В современных, общепринятых структурных описаниях двойного слоя кранц-клеток, внешний слой называют Р клетками (обычно состоящими из палисадной паренхимы), а внутренний слой - специализированными клетками пучковой оболочки (Кс) (имеется в виду слой клеток в листьях [181]).

Все структурные формы Кранца объединяет наличие концентрического слоя хлоренхимных клеток, в котором внешний слой палисада Р захватывает атмосферный CO₂ в цикле C4, а внутренний слой (Кс) отдает CO₂ из кислот C4.

Нами проанализирована анатомическая структура ассимиляционных органов 22 видов: *Anabasis aphylla*, *Haloxylon aphyllum*, *Halothamnus subaphyllus*, *Salsola tragus*, *S. sogdiana*, *Xylosalsola arbuscular*, *Caroxylon orientale* (*Salsola orientalis*), *C. nitrarium* (*S. nitraria*), *Petrosimonia sibirica*, *Climacoptera lanata*, *Suaeda microphylla*, *S. acuminata*, *Bassia prostrata*, *Kalidium capsicum*, *K. foliatum*, *Halocnemum strobilaceum*, *Halostachys belangeriana*, *Salicornia europaea*, *Ceratocarpus utriculosus*, *Atriplex dimorphostegia*, *Krascheninnikovia ceratoides*, *Agriophyllum pungens*. Из перечисленных выше растений для 6 видов (*Anabasis aphylla*, *Haloxylon aphyllum*, *Kalidium capsicum*, *Halocnemum strobilaceum*, *Halostachys belangeriana*, *Salicornia europaea*) сделан поперечный срез молодого побега, так как листья у них редуцированы или слабо развиты.

По всем изучаемым видам представлены поперечные анатомические срезы ассимиляционных органов, с указанием структуры (рисунок 29; 30; 31; 32; 33). Также для всех видов проведены измерения толщины того или иного слоя (таблица 5).

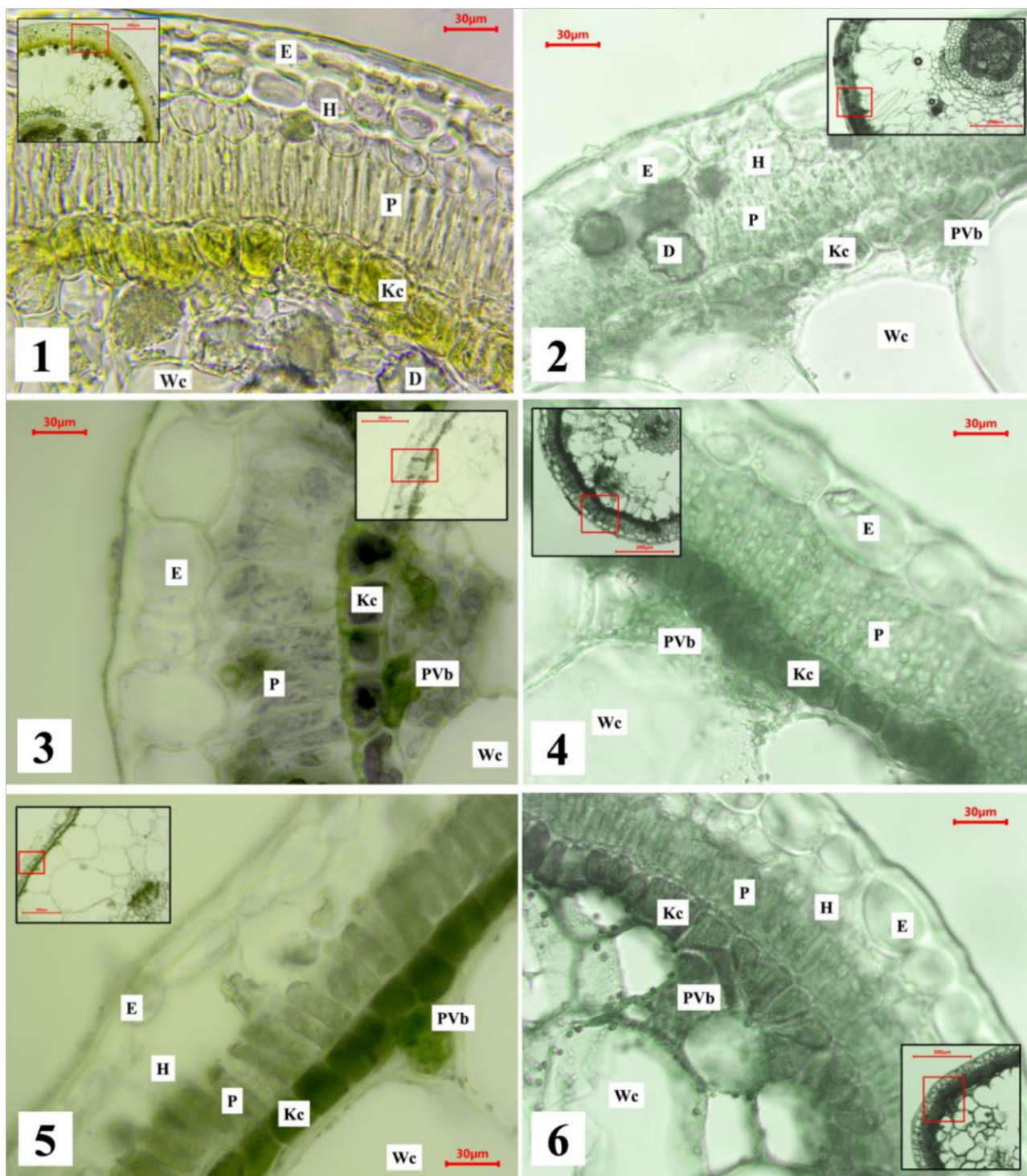


Рисунок 29 – Виды трибы Salsoleae подсемейства Salsoloideae
 1 - *Anabasis aphylla*, 2 - *Haloxylon aphylla*, 3 - *Halothamnus subaphyllus*,
 4 - *Salsola tragus*, 5 - *Salsola sogdiana*, 6 - *Xylosalsola arbuscular*
 E – эпидермис; H – гиподерма; P – палисадный мезофилл (хлоренхима); Kc –
 кранц клетка; PVb – периферийный проводящий пучок; Wc – водоносная
 клетка; D – друза

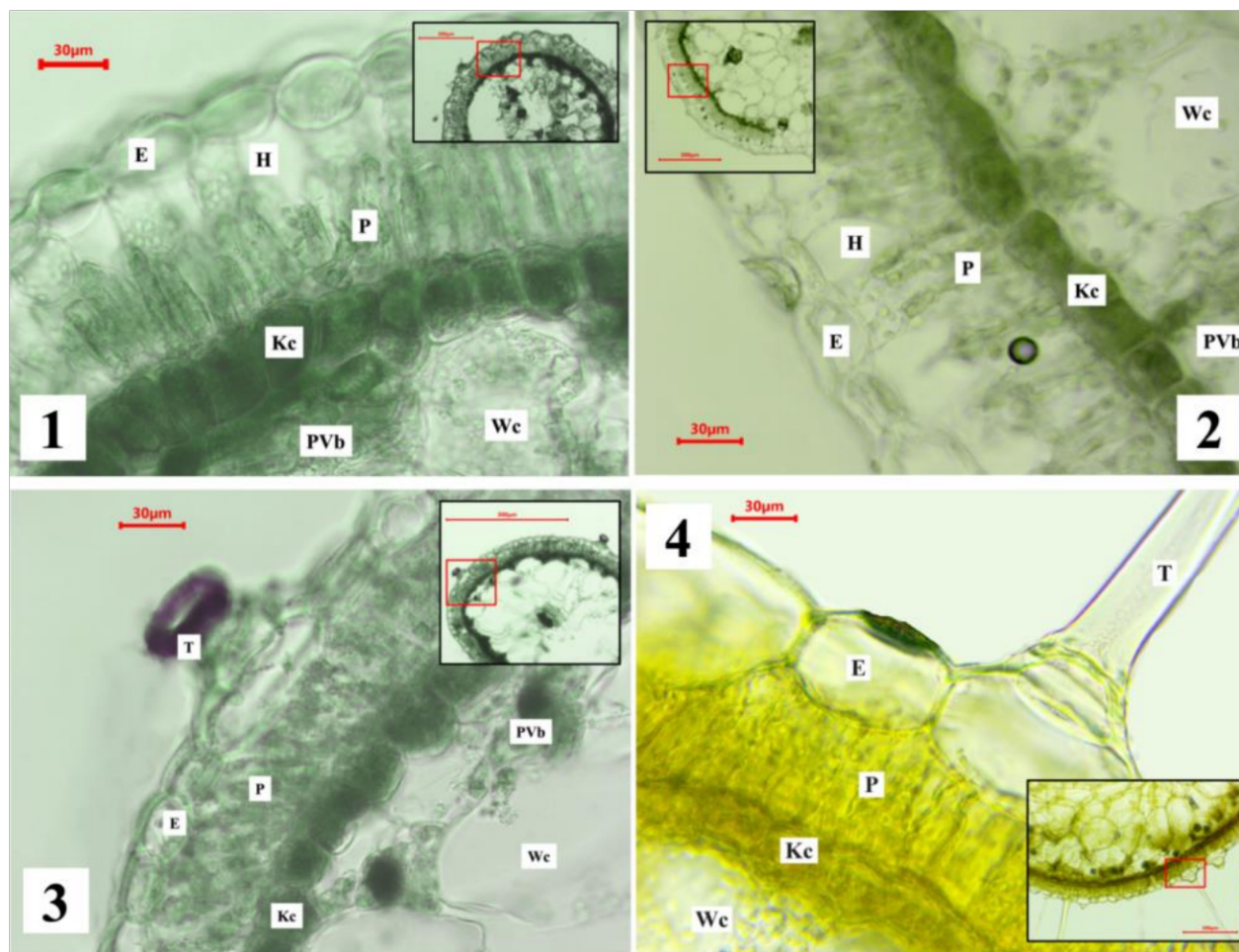


Рисунок 30 – Виды трибы Caroxyloneae подсемейства Salsoloideae
 1 - *Caroxylon orientale* (*Salsola orientalis*), 2 - *C. nitrarium* (*S. nitraria*,
 3 - *Petrosimonia sibirica*, 4 - *Climacoptera lanata*

T – трихомма; E – эпидермис; H – гиподерма; P – палисадный мезофилл (хлоренхима); Kc – крапц клетка; PVb – периферийный проводящий пучок; Wc – водоносная клетка

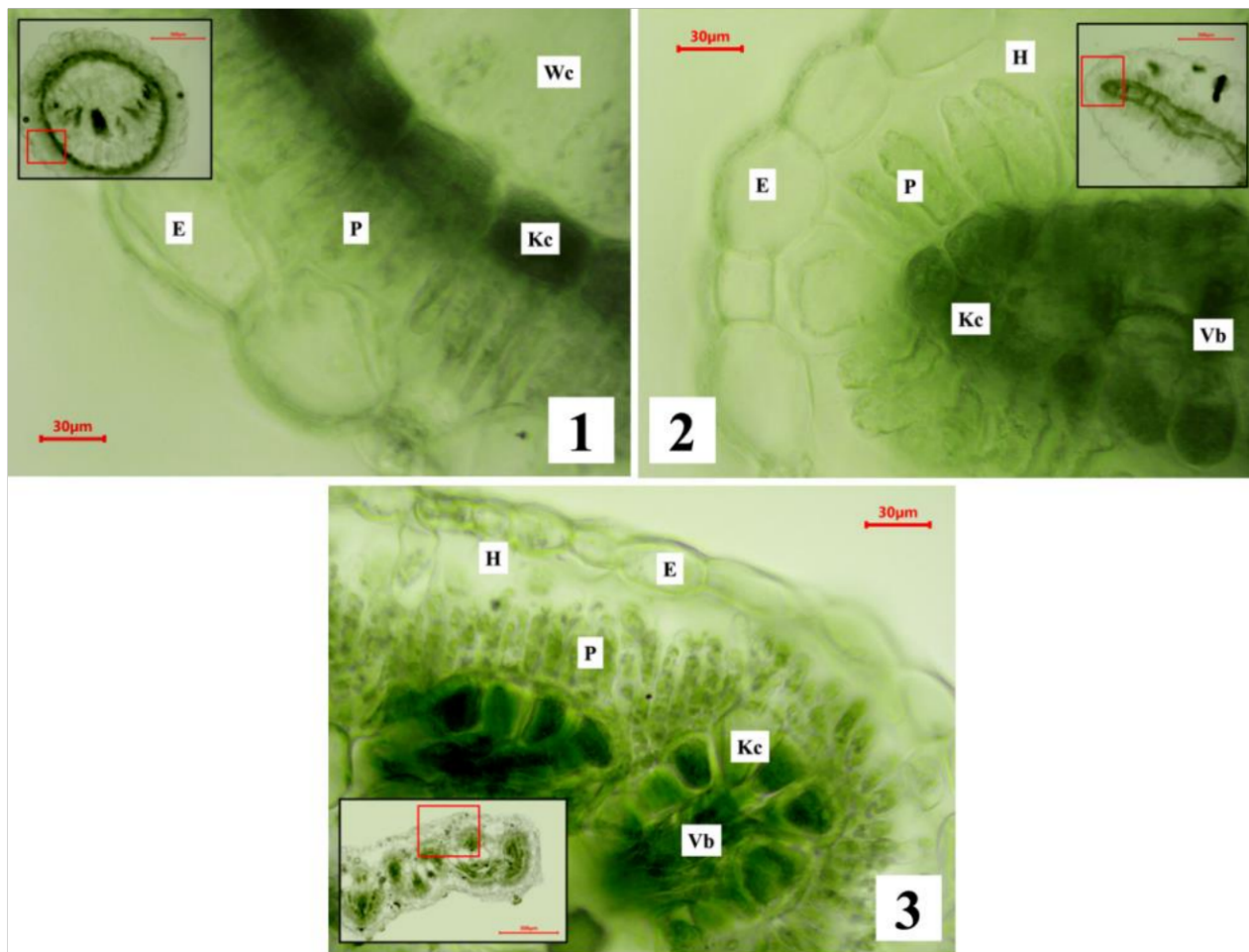


Рисунок 31 – Виды трибы Suaeidae подсемейства Suaedoideae и вид трибы Camphorosmeae подсемейства Camphorosmoideae

1 - *Suaeda microphylla*, 2 - *S. acuminata*, 3 - *Bassia prostrata*

Е – эпидермис; Н – гиподерма; Р – палисадный мезофилл (хлоренхима); Кс – Kranz cell; Wc – водоносная клетка; Vb – проводящий пучок

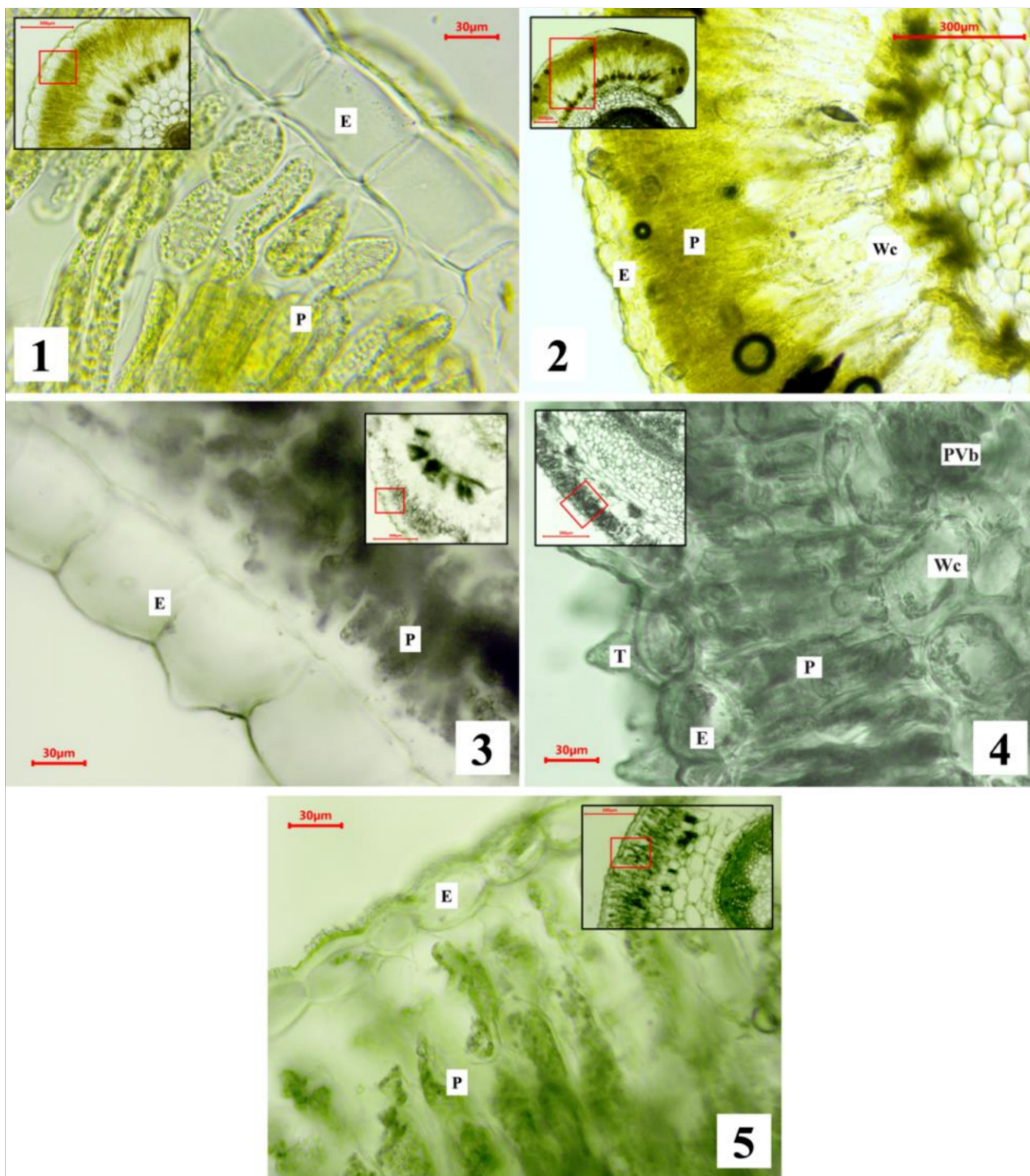


Рисунок 32 – Виды трибы Salicornieae подсемейства Salicornioideae
 1 - *Kalidium capsicum*, 2 - *K. foliatum*, 3 - *Halocnemum strobilaceum*, 4 -
Halostachys belangeriana, 5 - *Salicornia europaea*

Т – трихомма; Е – эпидермис; Р – палисадный мезофилл (хлоренхима); PVb –
 периферийный проводящий пучок; Wc – водоносная клетка; Vb – проводящий
 пучок

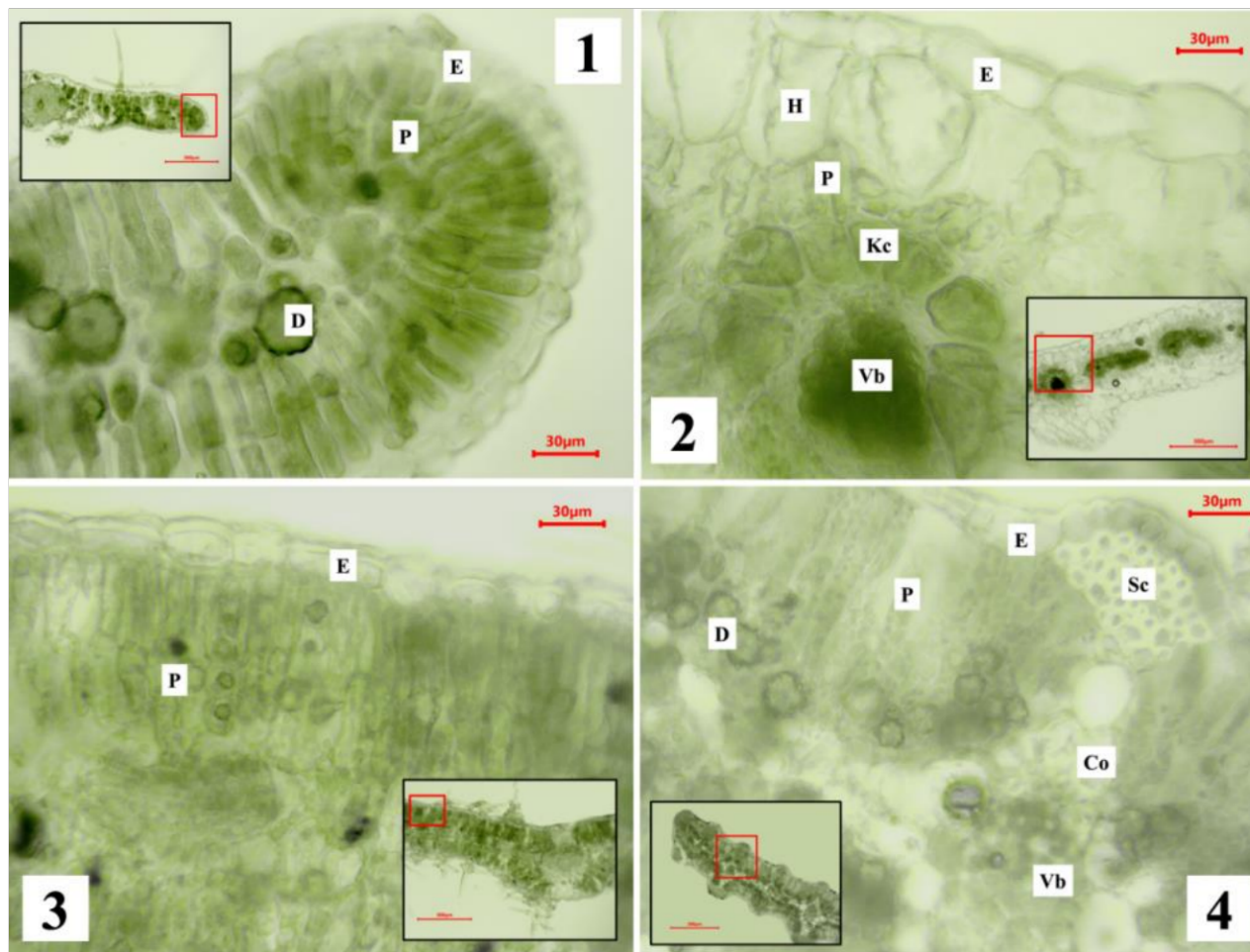


Рисунок 33 – Виды подсемейства Chenopodioideae

1 - *Ceratocarpus utriculosus*, 2 - *Atriplex dimorphostegia*, 3 - *Krascheninnikovia ceratoides*, 4 - *Agriophyllum pungens*
 Т – трихомма; Е – эпидермис; Н – гиподерма; Р – палисадный мезофилл (хлоренхима); Кс – крапц клетка; РVb – периферийный проводящий пучок; Wc – водоносная клетка; Vb – проводящий пучок; Sc – склеренхима; Co – колленхима; D – друза

Таблица 5 – Биометрические средние показатели поперечного среза ассимиляционных органов видов сем. Chenopodiaceae

№	Виды	Е, $\mu\text{м}$	Н, $\mu\text{м}$	Р, $\mu\text{м}$	Кс, $\mu\text{м}$
1.	<i>Anabasis aphylla</i>	19,91±0,58	31,37±1,24	50,28±2,13	29,87±0,65
2.	<i>Haloxylon aphyllum</i>	25,84±0,85	16,97±0,62	40,55±0,92	17,84±0,81
3.	<i>Halothamnus subaphyllum</i>	57,36±1,85	-	74,75±1,10	25,19±0,88
4.	<i>Salsola tragus</i>	35,99±0,95	-	56,81±1,34	25,29±0,85
5.	<i>Salsola sogdiana</i>	22,79±0,68	30,15±1,09	38,17±0,52	22,70±0,70
6.	<i>Xylosalsola arbuscula</i>	35,03±0,85	16,31±0,63	33,67±0,77	21,55±1,10
7.	<i>Caroxylon orientale (Salsola orientalis)</i>	27,16±1,25	28,78±1,44	53,35±1,05	34,99±0,84
8.	<i>Caroxylon nitrarium (Salsola nitraria)</i>	25,05±1,18	24,57±1,50	48,23±1,39	23,73±0,75
9.	<i>Climacoptera lanata</i>	48,17±2,49	-	59,67±1,46	23,92±0,47
10.	<i>Petrosimonia sibirica</i>	20,58±0,73	-	45,11±0,74	25,44±0,85
11.	<i>Suaeda microphylla</i>	57,24±1,89	-	53,43±1,35	31,95±1,10
12.	<i>S. acuminata</i>	40,87±2,10	117,01±13,67	64,18±3,46	29,06±1,13
13.	<i>Bassia prostrata</i>	17,88±0,61	20,58±1,27	36,68±2,01	22,98±1,26
14.	<i>Kalidium caspicum</i>	54,27±0,90	-	196,66±5,78	-
15.	<i>K. foliatum</i>	49,08±1,74	-	268,31±4,58	-
16.	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	63,45±1,24	-	148,72±6,45	-
17.	<i>Halostachys caspica</i>	37,40±2,01	-	111,83±1,38	-
18.	<i>Salicornia europaea</i>	23,64±0,64	-	203,29±3,55	-
19.	<i>Ceratocarpus utriculosus</i>	13,14±0,47	-	59,65±1,18	-
20.	<i>Atriplex dimorphostegia</i>	22,45±1,43	47,22±2,15	31,28±1,36	34,15±0,86
21.	<i>Krascheninnikovia ewersmanniana</i>	15,54±0,54	-	84,49±1,43	-
22.	<i>Agriophyllum pungens</i>	19,79±0,65	-	97,41±1,46	-

Примечание. Е – эпидермис, Н – гиподерма, Р – палисадный мезофилл, Кс – краец клетки

Для более удобного восприятия особенностей анатомического строения изучаемых видов, наличие и соотношения размеров их различных слоев приводится на рисунке 34.

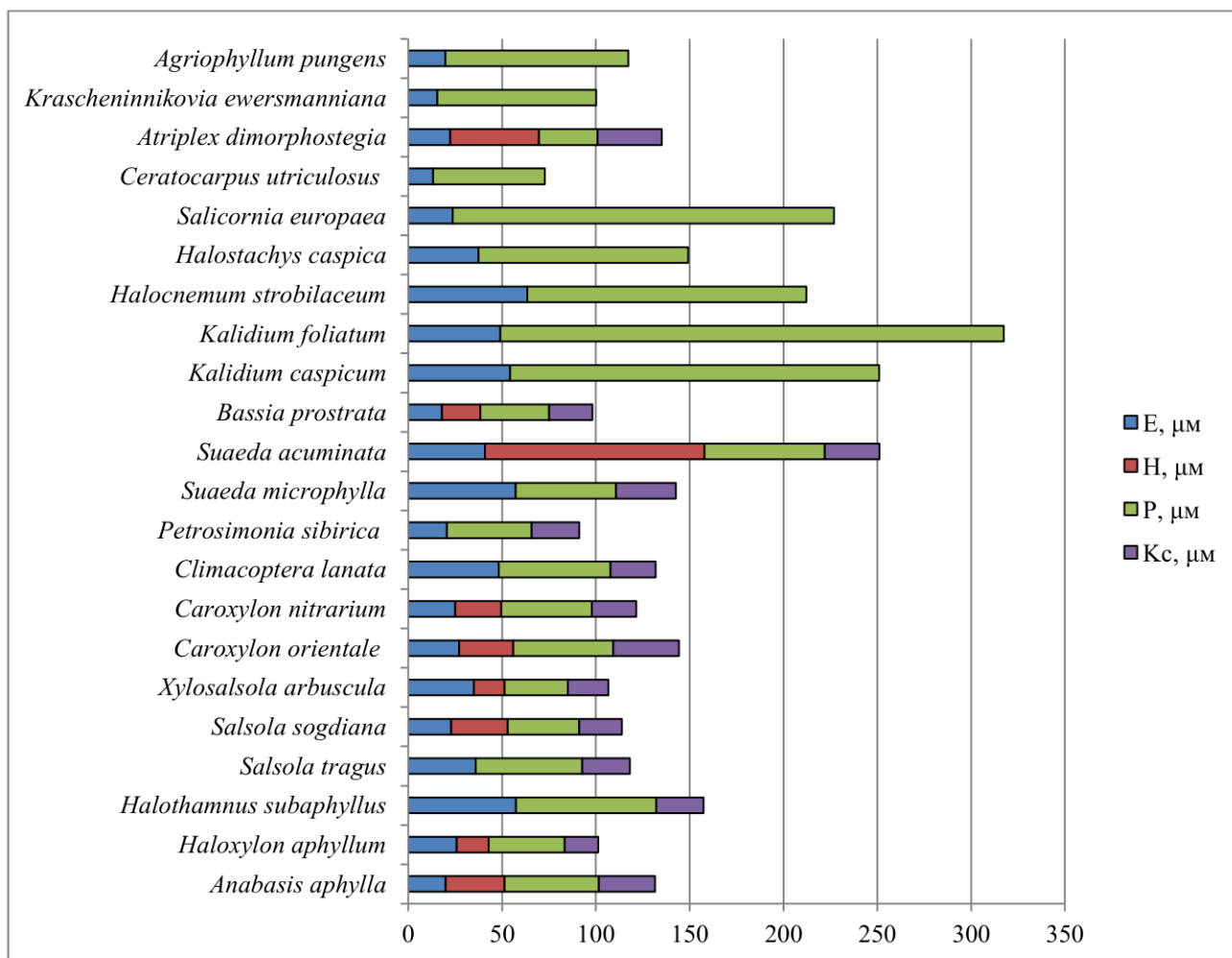


Рисунок 34 – Схематичное представление наличия или отсутствия слоев и их сравнительная толщина

По выше полученным результатом анатомического строения ассимиляционных органов мы распределяем изучаемые виды по следующим типам:

1. Некранцевые типы: Кориспермоидный тип (Corispermoid-type) с палисадной паренхимой по обеим сторонам листа и губчатой паренхимой в средней части. Этот тип обнаружен в листьях *Krascheninnikovia ewersmanniana*, *Agriophyllum pungens*, *Ceratocarpus utriculosus*.

Вентро-дорсальный тип (Ventro-dorsal type). Редуцированные листья представляют собой вершину редукции ассимиляционного аппарата у видов некрацевой группы. Палисадная паренхима 2-3-рядная, с одной стороны соприкасается с сосудистыми пучками или отделены водоносной паренхимой, следует отметить нет четких границ, с другой стороны с эпидермисом (*Salicornia europaea*, *Halostachys caspica*, *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium caspicum*, *K. foliatum*).

2. Краец типы. Особенностью крацевского типа является наличие хлорофилловой оболочки Кранца, расположенной между палисадными клетками и сосудистыми пучками. Краец-клетки - способны быстро накапливать крахмал, часто лишены гранул. Хлоропласты мезофилла и пучкового влагилица совместно функционируют в фотосинтезе типа C4.

Митохондриальная активность в клетках Кранца в 10 раз выше, чем в клетках мезофилла. Их расположение и строение позволяет быстро перемещать продукты фотосинтеза, защищать фотосинтетическую клетку, обеспечивать их увлажнение в критический ксеротермический период.

Кохиоидный тип (Kochioid-type). Один ряд палисадной паренхимы и клетки Кранца расположены по обе стороны периферических сосудистых пучков у плоского листа, которые также расположены по обеим сторонам листа. В центре листа расположены водоносная ткань и центральный сосудистый пучок (*Bassia prostrata*).

Атрипликоидный тип (Atriplicoid-type). Один ряд палисадных клеток и клеток Кранца полностью окружает сосудистые пучки, расположенные в одной центральной плоскости. Гиподерма есть (*Atriplex dimorphostegia*), ранее считалось что у данного вида гиподермы нет, следует учесть для данного типа гиподерма не считается основным составляющим. Между хлоренхимой и сосудистыми пучками расположено несколько водоносных клеток с друзами оксалата кальция.

Сальзина тип (Salsina-type) характеризуется расположением палисадной паренхимы и клеток Кранца по всему кругу листа. Главный и боковые сосудистые пучки расположены в одной плоскости в центре водоносной ткани (*Suaeda microphylla*).

Для Шоберийского типа (Shoberia-type) характерен крупноклеточный эпидермис. Палисадная паренхима и клетки Кранца расположены по обеим сторонам листа и прилегают к сосудистым пучкам (*Suaeda acuminata*), имеет гиподерму. Но в нашем случае клетки эпидермиса *Suaeda acuminata* ($40,87 \pm 2,10$ мкм) оказались меньше чем у *Suaeda microphylla* ($57,24 \pm 1,89$ мкм). Возможно из за особенности времени отбора проб.

Наиболее распространен сальсолоидный тип (Salsoloid-type). Однорядная палисадная паренхима и клетки Кранца расположены по всей окружности листа. Периферические сосудистые пучки прилегают к клеткам Кранца. Главный сосудистый пучок расположен в центре листа среди водоносных клеток. Гиподерма присутствует или отсутствует (*Anabasis aphylla*, *Haloxylon aphyllum*, *Halothamnus subaphyllus*, *Salsola tragus*, *Salsola sogdiana*, *Xylosalsola arbuscula*, *Caroxylon orientale*, *Caroxylon nitrarium*, *Petrosimonia sibirica*). Этот тип отмечен в суккулентной и склероморфной модификациях (*Halothamnus subaphyllus*).

Климакоптера тип (Climacoptera-type). Отличается от типа Salsoloid тем, что периферические сосудистые пучки отделены от кранц клеток водоносными клетками (*Climacoptera lanata*).

Из выше полученных данных рассмотрим с перва виды с анатоми Кранц клеток. К ним у на относятся следующие виды: *Bassia prostrata*, *Atriplex dimorphostegia*, *Suaeda microphylla*, *S. acuminata*, *Anabasis aphylla*, *Haloxylon aphyllum*, *Halothamnus subaphyllus*, *Salsola tragus*, *Salsola sogdiana*, *Xylosalsola arbuscula*, *Caroxylon orientale*, *Caroxylon nitrarium*, *Climacoptera lanata*, *Petrosimonia sibirica*. Как ранее было упомянуто *Bassia prostrata* и *Atriplex dimorphostegia* имеют особый тип расположение кранц клеток. В данных

видах кранц клетки расположены непосредственно вокруг проводящих пучков, и листья у данных видов пластинчатые. Если структура описанная анатомическое строения *Bassia prostrata* в литературах полностью совпадает с нашими данными, то для *Atriplex dimorphostegia* есть небольшое дополнение в наличии гиподермы ($47,22 \pm 2,15$ мкм), что ранее считалось у данного вида отсутствующим.

Следующая рассматриваемая группа видов характеризуется тем что кранц клетки расположены вокруг всех проводящих пучков и водоносной ткани, растинувшись по всему периметру листа.

С начала мы рассмотрим это виды рода *Suaeda* (*Suaeda microphylla*, *S. acuminata*). Эти виды относятся к разным типам анатомического строения, предпочитают суглинистую почву. Но как ранее было упомянуто для *Suaeda acuminata* должно быть характерно крупные клетки эпидермиса, не жали для *Suaeda microphylla*. Учитывая, что для вида *Suaeda microphylla* образцы были отобраны весной, а для *S. acuminata* осенью. Это может быть ключевым фактором, который повлиял на такие результаты. Для *S. acuminata* дополнение по структуре анатомического строения, это наличие гиподермы, которая еще и очень крупная ($117,01 \pm 13,67$ мкм)

Рассматривая полученные результаты по видам подсемейства Salsoloideae (*Anabasis aphylla*, *Haloxylon aphyllum*, *Halothamnus subaphyllus*, *Salsola tragus*, *Salsola sogdiana*, *Xylosalsola arbuscula*, *Caroxylon orientale*, *Caroxylon nitrarium*, *Climacoptera lanata*, *Petrosimonia sibirica*) мы можем сказать что наличие гиподермы мало важно, так как оно выполняет функцию водосбора. Также, все представленные виды отличаются по предпочтению к субстрату. Из исследуемых видов ранее считалось что *Haloxylon aphyllum* относится к типу Kranz-ventrodorsal (Кранц-вентродорсальный), но по нашим данным мы отнесем данный вид к типу Salsoloid, скорее всего это модифицированная версия так как, у данного вида нет листьев, ассимиляция происходит в молодых побегах.

Для видов *Salsola sogdiana* и *Caroxylon nitrarium* в первый раз была описана анатомическая структура листа, и приведены размеры слоев. В остальных случаях дополнением является то, что по всем видам приведены размеры слоев, что ранее не приводилось.

Виды не имеющие кранц клетки. Сначала рассмотрим виды с пластинчатыми листьями. В нашей работе это 3 вида: *Krascheninnikovia ewersmanniana*, *Agriophyllum pungens*, *Ceratocarpus utriculosus*. Данные виды встречаются в основном в песчаных массивах, иногда в глинистых метаморфитах (*Ceratocarpus utriculosus*). Все 3 вида относятся к типу Corispermoid. У всех видов есть как и схожие черты так и отличительные особенности, которые характерны для данных видов. Самая особенная анатомическая структура у вида *Agriophyllum pungens*, так у вида есть модификация листовой пластинки в виде склеренхимы, которая находится под эпидермисом, образуя полосы вдоль листовой пластины. Визуально это похоже на жилки.

Самая интересная группа без кранц клеток это виды трибы Salicornieae подсемейства Salicornioideae (*Salicornia europea*, *Halostachys caspica*,

Halocnemum strobilaceum, *Kalidium caspicum*, *K. foliatum*). Данные виды в процессе эволюции развили анатомическую структуру при которой они нуждаются и предпочитают солевую среду с высокой концентрации.

Рассматривая толщину слоев мы можем сказать, что для этой группы характерны очень длинные клетки полисадного мезофилла (таблица 5; рисунок 34).

Обе группы типов (некранц и кранц) завершают редукцию листа (aphyllous) и образуют ассимиляционную первичную кору некранц-типа в подсемействе Chenopodiaceae и кранц-типа в подсемействе Salsoloideae. Наличие у афилловых некранцевого и кранцевого типов значительных версий о его древнем и конвергентном происхождении в разных структурных группах. Aphyllous – явление прогрессивного замещающего органа, результат замены фотосинтетических функций одних органов (листьев) на другие (побеги с ассимилирующей корой), лучше приспособленные к аридным условиям.

Преобладание вида суккулентов связано с общим засоленным фоном пустынь долины р. Сырдарьи. Несмотря на относительно высокую степень изученности кранц-клеток, мы не встречали данных о других их количественных параметрах и изменении в пределах одного растения в ходе его развития в разных условиях произрастания и в течение вегетационного периода, что является актуальной тематикой для дальнейших исследований в этой области.

В результате исследований анатомического строения органов с ассимиляционными тканями, часто встерчаемых у доминантных видов семейства Chenopodiaceae флоры долины реки Сырдарьопределены типы анатомического строения листьев и других ассимиляционных органов: Кориспермоидный тип (Corispermoid-type) – *Krascheninnikovia ewersmanniana*, *Agriophyllum pungens*, *Ceratocarpus utriculosus*; Вентро-дорсальный тип (Ventre-dorsal type) – *Salicornia europea*, *Halostachys caspica*, *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium caspicum*, *K. foliatum*; Кохиоидный тип (Kochioid-type) – *Bassia prostrata*; Атрипликоидный тип (Atriplicoid-type) – *Atriplex dimorphostegia*; Сальзина тип (Salsina-type) – *Suaeda microphylla*; Шоберия тип (Shoberia-type) – *Suaeda acuminata*; Сальсолоид тип (Salsoloid-type) – *Anabasis aphylla*, *Haloxylon aphyllum*, *Halothamnus subaphyllus*, *Salsola tragus*, *S. sogdiana*, *Xylosalsola arbuscula*, *Caroxylon orientale*, *C. nitrarium*, *Petrosimonia sibirica*; Климакоптера тип (Climacoptera-type) – *Climacoptera lanata*.

- Приведены размеры слоев со средним значением;

- Сделано уточнение по анатомическому строению вида *Atriplex dimorphostegia*;

- *Haloxylon aphyllum* перенесен из Кранц-вентродорсального типа (Kranz-ventrodorsal) в Сальсолоид тип;

- Для видов *Salsola sogdiana* и *Caroxylon nitrarium* впервые описана подробная анатомическая структура листа.

3.5 Молекулярно-генетические данные, размер генома и полиплоидия видов семейства Chenopodiaceae флоры долины реки Сырдарья

3.5.1 Филогенетические исследования характерных видов

Во время экспедиционных исследований были сделаны описания фитоценозов с доминированием видов следующих родов: *Kalidium* Moq., *Halocnemum* M.Bieb., *Halostachys* C.A. Mey., *Salicornia* L., *Xylosalsola* Tzvelev, *Salsola* L., *Caroxylon* Thunb., *Climacoptera* Botsch., *Petrosimonia* Bunge, *Anabasis* L., *Suaeda* Forssk. ex J.F. Gmel., *Ceratocarpus* L. Учитывая исторический аспект формирования растительного покрова изучаемого региона, предпринято сравнение исследуемых видов по: молекулярно-генетическому коду, размеру генома, числу плоидности и времени происхождения.

Для исследований были привлечены образцы видов семейства Chenopodiaceae пустынной части долины реки Сырдарья, собранные во время экспедиционных выездов и представленные 19 видами, распределенными в 45 популяциях. *Kalidium foliatum* представлен 2 популяциями, *K. caspicum* - 9 [37], *Halocnemum strobilaceum* - 3, *Halostachys belangeriana* - 4, *Salicornia europaea* - 1, *Xylosalsola arbuscula* - 3, *Salsola tragus* - 3, *Caroxylon nitrarium* - 2, *C. orientale* - 2, *Climacoptera lanata* - 3, *C. obtusifolia* - 4, *C. longistylosa* - 1, *Petrosimonia sibirica* - 4, *Anabasis aphylla* - 1, *Suaeda altissima* - 2, *S. linifolia* - 2, *S. acuminata* - 1, *S. microphylla* - 1, *Ceratocarpus utriculosus* - 2 популяциями (Приложение Е).

На основе обобщения и критического анализа полученных нами в процессе исследований данных, с помощью программы QGIS, была составлена карта местонахождений изученных образцов (рисунок 35).

Для 18 видов семейства Chenopodiaceae было определено содержание ДНК в ядрах (размер генома) (*Kalidium foliatum*, *K. caspicum*, *Halocnemum strobilaceum*, *Halostachys belangeriana*, *Salicornia europaea*, *Salsola arbuscula*, *S. tragus*, *S. nitraria*, *S. orientalis*, *Climacoptera lanata*, *C. obtusifolia*, *C. longistylosa*, *Petrosimonia sibirica*, *Anabasis aphylla*, *Suaeda altissima*, *S. linifolia*, *S. microphylla*, *Ceratocarpus utriculosus*). К сожалению, для вида *Suaeda acuminata* не был определен размер генома, возможно из-за того, что этот образец был плохо высушен. (таблица 6). Для многих видов была выявлена полиплоидия: образец *Halostachys belangeriana* (B20) показал октоплоидность; для образцов *Xylosalsola arbuscula* получено два результата: образец B23 оказался октоплоидом, а образец B25 - тетраплоидом; *Caroxylon orientale* (B27) - октоплоид; *Climacoptera obtusifolia* (28) - тетраплоид; *Salsola tragus* (B36, B38) - тетраплоид; *Suaeda microphylla* (B41) - октоплоид; *S. altissima* (B43, B43) - декаплоид; *S. linifolia* (B44) - тетраплоид; *Salicornia europaea* (B46) - тетраплоид; *Anabasis aphylla* (B47) - октоплоид; *Petrosimonia sibirica* (B51) - тетраплоид; *Kalidium caspicum* (B01, B08, B09, B10, B11) - тетраплоид.

Результаты исследований, приведенные в таблице 1, сверены с базой данных Chromosome Counts Database (CCDB). Следует отметить, что для видов рода *Climacoptera* (*C. lanata*, *C. obtusifolia*, *C. longistylosa*) и вида *Petrosimonia sibirica* в базе данных CCDB не приведены результаты по плоидности.

Таблица 6 – Содержание ДНК в ядрах видов семейства Chenopodiaceae и ожидаемая плоидность на основе данных цитометрии

№	Вид	2С, pg	Средний 2С ± SD, pg (там где более двух измерений)	Предполагаемая плоидность
B16	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	1,515	-	2n = 2x = 18
B20	<i>Halostachys belangeriana</i>	7,006	-	2n = 8x = 72
B23	<i>Xylosalsola arbuscula</i>	6,011	-	2n = 8x = 72
B25	<i>X. arbuscula</i>	3,250	-	2n = 4x = 36
B27	<i>Caroxylon orientale</i> (<i>Salsola orientalis</i>)	5,799	5,728±0,10	2n = 8x = 72
		5,657		
B28	<i>Climacoptera obtusifolia</i>	3,155	-	2n = 4x = 36
B29	<i>C. lanata</i>	1,579	-	2n = 2x = 18
B35	<i>C. longistylosa</i>	1,552	-	2n = 2x = 18
B36	<i>Salsola tragus</i>	3,562	3,693±0,19	2n = 4x = 36
B38	<i>S. tragus</i>	3,824		
B39	<i>Caroxylon nitrarium</i> (<i>Salsola nitraria</i>)	2,049	1,918 ± 0.189	2n = 2x = 18
		B40		
B41	<i>Suaeda microphylla</i>	5,844	-	2n = 8x = 72
B42	<i>Suaeda altissima</i>	7,221	7,409±0,27	2n = 10x = 90
B43	<i>S. altissima</i>	7,597		
B44	<i>S. linifolia</i>	3,045	-	2n = 4x = 36
B45	<i>S. linifolia</i>	1,652	-	2n = 2x = 18
-	<i>S. acuminata</i>	-	-	-
B46	<i>Salicornia europaea</i>	3,100	-	2n = 4x = 36
B47	<i>Anabasis aphylla</i>	5,899	-	2n = 8x = 72
B51	<i>Petrosimonia sibirica</i>	2,837	-	2n = 4x = 36
B53	<i>Ceratocarpus utriculosus</i>	1,645	-	2n = 2x = 18
B01, B08, B09, B10, B11	<i>Kalidium caspicum</i>	-	5,993 ± 0,139	2n = 4x = 36
B03, B07	<i>K. caspicum</i>	-	2,981 ± 0,149	2n = 2x = 18
B02, B06	<i>K. foliatum</i>	-	2,259 ± 0,023	2n = 2x = 18

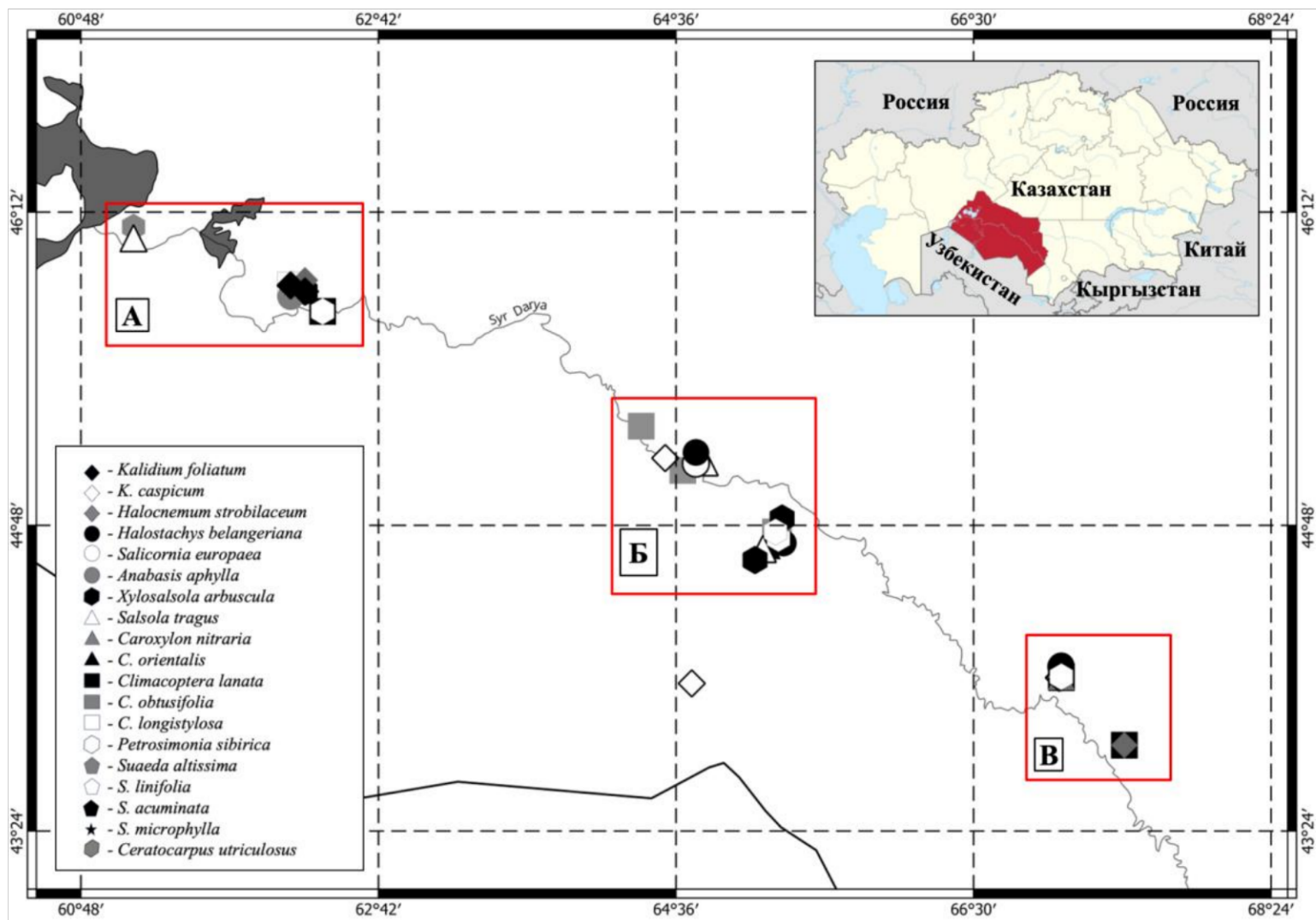


Рисунок 35 – Карта распределения исследованных образцов
 А – Казалинский и Аральский районы, В – Сырдаринский и Жалагашский районы, С – Шиелинский и Жанакорганский районы

Секвенирование ITS (ITS1-ITS4) и хлоропластных (trnQ-rpS16 и trnL(UAG)-rpL32) фрагментов было проведено для 19 видов, 49 популяций. Дерево по ITS сиквенсам сделано с использованием образцов из 45 популяций (образцы сокращены по виду *Kalidium caspicum*, так как сиквенсы идентичные). В дереве ITS выделены подсемейства (Salsoloideae, Suaedoideae, Salicornioideae, Chenopodioideae), трибы (Salsoleae, Caroxyloneae, Suaedae, Salicornieae, Axyrideae) и рода (*Kalidium*, *Halocnemum*, *Halostachys*, *Salicornia*, *Xylosalsola*, *Salsola*, *Caroxylon*, *Climacoptera*, *Petrosimonia*, *Anabasis*, *Suaeda*, *Ceratocarpus*) (рисунок 36). Для хлоропластного дерева использовались сиквенсы праймера trnQ-rpS16. Объединенный вариант trnQ-rpS16 и trnL(UAG)-rpL32 хлоропластных сиквенсов оказался не достаточно информативным, так как для сиквенсов выделенных с помощью trnL(UAG)-rpL32 в базе данных было мало сравнительных образцов. Хлоропластное дерево включает 35 популяций изучаемых видов. Виды отобраны с сокращением образцов по видам. При сокращении количества образцов по видам мы анализировали наиболее удаленные друг от друга точки сбора. В дереве выделены подсемейства и трибы (рисунок 37).

Для выявления и анализа происхождения видов использовались все образцы, представленные в дереве ITS (рисунок 24) Представленное дерево семейства Chenopodiaceae показывает время образования подсемейств, триб, родов исследуемых видов на основании ITS фрагментов. Дерево разделено вертикальными обозначениями по эпохам и горизонтальными – по периодам: Меловой период (нижний, верхний), Палеогеновый период (Палеоцен, Эоцен, Оligоцен), Неогеновый период (Миоцен, Плиоцен), Четвертичный период (Плейстоцен, Голоцен) (рисунок 38).

По результатам проточной цитометрии выявлены размеры генома и плоидность изучаемых видов, а также определены полиплоидные образцы для следующих видов: *Halostachys belangeriana*, *Xylosalsola arbuscula*, *Caroxylon orientale*, *Climacoptera obtusifolia*, *Salsola tragus*, *Suaeda microphylla*, *S. altissima*, *S. linifolia*, *Salicornia europaea*, *Anabasis aphylla*, *Petrosimonia sibirica*, *Kalidium caspicum*.

Полиплоидия широко распространена среди многих групп цветковых растений и играет важную роль в их эволюции [184]. Несмотря на то, что это явление характерно для многих видов растений, внутривидовые различия плоидности для большинства видов неизвестны [185].

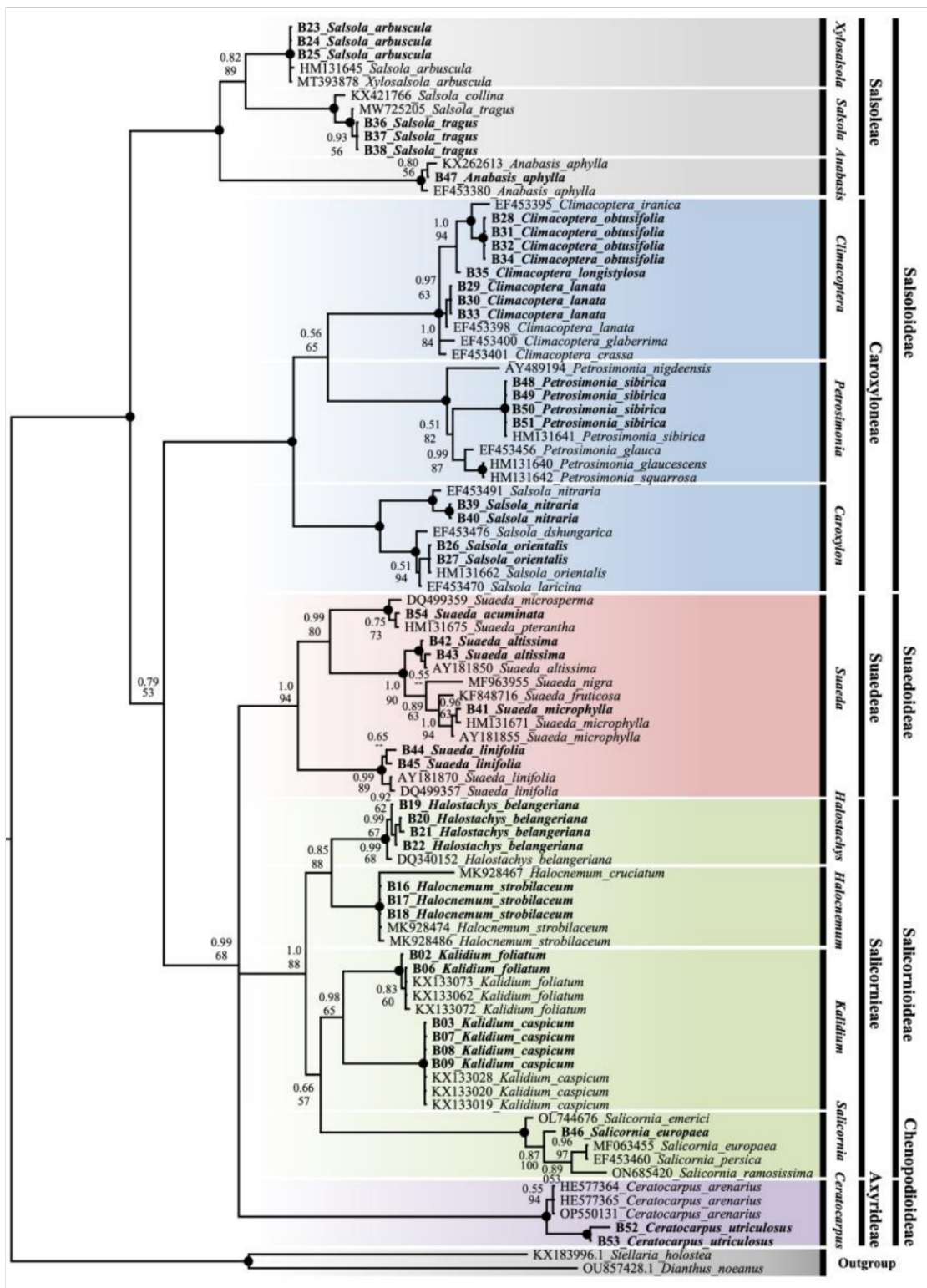


Рисунок 36 – Филогенетическое древо видов семейства Chenopodiaceae на основе сиквенсов ITS. Совместное присутствие Bayesian с вероятностью более 0,98 и bootstrap поддержки более 95% обозначено черной точкой. Выделенные нами образцы даны полужирным шрифтом. Роды показаны вертикальной короткой линией и сплошной окраской. Трибы отмечены разными цветами и вертикальной линией. Подсемейства показаны вертикальной линией. Следующие данные были получены путем прогона данных с помощью программного обеспечения JModeltest: GTR+I+G, -lnL 6518.64336, AIC 13421.286720

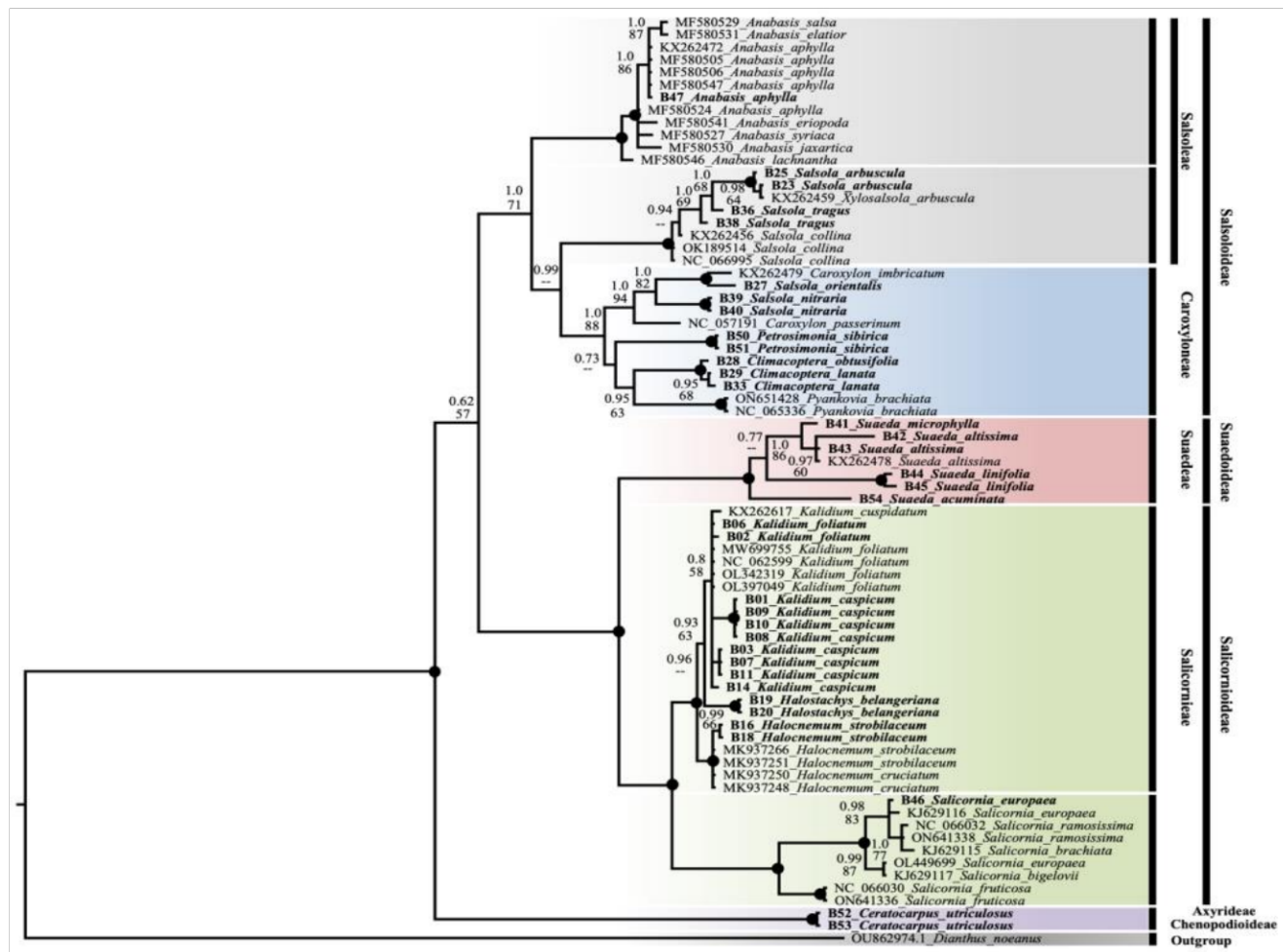


Рисунок 37 – Хлоропластное древо (trnQ-rps16) вид семейства Chenopodiaceae. Совместное присутствие Bayesian с вероятностью более 0,98 и bootstrap поддержки более 95% обозначено черной точкой. Полужирным шрифтом обозначены выделенные нами образцы. Трибы отмечены разными цветами и вертикальной линией. Подсемейства показаны вертикальной линией. Следующие данные были получены путем прогона данных с помощью программного обеспечения JModeltest: TVM+G, -lnL 4600.23105, AIC 9508.462100

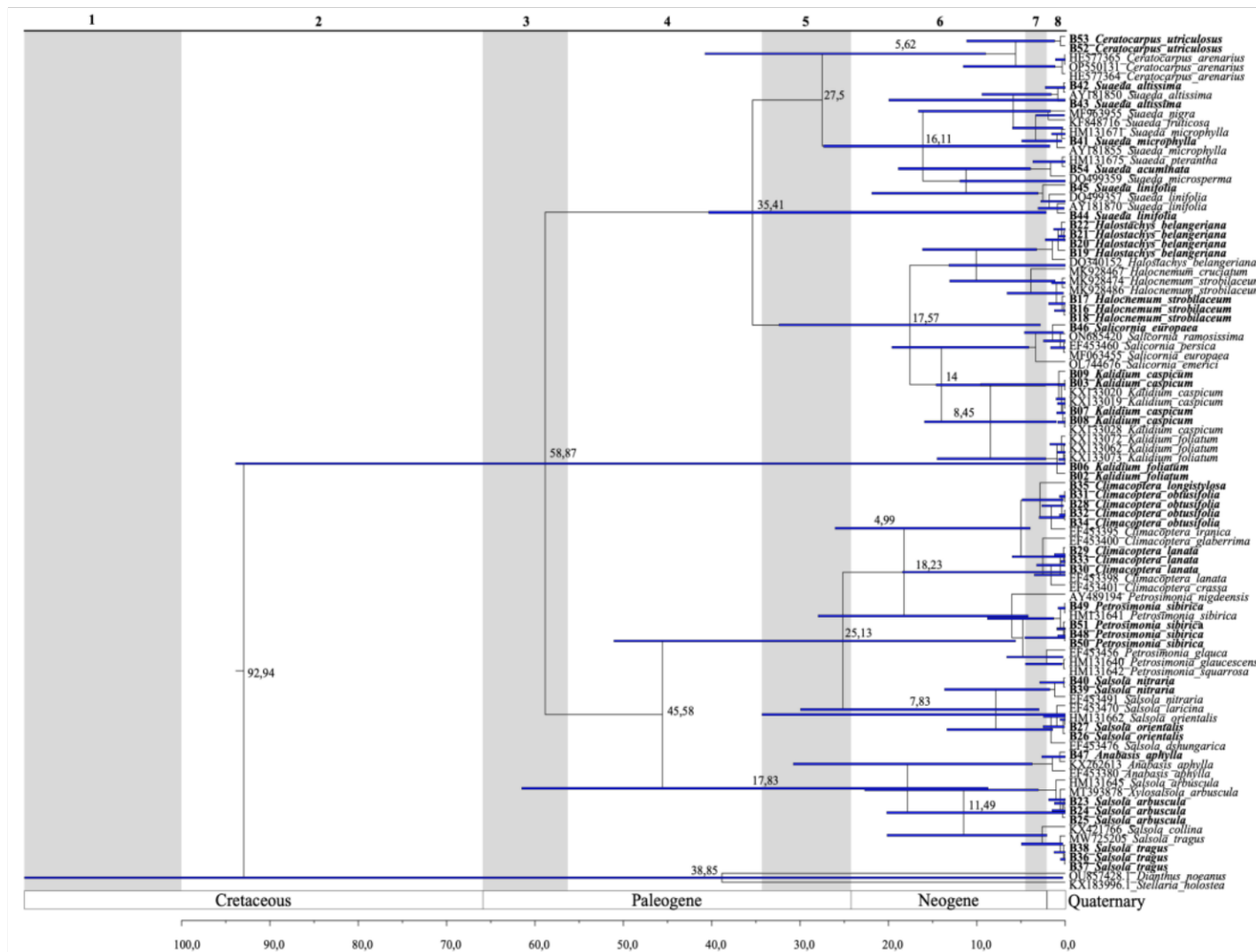


Рисунок 38 – Дерево происхождения видов семейства Chenopodiaceae. Нами исследуемые образцы выделены полужирным шрифтом. Меловой период: 1 - ранний, 2 - поздний; Палеогеновый период: 3 - палеоцен, 4 - эоцен, 5 - олигоцен; Неогеновый период: 6 - миоцен; 7 - плиоцен; Четвертичный период: 8 - (плейстоцен и голоцен). Серый и белый окрас предназначен для визуального удобства.

Для начала рассмотрим плоидность и размер генома ДНК (размер 2С) видов, относящихся к трибе Salicornieae подсемейства Salicornioideae и являющихся основными доминантами сильно засоленных земель. Образец *Halocnemum strobilaceum* (B16) показал размер 2С 1,515 pg с предполагаемой плоидностью $2n = 2x = 18$. По литературным данным плоидность этого вида также составила $2n = 2x = 18$ [186; 187; 188; 189; 190; 191]. *Halostachys belangeriana* (B20), согласно нашим данным, имеет размер 2С 7,006 pg, что равно $2n = 8x = 72$ (октоплоид), а по данным других авторов он тетраплоид ($2n = 4x = 36$) [192]. *Kalidium caspicum* (B01, B08, B09, B10, B11) показал размер 2С $5,993 \pm 0,139$ pg, что соответствует тетраплоиду ($2n = 4x = 36$). Образцы B03 и B07 оказались диплоидами с размером 2С $2,981 \pm 0,149$ pg $2n = 2x = 18$, что подтверждается другими источниками [37; 190; 193]. *K. foliatum* (B02, B06) имеет размер 2С $2,259 \pm 0,023$ pg и является диплоидным ($2n = 2x = 18$), полиплоидных образцов на данный момент еще не выявлено [37; 194; 195; 196; 197; 198; 199; 200]. Один из самых распространенных видов в галофитных пустынях *Salicornia europaea* (B46) имеет размер 2С 3,100 pg, являясь тетраплоидом ($2n = 4x = 36$) (рисунок 39), полиплоидных образцов еще не зафиксировано [201; 202].

Следующее обсуждаемое подсемейство Salsoloideae, к которому относятся 2 трибы (Salsoleae, Caroxyloneae). Триба Salsoleae в объеме наших исследований представлена 3 родами: *Xylosalsola*, *Salsola* и *Anabasis*. Образец B23 вида *Xylosalsola arbuscula* обладает размером генома 6,011 pg, который равен $2n = 8x = 72$ (октоплоид) (рисунок 40). Образец B25 показал размер 2С 3,250 pg – тетраплоид ($2n = 4x = 36$), хотя в литературных источниках до настоящего момента приводились только диплоидные формы данного вида [193; 203]. Для *Salsola tragus* (B36, B38) образцы показали размер 2С $3,693 \pm 0,19$ pg – ($2n = 4x = 36$) тетраплоид. По литературным данным известны, как диплоидные [204], так и тетраплоидные образцы [193; 198; 199; 205]. *Anabasis aphylla* (B47) с размером 2С 5,899 pg имеет предполагаемую плоидность $2n = 8x = 72$ (октоплоид), в литературе для этого вида пока известны только диплоидные образцы [206].

Из трибы Caroxyloneae в настоящей работе представлены 3 рода: *Climacoptera*, *Petrosimonia*, *Caroxylon*. По роду *Climacoptera* проанализировано 3 вида: *Climacoptera obtusifolia* (B28) размер 2С 3,155 pg ($2n = 4x = 36$) тетраплоид; *C. lanata* (B29) 2С 1,579 pg ($2n = 2x = 18$) диплоид; *C. longistylosa* (B35) 2С 1,552 pg ($2n = 2x = 18$) диплоид. Следует отметить, что по перечисленным выше видам рода *Climacoptera* плоидность в базе данных CCDB еще не приводилась. Однако для близкородственного вида *Climacoptera amblyostegia* (Botsch.) Botsch. характерно диплоидное число хромосом [200]. *Petrosimonia sibirica* (B51) размер генома ДНК 2,837 pg, соответственно он тетраплоид ($2n = 4x = 36$). Данные по плоидности этого вида приводятся впервые. Близкородственный ему вид *Petrosimonia brachiata* (Pall.) Bunge является диплоидом [207]. Для *Caroxylon orientale* (*Salsola orientalis*) (B27) выявлен размер 2С $5,728 \pm 0,10$ pg ($2n = 8x = 72$, октоплоид), что соответствует

литературным данным [203]. *Caroxylon nitrarium* (*Salsola nitraria*) (B39, B40) – $1,918 \pm 0.189$ pg, диплоид ($2n = 2x = 18$) [193; 203].

Подсемейство Suaedoideae триба Suaedeae род *Suaeda*: *Suaeda microphylla* (B41) размер 2С 5,844 pg – октоплоид ($2n = 8x = 72$), по источникам исследованы только диплоиды [200; 207; 208]. Образец В44 вида *S. linifolia* имеет размер генома ДНК 3,045 pg и является тетраплоидом ($2n = 4x = 36$), а образец В45 размер С2 1,652 pg – диплоидом ($2n = 2x = 18$) (рисунок 41), между тем литературные сводки содержат результаты только по диплоидным образцам [194; 198; 199; 202; 205; 207; 209].

Для *S. acuminata* не получилось выявить размер генома ДНК. По имеющимся источникам для данного вида характерны диплоидное [195; 197; 204; 207; 209] и октоплоидное [207] числа хромосом. Образцы вида *Suaeda altissima* (B42, B43) показали очень интересные результаты по проточной цитометрии. Так, размер генома ДНК составил $7,409 \pm 0,27$ pg, что равно $2n = 10x = 90$ и представляет собой явный полиплоид, тогда как в литературе таких данных нет [194; 198; 204; 207; 208; 209; 210].

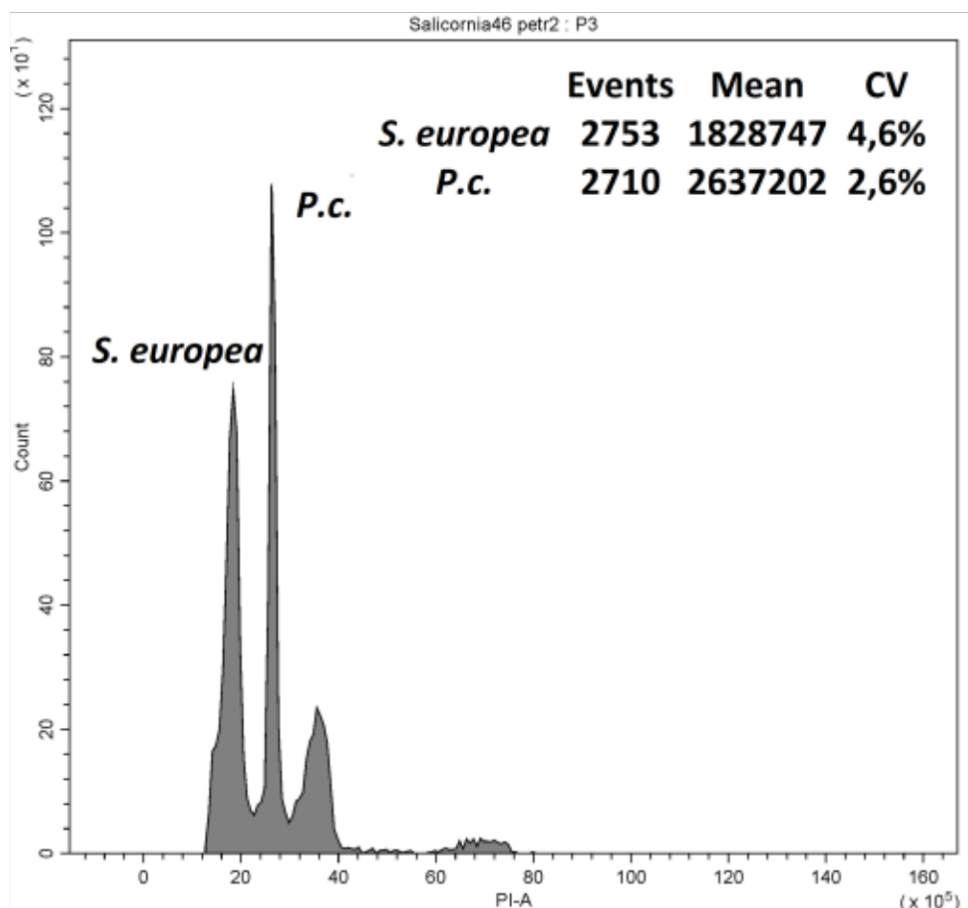


Рисунок 39 – Размер генома *Salicornia europaea*

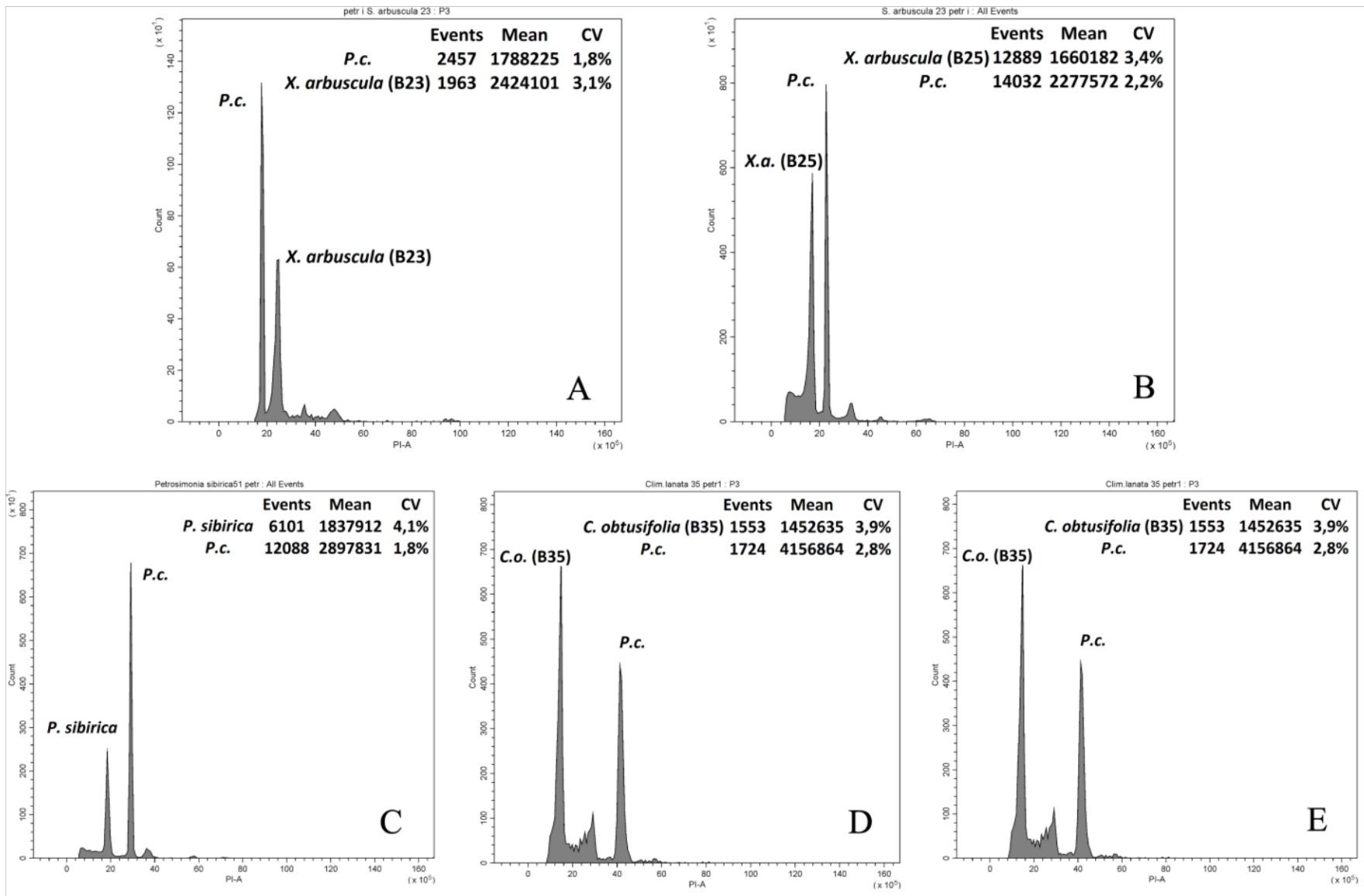


Рисунок 40 – Размер генома видов подсемейство Salsoloideae

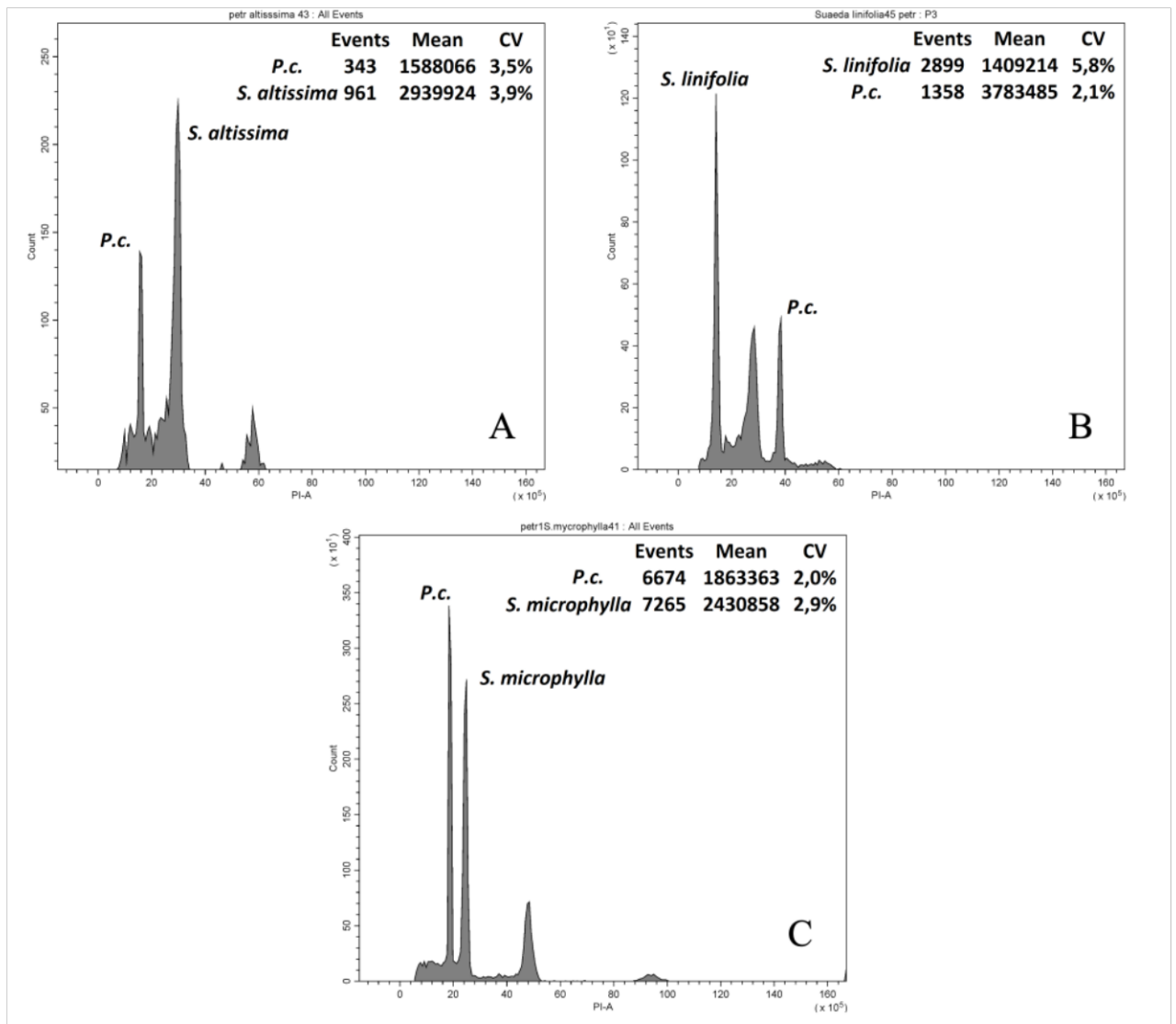


Рисунок 41 – Размер генома видов подсемейство Suaedoideae

Из трибы Ахургеидеae подсемейства Chenopodioideae нами проанализирован только один вид (*Ceratocarpus utriculosus* (B53)), так как только он входит в число доминантом растительных сообществ исследуемой территории. Размер генома его ДНК равен 1,645 pg, что соответствует диплоиду ($2n = 2x = 18$) и подтверждается литературными источниками [194; 211].

Из полученных данных по ITS и хлоропластным фрагментам генома в построенных деревьях четко прослеживается расхождение видов (рисунок 24; 25), что указывает на их таксономическую самостоятельность.

Хорошо выражены подсемейства (Salsoloideae, Suaedoideae, Salicornioideae, Chenopodioideae), трибы (Salsoleae, Caroxyloneae, Suaeae, Salicornieae, Ахургеидеae) и рода (*Kalidium*, *Halocnemum*, *Halostachys*, *Salicornia*, *Xylosalsola*, *Salsola*, *Caroxylon*, *Climacoptera*, *Petrosimonia*, *Anabasis*, *Suaeda*, *Ceratocarpus*). Учитывая данные ранее опубликованных работ по подсемейству Salsoloideae, в частности по роду *Salsola*, который в настоящее время разделен на 3 рода (*Xylosalsola*, *Salsola*, *Caroxylon*), следует отметить, что результаты наших исследований подтверждают различие между ними. Выделение трибы Caroxyloneae существенно меняет таксономическую структуру данного

семейства. Более детальное изучение видов семейства Chenopodiaceae подтверждает широкий диапазон полиморфизма его представителей и делает необходимым использование детального дифференцированного подхода при уточнении его систематической структуры. Каждый вид, представленный в этой работе, подтвержден результатами сопоставимыми с данными базы NCBI. Согласно полученным данным большинство родов и видов расположились в филогенетическом дереве по ожидаемым местам (рисунок 24; 25) [212; 213; 214; 215; 216; 217; 218; 219]. Однако следует отметить, что недостаточная изученность рода *Climacoptera*, в особенности видов *Climacoptera lanata*, *C. obtusifolia*, *C. longistylota* вызвала определенное затруднение в определении данных видов. Это обстоятельство послужит основанием для дальнейших более детальных исследований этого рода. Кроме того, результаты изучения видов рода *Ceratocarpus* также требуют продолжения исследований, так как согласно литературным данным *Ceratocarpus utriculosus* является синонимом вида *C. arenarius* [220; 221; 222]. Однако по нашим данным это разные виды. Для уточнения их таксономической самостоятельности необходимы исследования по уточнению морфологии и молекулярно-генетических характеристик, а также особенностей распространения этих видов.

Согласно литературным данным семейства Caryophyllaceae и Chenopodiaceae порядка Caryophyllales отделились от друг друга (в самостоятельные группы) примерно 90 млн. лет назад [223], а по нашим – 92,94 млн. лет. Это произошло приблизительно в первой половине периода Cretaceous. Затем крупное разделение внутри семейства (касательно изучаемых видов) произошло по нашим данным в 58,87 млн. лет назад, при котором подсемейство Salsoloideae стало самостоятельным, отделившись от группы остальных подсемейств (Suaedoideae, Salicornioideae и Chenopodioideae). Это произошло в первой части Paleogene (Paleocene). Затем в конце Eocene (по нашим данным 35,41 млн. лет назад), произошло следующее крупное разделение между исследуемыми подсемействами, в частности Suaedoideae и Chenopodioideae отделились от Salicornioideae. А подсемейства Suaedoideae и Chenopodioideae разделились уже в Oligocene (27,5 млн. лет назад). Из чего следует, что данные подсемейства в рассматриваемой группе таксонов являются самыми эволюционно молодыми [45].

Рассмотрим подсемейство Chenopodioideae, по которому исследуемым объектом является только род *Ceratocarpus* с видом *C. utriculosus*. Данный вид является синонимом *C. arenarius*, но ITS дерево и эволюционное дерево (рисунок 24) хорошо демонстрируют самостоятельность этих таксонов, расположенных достаточно далеко друг от друга. При этом их разделение в процессе эволюции произошло по нашим данным приблизительно 5,62 млн. лет назад. Для подтверждения полученных результатов необходимы дополнительные исследования.

По подсемейству Suaedoideae результаты наших исследований вполне сопоставимы с данными других исследователей. К данному подсемейству относится 1 род, из состава которого нами изучены 4 характерных для флоры долины р. Сырдарья вида: *Suaeda microphylla*, *S. altissima*, *S. linifolia*, *S.*

acuminata. Эти виды четко отличаются по ITS и хлоропластным фрагментам, а также по эволюционному дереву. Согласно нашим исследованиям, данный род оформился в качестве самостоятельной таксономической единицы 16,11 млн. лет назад, при этом его виды сформировались в Quaternary периоде, как и большинство других видов.

Одним из крупных рассматриваемых нами подсемейств является *Salicornioideae* к которому относится только одна триба *Salicornieae*. По нашим данным в эволюционном плане эта ветвь начала свое формирование и дальнейшее развитие примерно 17,57 млн. лет назад. В этот период начали оформляться основные рода данной трибы. Из этой группы нами изучены 5 видов, относимых к 4 родам: *Kalidium foliatum*, *K. caspicum*, *Halocnemum strobilaceum*, *Halostachys belangeriana*, *Salicornia europaea*. Образование большинства из перечисленных видов относится к Quaternary периоду, тогда как виды *Kalidium foliatum* и *K. caspicum* разделились уже в середине Neogene (Miocene), т.е. 8,45 млн. лет назад. Это подтверждается данными ITS и хлоропластными фрагментами генома. Об этих отличиях указывается также в работе Osmonali et al. [37], в которой упоминается о необходимости дальнейшего изучения видов рода *Kalidium*.

Salsoloideae еще одно крупное подсемейство, объединяющее множество родов и видов. Рассматриваемые виды этой группы – *Climacoptera lanata*, *C. obtusifolia*, *C. longistylosa*, *Petrosimonia sibirica*, *Anabasis aphylla* – располагаются по данным наших исследований аналогично литературным источникам [1; 2; 3; 4; 5; 214; 215; 216; 217; 218; 219; 220; 221].

Особо интересный результат показали исследования видов: *Xylosalsola arbuscula* (*Salsola arbuscula*), *Salsola tragus*, *Caroxylon nitrarium* (*Salsola nitraria*), *C. orientale* (*Salsola orientalis*), которые не так давно относились к одному роду *Salsola*. Период зарождения, отделившегося от *Salsola* рода *Xylosalsola* (*X. arbuscula*), датируется приблизительно 11,49 млн. лет назад, что подтверждает его самостоятельность. Разделение между родами *Caroxylon* и *Salsola* произошло значительно раньше, а именно приблизительно 45,58 млн. лет тому назад, т. е. в Paleogene [45].

Триба *Caroxyloneae*, объединяющая рода *Climacoptera*, *Petrosimonia*, *Caroxylon* и некоторые др. сформировалась согласно нашим исследованиям примерно 25,13 млн. лет назад.

Таким образом, благодаря молекулярно-генетическим исследованиям установлены приблизительные периоды образования подсемейств, триб и родов семейства *Chenopodiaceae*.

В результате исследования, доминантных видов семейства *Chenopodiaceae* флоры долины реки Сырдарьи:

- определены приблизительное число их плоидности и размеры генома. Для многих видов, в частности представителей рода *Climacoptera*, размер генома впервые изучен методом проточной цитометрии;

- выявлены новые данные по плоидности видов, в частности тетра-, окто- и полиплоидные образцы: *Halostachys belangeriana* (B20 - октоплоид), *Salicornia europaea* (B46 - тетраплоид), *Xylosalsola arbuscula* (B23 – октоплоид,

B25 – тетраплоид), *Anabasis aphylla* (B47 - октоплоид), *Climacoptera obtusifolia* (B28 – тетраплоид), *Petrosimonia sibirica* (B51 - тетраплоид), *Caroxylon orientale* (B27 - октоплоид), *Suaeda microphylla* (B41 - октоплоид), *S. linifolia* (B44 - тетраплоид), *Suaeda altissima* (B42, B43 – полиплоид ($2n = 10x = 90$));

- составлено филогенетическое дерево с использованием видов 4 подсемейств: Salsoloideae (*Xylosalsola*, *Salsola*, *Caroxylon*, *Climacoptera*, *Petrosimonia*, *Anabasis*), Suaedoideae (*Suaeda*), Salicornioideae (*Kalidium*, *Halocnemum*, *Halostachys*, *Salicornia*), Chenopodioideae (*Ceratocarpus*);

- составлено дерево периода происхождения подсемейств, триб, родов.

3.5.2 Филогения, размер генома и полиплоидия видов рода *Kalidium*

Род *Kalidium* Moq. относится к трибе Salicornieae подсемейства Salicornioideae [218; 224] самого крупного семейства флоры казахстанской части пустынь Северного Турана [225] Chenopodiaceae (Amaranthaceae s. lato). Виды рода *Kalidium* являются эугалофитами и до недавнего времени разделялись на шесть видов: *Kalidium foliatum* (Pall.) Moq., *K. caspicum* (L.) Ung.-Sternb., *K. cuspidatum* (Ung.-Sternb.) Grubov, *K. gracile* Fenzl, *K. schrenkianum* Bunge и *K. wagenitzii* (Aellen) Freitag & G.Kadereit. В 2020 г. подвид *K. cuspidatum* var. *sinicum* A. J. Li [226] был переведен в ранг вида *K. sinicum* (A. J. Li) H.C. Fu et Z.Y. Chu [227], а в конце 2022 г. был описан 8 вид этого рода – *Kalidium juniperinum* Sukhor. & Lomon. [216]. Основной ареал рода охватывает ирано-туранские и центрально-азиатские пустыни [218].

Представители рода *Kalidium* - голые карликовые кустарники или небольшие кустарнички, в основном с редуцированными, полустеблеобъемлющими листовыми пластинками. У видов *K. foliatum*, *K. wagenitzii* и *K. juniperinum* встречаются вальковатые (теретичные) [216] и сочные листовые пластинки до 1,2 см длиной. Цветоносы состоят из трех погруженных цветков с объединенными сегментами, имеющими 4-5 зубцов. Тычинок 1 или 2, плоды с паренхиматозным околоплодником и желтой или коричневатой тонкой семенной оболочкой с мелкопапиллярной поверхностью [216]

Согласно литературным источникам, виды рода *Kalidium* играют важную роль в поддержании баланса луговых экосистем и предотвращении эрозии почв [228]. Сравнительные исследования показали, что виды рода *Kalidium*, являясь доминирующим видом в пустынных районах обладают высокой устойчивостью к засоленной и щелочной почве, а также к засухе [228; 229]. Являясь суккулентами виды рода *Kalidium* в основном используются в качестве зимних кормов для верблюдов, лошадей и овец [230]. Кроме того, было доказано, что этаноловые сырые экстракты воздушных частей *K. foliatum* обладают высокой антибактериальной активностью [231].

Обзор литературных данных показал, что большинство научных работ, связанных с изучением видов рода *Kalidium* нацелены на изучение актуальной проблемы - явления солеустойчивости. Особенно хорошо к соленой среде

обитания приспособлены: *Kalidium foliatum*, *K. caspicum* [233; 234; 235; 236; 237; 238].

Незначительное число работ относятся к исследованиям систематики рода. Имеются работы, содержащие информацию для об объеме триб и подсемейства, в которых две трибы объединяются в одну трибу – *Salicornieae* [218; 224]. В недавно опубликованной работе китайских ученых приведена информация по штрих-кодированию ДНК видов рода *Kalidium*, а также обосновывается самостоятельность вида *K. sinicum* [228]. В настоящей работе приведены результаты изучения видов рода *Kalidium* также на молекулярно-генетическом уровне, но с других регионов мира, что дает возможность для сравнительного анализа.

Для одного вида - *K. foliatum* уже сделан полногеномный анализ хлоропластного ДНК, в результате которого этот вид филогенетически оказался родственным двум видам *Salicornia* – *S. bigelovii* Torr., *S. brachiata* Roxb. [239].

В большинстве случаев виды рода *Kalidium* используются как Outgroup для различных исследовательских работ по другим родам трибы *Salicornia* [217; 240; 241]. Также имеются работы по особенностям морфологии пыльцы представителей трибы *Salicornia* с приведением классификации [242].

По литературным данным в целом на территории Казахстана род *Kalidium* представлен 3 видами: *Kalidium caspicum*, *K. foliatum* и *K. schrenkianum* [65; 127; 128; 129]. Но в 2022 г. Сухоруков А.П. и Ломоносова М.Н. описали новый вид - *Kalidium juniperinum* Sukhor. & Lomon., встречающийся большей частью в Центральной и Северной частях Казахстана [216]. К сожалению, данная работа была опубликована позже, чем был проведен наш молекулярно-генетический анализ. Поэтому материалы *Kalidium juniperinum* нами не анализировались.

Актуальность данного исследования заключается в том, что популяции видов рода *Kalidium* в засоленных пустынях Казахстана занимают большие площади, в то время как подавляющее большинство других растений в таких условиях просто не способно произрастать. При этом следует отметить, что виды рода *Kalidium* в большинстве случаев образуют монодоминантные сообщества, и лишь иногда наблюдается совместное произрастание 2 видов и очень редко 3 видов рода. Обычно 2 вида не могут доминировать вместе, если это не особый случай, где есть воздействие внешнего, как правило антропогенного воздействия. Причем, по нашим наблюдениям в местах совместного произрастания 2 видов происходит их гибридизация видов. Однако, учитывая специфичность морфологического строения видов рода *Kalidium*, визуально в полевых условиях практически невозможно определить гибридные растения.

В пустынной части долины реки Сырдарья, к числу доминантных видов рода *Kalidium*, образующих крупные сообщества, относятся *K. caspicum* и *K. foliatum*. В период полевых работ (2021-2022) были выявлены популяции, в которых встречаются оба вида с преобладанием, в большинстве случаев *Kalidium caspicum*. Также были отмечены монопопуляции с доминированием только *K. caspicum*, занимающие большую площадь. В этих популяциях особи

K. caspicum были хорошо развиты и достигали более крупных размеров нежели в других популяциях, но по морфологии ничем не отличались.

Первоначально отобранные образцы растений были изучены методом проточной цитометрии. Одним из самых распространенных случаев использования этого метода является изучение гибридогенных процессов, проявляющихся в виде полиплоидий и анеуплоидий [243]. В результате исследования наших образцов были выявлены такие гибридные и полиплоидные экземпляры, что потребовало проведения дополнительных анализов. Для более точного определения гибридогенных и полиплоидных образцов было решено использовать методы молекулярной генетики (ITS и хлоропластные фрагменты).

Одним из важнейших молекулярных методов при изучении родственных отношений в надвидовой систематике является сравнение и анализ выравненных последовательностей ДНК отдельных фрагментов генома и пластома растений. При исследовании фрагментов генома (ядерная ДНК) наиболее популярен анализ ITS (Internal transcribed spacer) рибосомальной ДНК (ITS rDNA), а в пластоме используется большой спектр генов и интронов [142].

Материал собран в пределах Жетысуской, Алматинской и Кызылординской областей Казахстана. Наибольшее количество проанализированного материала было собрано в Кызылординской области, где встречаются самые крупные популяции изучаемых объектов. Все точки наших сборов, а также точки, приводимые другими исследователями в базе данных NCBI, представлены в Приложении Ж, 3.

В результате экспедиционных выездов для исследований были привлечены образцы представителей *Kalidium* из 15 популяций. Однако, в настоящей статье приводятся результаты изучения методом проточной цитометрии исследованных образцов только 11 популяций. К сожалению, картина, полученная в результате анализа образцов 4 популяций (включая образец вида *K. schrenkianum* из Алматинской области) не позволила ее соответствующим образом интерпретировать. С нашей точки зрения это связано со скоплением значительного количества метаболитов в клетках этих образцов растений, обусловленным поздним периодом (сентябрь) их сбора.

На основе обобщения и критического анализа полученных нами в процессе исследований данных, включая сиквенсы из базы данных NCBI с помощью программы QGIS, была составлена карта распределения точек изученных образцов (рисунок 42) [37].

Проточная цитометрия

Размер генома (содержание ДНК в ядрах) был определен у 2 видов рода *Kalidium* (*K. caspicum*, *K. foliatum*) из 11 популяций (таблица 7). Результаты исследований, приведенные в таблице 1 и 2 (рисунок 43) сверены с базой данных Chromosome Counts Database (CCDB).

Результатом, полученным при использовании метода проточной цитометрии явилось наличие среди изученных образцов предположительно гибридогенных и полиплоидных (тетраплоидных) видов (таблица 8) в следующих популяциях: B01, B08, B09, B10, B11.

Таблица 7 – Содержание ДНК в ядрах видов рода *Kalidium* и ожидаемая плоидность на основе данных цитометрии

Вид	Популяции	Количество исследованных образцов	Содержание ДНК $2C \pm SD$, пг	Ожидаемая плоидность и количество хромосом	Количество хромосом на основе литературных данных
<i>K. foliatum</i>	B02, B05, B06	9	2,259 ± 0,023	2n = 2x = 18	18
<i>K. caspicum</i>	B03, B04, B07	9	2,981 ± 0,149	2n = 2x = 18	18, 36
	B01, B08, B09, B10, B11	11	5,993 ± 0,139	2n = 4x = 38	
<i>K. caspicum</i> × <i>K. foliatum</i>	B07 (предполагаемый гибрид)	1	2,616	2n = 2x = 18	-

Таблица 8 – Данные исследования плоидности видов *Kalidium* методом внешней стандартизации без изменения настроек цитометра

Pop.	Вид	Среднее значение флуоресценции пика	Индекс	Ожидаемая плоидность и количество хромосом
B01	<i>K. caspicum</i>	2510351	2,0	2n = 4x = 38
B02	<i>K. foliatum</i>	1091471	1,0	2n = 2x = 18
B03	<i>K. caspicum</i>	1234585	1,0	2n = 2x = 18
B04	<i>K. caspicum</i>	1280461	1,0	2n = 2x = 18
B05	<i>K. foliatum</i>	1137314	1,0	2n = 2x = 18
B06	<i>K. foliatum</i>	1159205	1,1	2n = 2x = 18
B07	<i>K. caspicum</i>	1257884	1,0	2n = 2x = 18
B08	<i>K. caspicum</i>	2575620	2,1	2n = 4x = 38
B09	<i>K. caspicum.</i>	2535060	2,1	2n = 4x = 38
B10	<i>K. caspicum</i>	2499938	2,0	2n = 4x = 38
B11	<i>K. caspicum</i>	2663129	2,2	2n = 4x = 38



Рисунок 42 – Карта распределения исследованных образцов
 А: все образцы представленные в работе; В: образцы собранные нами

Молекулярная генетика

Секвенирование ITS (ITS1-ITS4) и хлоропластных (trnQ-rpS16 и trnL(UAG)-rpL32) фрагментов было проведено для 15 популяций 3 видов: *Kalidium caspicum*, *K. foliatum* и *K. schrenkianum* (рисунок 44; 45). ITS фрагменты для популяций B10, B11, B12, B13 были сделаны по 2 образца, а для B14 – по 3.

Филогенетический анализ

ITS - Выравнивание 92 последовательностей nrITS (включая 50 новые последовательности, полученные здесь; таблица X) имеет длину 647 п.о., с 337 информативными символами экономии. Незвешенный анализ экономичности 92 последовательностей дал 7379 наиболее экономных деревьев из 1141 шагов (СИ = 0,5557). Модель замещения GTR+G является наиболее подходящей. Экономный и байесовский анализ создают идентичные топологии. Все внутригрупповые образцы, включенные в анализ nrITS, четко разделены по таксономическим группам с некоторыми отклонениями: Единственный образец ITS из Генбанка по *Kallidium schrenkiana* (KU975203) оказался идентичным ITS сиквенсам *K. gracile*; один образец *K. cuspidatum* (HM131637) идентичен *K. foliatum*; *Kalidopsis wagenitzi* (DO340146) также оказался внутри клады *Kallidium foliatum*. Образец B13 *Kallidium foliatum* оказался в кладе *K. caspicum*.

Результаты SCoT

Для анализа по SCoT методу из каждой популяции были отобраны по 3 образца. Таким образом, при общем числе изученных нами 15 популяций, всего проанализировано 45 образцов. Первоначально было использовано 10 SCoT праймеров: SCoT2, SCoT4, SCoT11, SCoT12, SCoT13, SCoT14, SCoT16, SCoT17, SCoT21, SCoT23. Однако дали хорошие результаты только 6 праймеров: SCoT11, SCoT12, SCoT13, SCoT14, SCoT21, SCoT23 (Приложение И, К). Из полученной матрицы с использованием программы MEGA 7.0 построена UPGMA дерево трех видов рода *Kalidium* (рисунок 46). Также сформированы гистограммы для межвидового и внутривидового популяционного анализа и карты точек популяций (рисунок 47; 48; 49).

По данным филогенетического древа (ITS) виды рода *Kalidium* разделились на 2 большие группы. В первую группу вошли: *K. foliatum*, *K. gracile*, *K. wagenitzi*, *K. sinicum* (*K. cuspidatum* var. *sinicum*) и *K. cuspidatum* var. *cuspidatum*. Вторая группа объединяет виды *K. caspicum* и *K. schrenkianum* (рисунок 49). Эти показатели хорошо согласуются с данными, приводимыми в работе Liang X.H. и Wu Y.X. [230]. Так же, в первой в группе вид *K. sinicum* четко (100%) расходится с другими видами: *K. foliatum*, *K. gracile*, *K. cuspidatum*. Далее, между тремя указанными видами bootstrap поддержка составляет 83%, а между видами *K. cuspidatum* и *K. gracile* - 73%. И эти, полученные нами значения близки к данным Liang X.H. и Wu Y.X. [230].

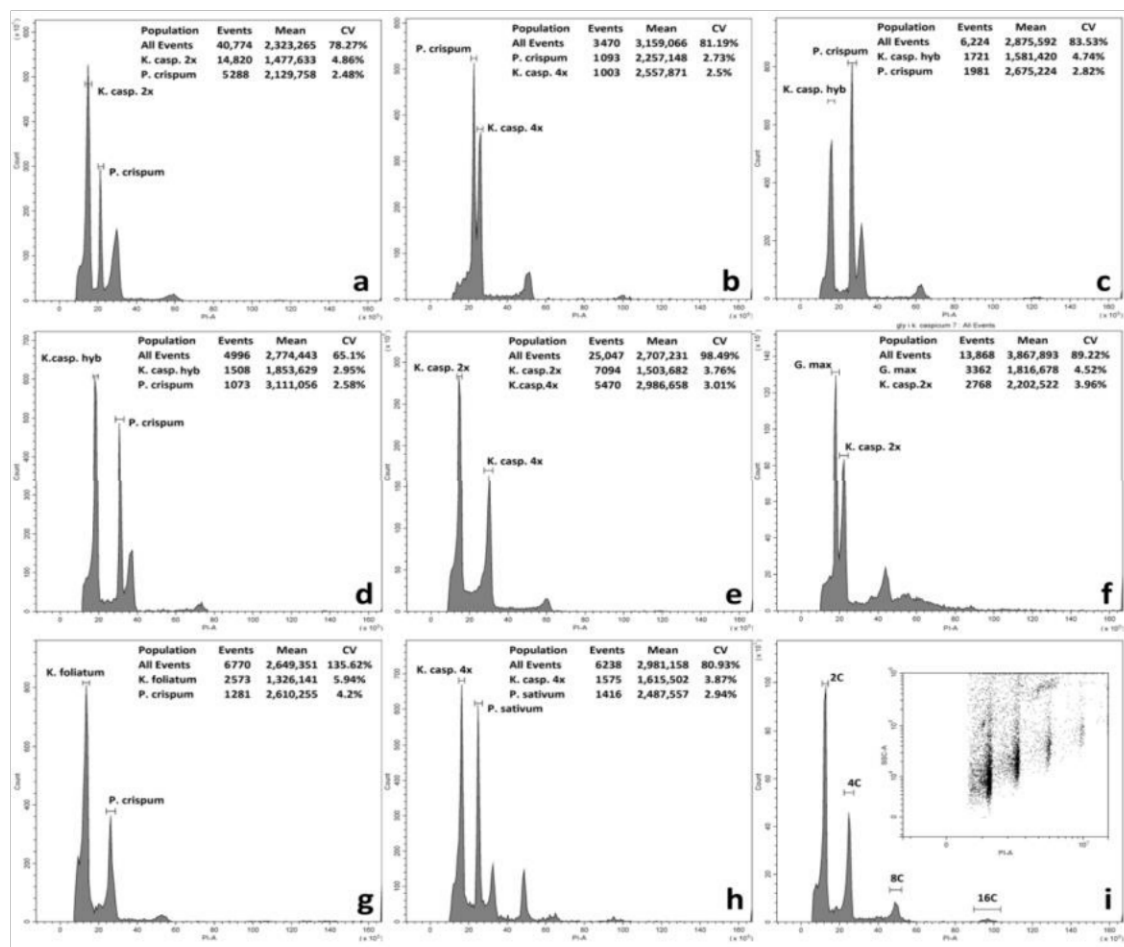


Рисунок 43 – Примеры гистограмм исследованных образцов *Kalidium*. (а) – диплоидный образец *K. caspicum* и стандартный *P. crispum*; (б) – тетраплоидный образец *K. caspicum* и стандартный *P. crispum*; (в, г) – предполагаемые гибриды *K. caspicum* × *K. foliatum* В07 и В03 pop. (2С = 2,616 и 2,663 соответственно); (е) – ди- и тетраплоидный *K. caspicum* в сочетании; (ф) – диплоидный *K. caspicum* и стандартный *G. max*; (г) – *K. foliatum* и *P. crispum*; (h) – тетраплоидный образец *K. caspicum* и стандартный *P. sativum*; (i) – пример эндополиплоидии *K. caspicum*.

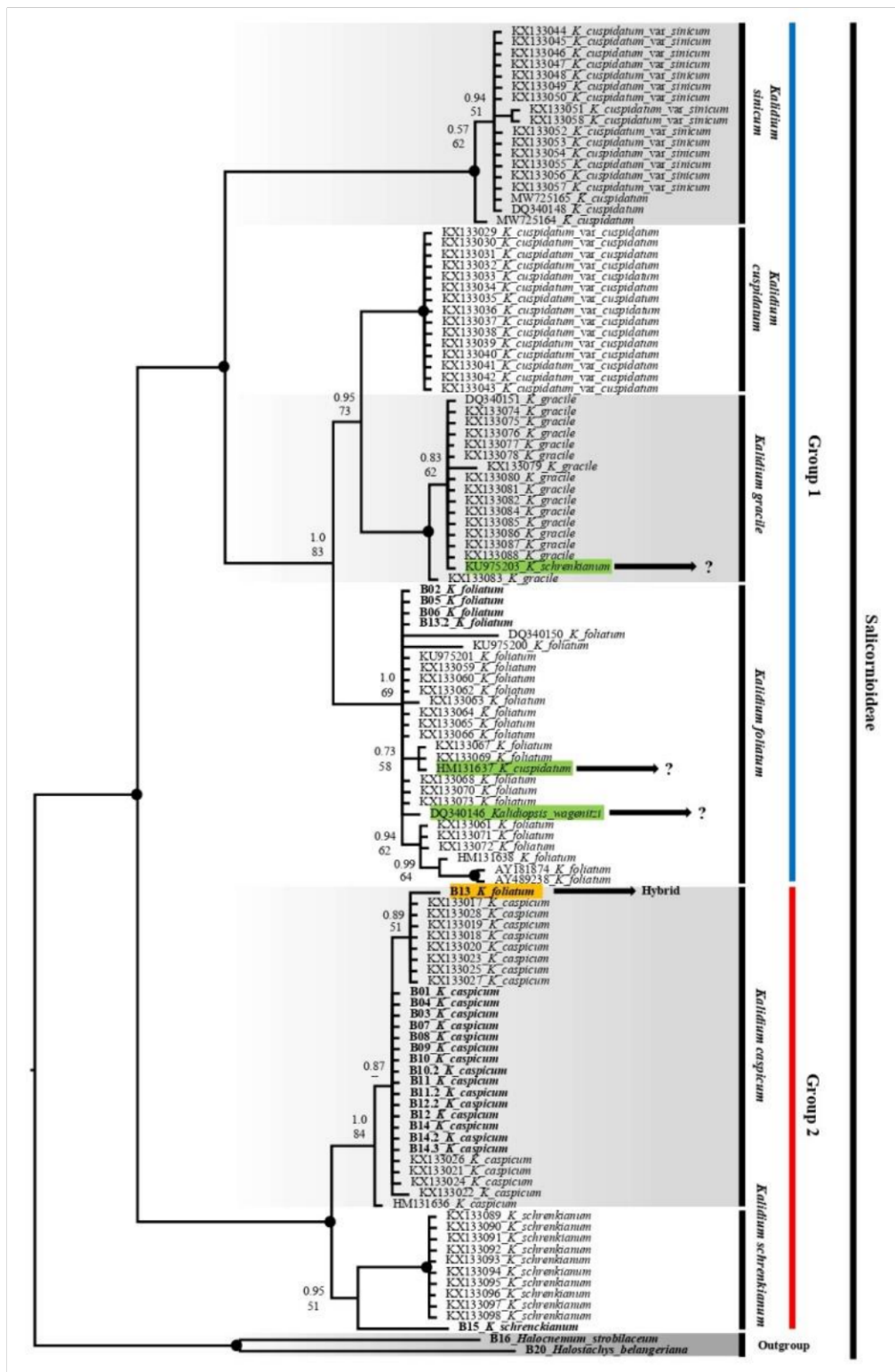


Рисунок 44 – Древо ITS рода *Kalidium*. Совместное присутствие Bayesian с вероятностью более 0,98 и bootstrap поддержки более 95% обозначено черной точкой. Предполагаемая группа *Cuspidatum* отмечена синей, а группа *Caspicum* - красной линиями. Для визуального удобства при выделении границ видов используется серый цвет. Полужирным шрифтом выделены образцы, изученные нами. Гибрид B13 *Kalidium foliatum* отмечен желтым цветом. Образцы, имеющие в дереве не ясное расположение, выделены зеленым цветом.

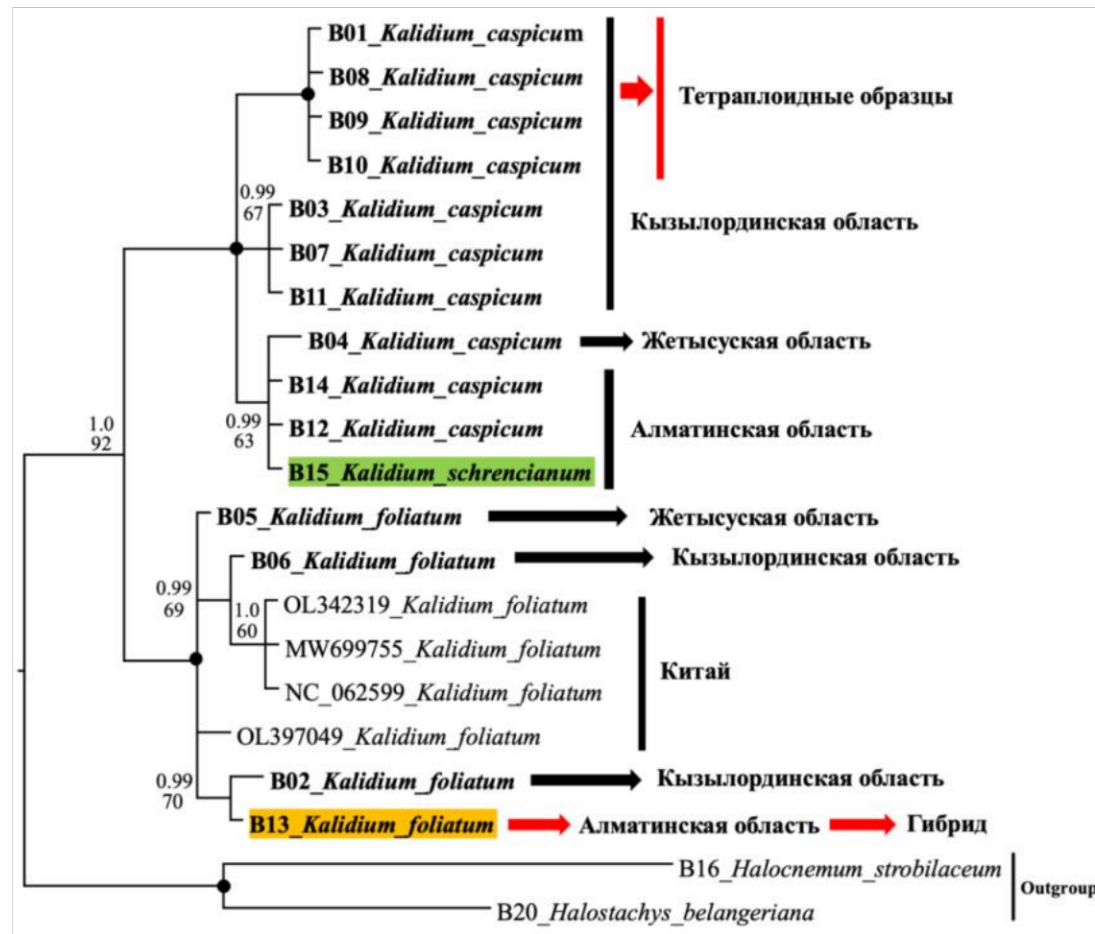


Рисунок 45 – Древо trnQ-rps16 + rpl32-trnL рода *Kalidium*. Совместное присутствие Bayesian с вероятностью более 0,98 и bootstrap поддержки более 95% обозначено черной точкой. Полужирным шрифтом обозначены образцы, выделенные нами. Гибрид B13 *Kalidium foliatum* отмечен желтым цветом. Образец B15 *Kalidium schrenkianum*, расположение которого в дереве не ясное выделен зеленым цветом. Стрелками и линиями показаны районы откуда эти образцы были отобраны. При прогонке данных через программу JModeltest получены следующие данные: TVM+G, -lnL 2301.19646, AIC 4698.392920.

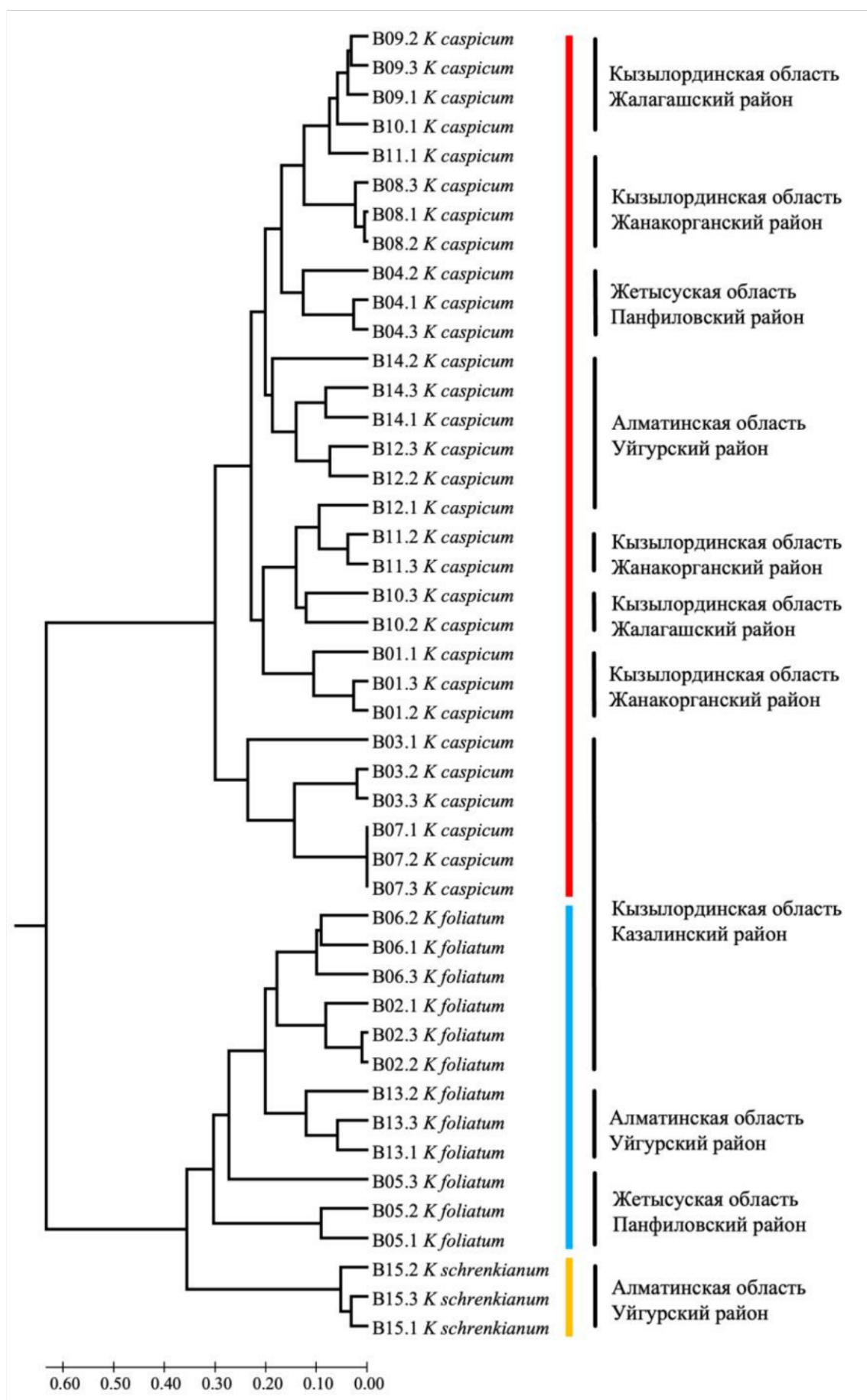


Рисунок 46 – UPGMA древо трех видов рода *Kalidium* с указанием области и региона отобранных образцов (MEGA7)

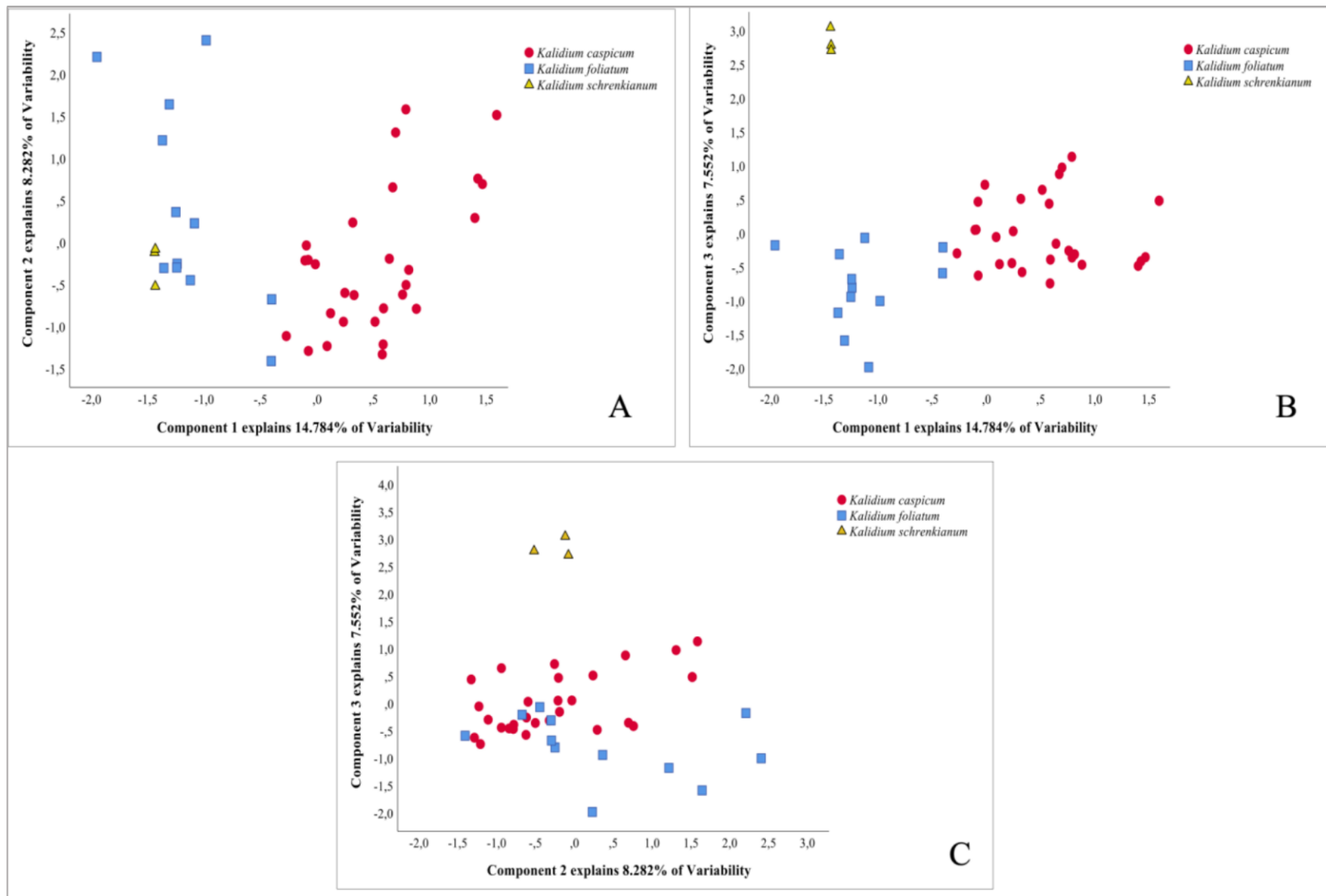


Рисунок 47 – Межвидовое расположение трех видов в гистограмме (SPSS)
 А – Компоненты 1 и 2; В – Компоненты 1 и 3; С – Компоненты 2 и 3

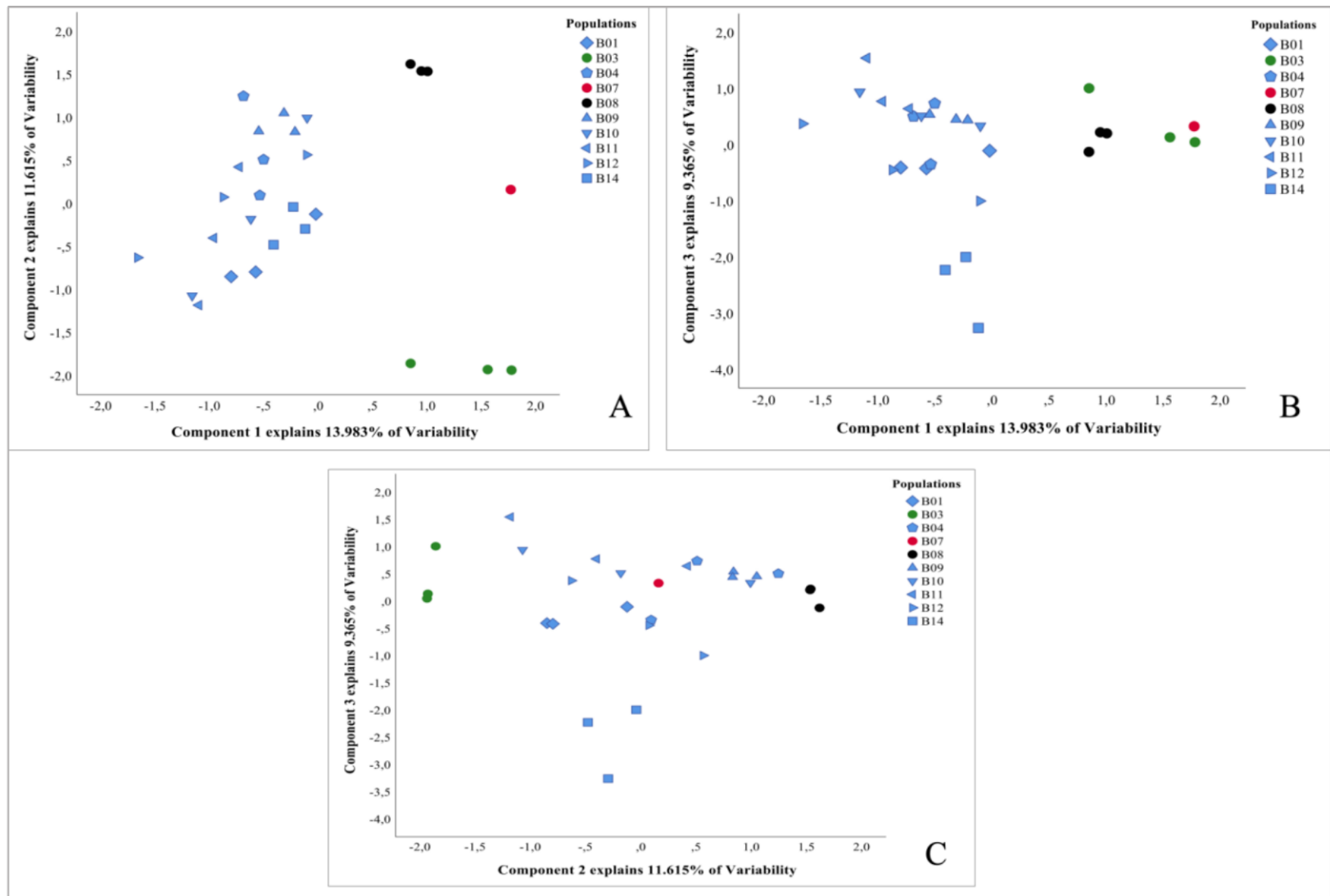


Рисунок 48 – Внутривидовое расположение популяций *Kalidium capsicum* в гистограмме (SPSS)
 А – Компоненты 1 и 2; В – Компоненты 1 и 3; С – Компоненты 2 и 3

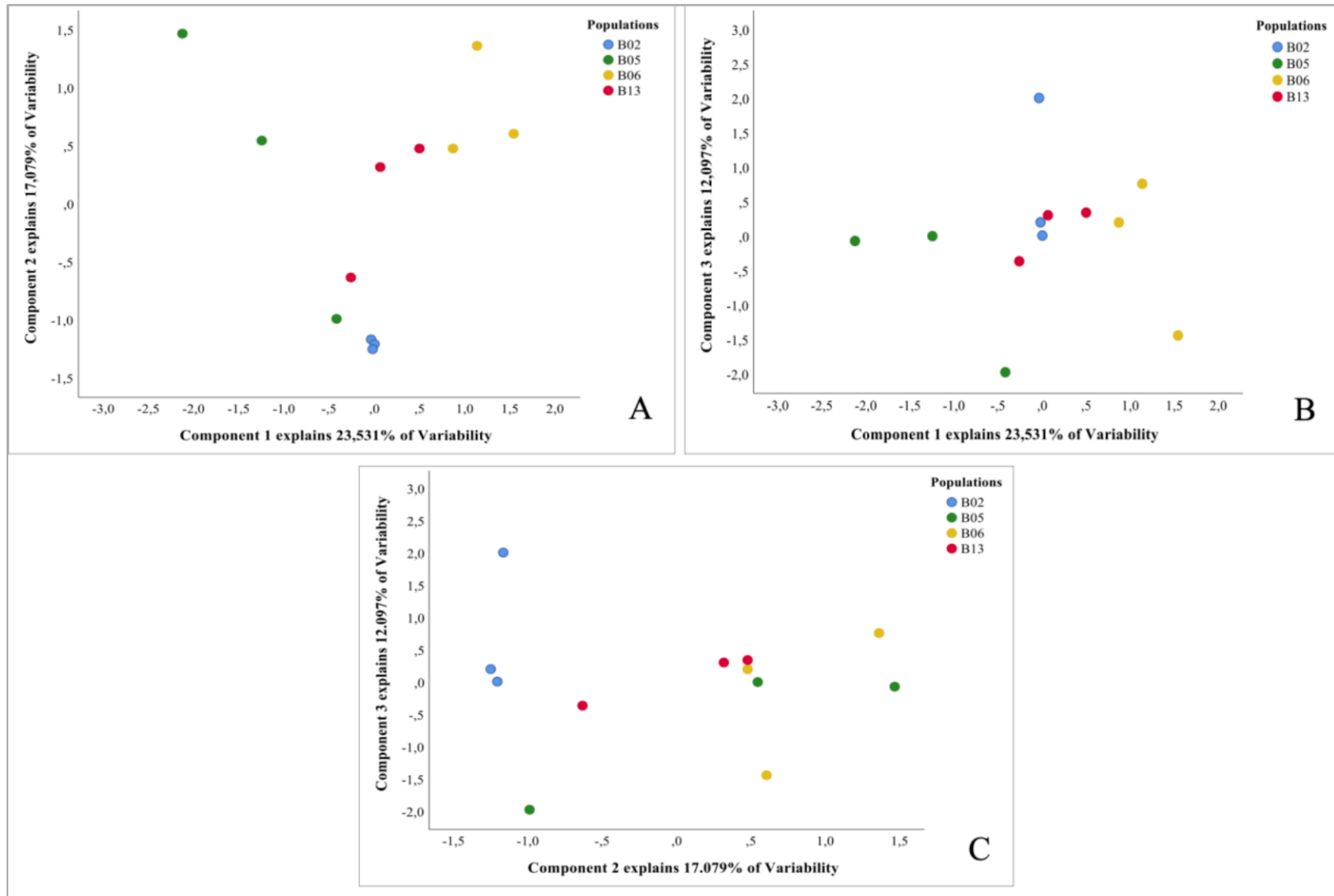


Рисунок 49 – Внутривидовое расположение популяций *Kalidium foliatum* в гистограмме (SPSS)
 А – Компоненты 1 и 2; В – Компоненты 1 и 3; С – Компоненты 2 и 3

Напомним, что внутри *K. cuspidatum* ранее выделяли (Flora of China) две вариации - *K. cuspidatum* var. *sinicum* и *K. cuspidatum* var. *cuspidatum*, первая из которых сейчас рассматривается в качестве самостоятельного вида *K. sinicum* Liang X.H. и Wu Y.X. [230]. Так как образцы под названием *K. cuspidatum* (MW725164, MW725165, DQ340148) поставлены программой в группу к *K. sinicum*, то вероятнее всего они относятся к *K. cuspidatum* var. *sinicum*. А образцы *K. cuspidatum* var. *cuspidatum* представляют собой собственно *K. cuspidatum*.

По данным ITS древа *K. gracile* является близким видом *K. cuspidatum*. К сожалению, гербарный образец *K. schrenkianum* (KU975203) из Кызылординских пустынь, найденный Н. Freitag and S. Rilke (26500) [218; 224] в окрестностях Новоказалинска (ныне Айтекеби) (Казалинский район, Казахстан) мы не видели. Поэтому объяснить почему этот образец попал в группу к виду *K. gracile* не можем.

Переходим к рассмотрению полученных результатов по *K. foliatum*, обладающего самым обширным ареалом среди всех видов рода, и соответственно имеющего по филогении целый ряд вопросов. Большинство изученных нами образцов *K. foliatum* (B02, B05, B06, B13.2) расположились вполне ожидаемо. Однако образец B13 расположился среди образцов *K. caspicum*, отстоящего от *K. foliatum* в филогенетическом древе (ITS) относительно далеко. При этом, однако следует учесть, тот факт, что обсуждаемые образцы *K. foliatum* произрастали на окраине крупной популяции *K. caspicum* (возле откоса дороги, где наблюдается изменение микрорельефа).

Для уточнения полученных результатов было проведено секвенирование другого образца *K. foliatum* (B13.2) из этой популяции, в результате которого он попал уже в свою группу образцов. После этого было проведено секвенирование хлоропластного ДНК (trnQ-rps16 + rpl32-trnL) образца B13. При сопоставлении результатов ITS и хлоропластного древа (рисунок 30) B13 оказался в своей группе, т.е. в группе *K. foliatum*, что выявило гибридную природу этого образца.

Объяснить попадание единственного имеющегося в базе NCBI образца *K. wagenitzii* (DQ340146 *Kalidiopsis wagenitz*, Н. Freitag 28801) [218; 224] в полученном филогенетическом древе в группу образцов *K. foliatum* без дополнительных исследований не представляется возможным. Между тем детальное изучение этого вопроса весьма актуально, так как *K. wagenitzii* считается эндемичным для территории Турции видом.

Еще один образец, который попал в группу вида *K. foliatum*, а именно *K. cuspidatum* (HM131638) - образец, который в свое время был использован в качестве Outgroup [217].

Перейдем к рассмотрению второй группы видов *K. caspicum* и *K. schrenkianum*.

Анализ образцов *K. schrenkianum* показал стандартный результат, имеющий незначительное внутривидовое различие по филогении (ITS), связанное скорее всего с особенностями географической привязки их местообитания [230]. При анализе сиквенсов хлоропластного ДНК образец *K.*

schrenkianum (B15) оказался среди группы *K. caspicum* (рис. 5). При этом следует отметить, что популяция *K. schrenkianum* (которая состояла не более чем из 20 экземпляров) произрастала внутри крупной популяции *K. caspicum*. Это обстоятельство позволяет сделать предположение о гибридном происхождении образца *K. schrenkianum* (B15). К сожалению, для подтверждения или опровержения данной версии мы не располагали достаточным количеством собственных сборов и ресурсами в базе NCBI.

K. caspicum по ITS фрагментам в филогенетическом древе расположился стандартным образом (рисунок 44), но по хлоропластным фрагментам виды распределились по местам сборов (рисунок 45). Учитывая, что изученные образцы были собраны из разных областей, расположенных на разных гипсометрических высотах, они довольно хорошо отличаются в филогенетическом древе. Так, образцы *K. caspicum* (B01; B03; B07; B08; B09; B10; B11), собранные в Кызылординской области произрастали на абсолютных высотах над уровнем моря от 60 до 160 м. Образцы B12 и B14, собранные в Алматинская области произрастали на высоте от 530 до 620 м, а образец B04 из Жетысуской области – на высоте 1010 м.

Самыми интересными оказались тетраплоидные (полиплоидные) образцы B01, B08, B09, B10, объединившиеся в одну группу (таблица 8), что доказывает наличие полиплоидизации внутри вида *K. caspicum*. Только образец B11 не показал ожидаемого результата (не войдя в группу тетраплоидов), что мы связываем с возможной технической ошибкой при отборе образца для анализа из данной популяции.

Обсуждая результаты анализа по SCoT, при котором *K. schrenkianum* близость к *K. foliatum*, необходимо обратить внимание на тот факт, что по данным филогенетического древа (ITS и хлоропластный ДНК) этот вид близок к *K. caspicum* (рисунок 31).

В остальном же все 3 изучаемых вида хорошо отличаются друг от друга. Из представленных образцов в популяции B07 все экземпляры оказались идентичными, в то время как в других популяциях фиксировались небольшие различия между изученными образцами.

Кроме того, анализ SCoT по UPGMA древу показал, определенный разброс в данных по близости следующих образцов B10.1, B11.1, B12.1. Так, оказалось, что образцы B10.1, B11.1 близки к популяции B09, а B12.1 – к популяции B11.

На гистограммах рисунка 31 показано межвидовое расположение рассматриваемых видов, в частности: четкое различие между тремя видами, близость между видами *K. schrenkianum* и *K. foliatum*, близость между *K. foliatum* и *K. caspicum*.

Межпопуляционный анализ *K. caspicum* показал, что популяции B03, B07 и B08 отличаются от других. Образцы этих популяций отобраны для исследований в Кызылординской области. Популяции B03 и B07 расположены значительно дальше от других популяций (а именно, в Приаральском и Казалинском районах).

Географическому расположению популяций B03, B07 и B08 более-менее соответствует гистограммы 9А и 9В карты точек рисунка 10. Несмотря на то,

что визуально на рисунке 10 популяция В08 располагается на значительном удалении от популяций В03, В07, согласно данным гистограммы, отражающей результаты анализа SCoT, она оказалась ближе к этим популяциям, чем к популяциям В09 и В10, расположенным на другом берегу р. Сырдарьи [37].

Сопоставление карты расположения популяций в целом с данными по приуроченности конкретно тетраплоидных видов свидетельствует о их сосредоточении в среднем течении р. Сырдарьи (в пределах Жалагашского и Жанакорганского районов), где наиболее широко представлены солончаковые пустыни. Возможно, это связано также и с повышением в западном направлении температуры воздуха.

К сожалению, из-за небольшого количества собранных в природе и проанализированных образцов популяций *K. foliatum*, мы не можем пока достоверно объяснить полученных результатов, отраженных на гистограммах и карте.

По данным проведенных исследований:

- составлено филогенетическое древо видов рода *Kalidium* (с учетом данных базы NCBI);

- в долине р. Сырдарьи наиболее широко представлен *K. caspicum*, являющийся доминантом галофитных пустынь;

- в среднем течении Сырдарьи выявлено сосредоточение тетраплоидных популяций *K. caspicum*;

- *K. foliatum*, как в долине р. Сырдарьи, так в долине р. Или встречаются значительно реже;

- *K. schrenkianum* в долине р. Сырдарьи не встречается, занимая более восточные территории;

- между *K. foliatum* и *K. caspicum* встречаются гибриды, обнаруженные нами в долине р. Или;

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате проведенных исследований на территории пустынной части долины р. Сырдарьи выявлен современный видовой состав семейства Chenopodiaceae, представленный 112 видами, относящимися к 37 родам. К полиморфным группам относятся роды: *Atriplex* (16 видов), *Suaeda* (11 видов), *Salsola* (9 видов), *Bassia* (8 видов). Преобладают роды, представленные малым числом видов (25 родов по 1-2 вида). По жизненным формам преобладают однолетники. Для флоры Кызылординской области добавлено 16 видов сем. Chenopodiaceae.

Изучение состава антропофильного элемента показало, что несмотря на самую большую представленность Chenopodiaceae во флоре исследуемого региона, по количеству сорных видов это семейство стоит на третьем месте после семейств Asteraceae и Brassicaceae.

2. Изучение фитоценологических особенностей маревых долины р. Сырдарьи показало, что для сильно и очень сильно засоленных участков глинистых пустынь характерны сообщества, в которых процентное участие видов семейства Chenopodiaceae составляет 80% и больше, иногда 100%. В мало- и незасоленных песчаных пустынях долины р. Сырдарьи в составе растительного покрова доля представителей Chenopodiaceae весной достигает 20%, осенью увеличивается до 50-60%. В таких сообществах, как кереевые, биюргуновые и др. зафиксировано наименьшее колебание процентного участия видов Chenopodiaceae, которое составляет в среднем 40-60%.

3. Почвенные исследования показали, что по предпочтению к той или иной степени засоления почв среди изученных видов можно выделить 4 группы:

- виды, приуроченные к незасоленным и слабозасоленным почвам (*Anabasis aphylla*, *Atriplex dimorphostegia*, *Bassia prostrata*, *Ceratocarpus utriculosus*, *Chenopodium album*, *Pyankovia brachiata*, *Caroxylon nitrarium*, *C. orientale*, *Salsola tragus*);

- виды, предпочитающие слабо-, иногда средnezасоленную почву (*Atriplex sagittata*, *A. tatarica*, *Bassia odontoptera*, *Haloxylon aphyllum*, *Krascheninnikovia ewersmanniana*, *Xylosalsola arbuscula*);

- виды, приуроченные к средне- и сильнозасоленным субстратам (*Climacoptera lanata*, *Petrosimonia sibirica*, *Suaeda altissima*, *S. linifolia*, *S. crassifolia*);

- виды, предпочитающие сильно- и очень сильнозасоленные почвы (*Halostachys caspica*, *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium caspicum*, *K. foliatum*, *Salicornia europaea*, *Suaeda acuminata*, *S. microphylla*).

4. Изучение анатомического строения ассимиляционных органов выявило следующие их типы:

- Кориспермоидный тип (Corispermoid-type) – для *Krascheninnikovia ewersmanniana*, *Agriophyllum pungens*, *Ceratocarpus utriculosus*;

- Вентро-дорсальный тип (Ventre-dorsal type) – для *Salicornia europaea*, *Halostachys caspica*, *Halocnemum strobilaceum*, *Kalidium caspicum*, *K. foliatum*;

- Кохиоидный тип (Kochioid-type) – для *Bassia prostrata*;

- Атрипликоидный тип (Atriplicoid-type) – для *Atriplex dimorphostegia*;
- Сальзина тип (Salsina-type) – для *Suaeda microphylla*;
- Шоберия тип (Shoberia-type) – для *Suaeda acuminata*;
- Сальсолоид тип (Salsoloid-type) – для *Anabasis aphylla*, *Haloxylon aphylla*, *Halothamnus subaphyllus*, *Salsola tragus*, *S. sogdiana*, *Xylosalsola arbuscula*, *Caroxylon orientale*, *C. nitrarium*, *Petrosimonia sibirica*;

- Климакоптера тип (Climacoptera-type) – для *Climacoptera lanata*.

5. В результате молекулярно-генетических исследований:

- выявлены новые данные по размерам генома и предполагаемой плоидности видов, в частности тетра-, окто- и декаплоидные образцы: *Halostachys belangeriana* (B20 - октоплоид), *Salicornia europaea* (B46 – тетраплоид), *Xylosalsola arbuscula* (B23 – октоплоид, B25 – тетраплоид), *Anabasis aphylla* (B47 - октоплоид), *Climacoptera obtusifolia* (B28 – тетраплоид), *Petrosimonia sibirica* (B51 - тетраплоид), *Caroxylon orientale* (B27 - октоплоид), *Suaeda microphylla* (B41 - октоплоид), *S. linifolia* (B44 - тетраплоид), *S. altissima* (B42, B43 – декаплоид ($2n = 10x = 90$));

- определено, что наиболее широко на изучаемой территории представлен *Kalidium caspicum*, являющийся доминантом галофитных пустынь;

- в среднем течении р. Сырдарьи выявлено сосредоточение тетраплоидных популяций *Kalidium caspicum*;

- составлено древо времени происхождения подсемейств, триб, родов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Осмонали Б.Б., Веселова П.В., Кудабаета Г.М. Современный видовой состав сем. *Chenopodiaceae* Vent. (*Amaranthaceae* Juss.) флоры пустынной части долины р. Сырдарья // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2021. – Т. 20, № 1. – С. 336-340. DOI: 10.14258/pbssm.2021067
- 2 AP05131957 «Мониторинговые исследования восстановления естественной растительности на заброшенных рисовых полях Кызылординской области, перспективы их использования» (2018-2020 гг.).
- 3 AP08956492 «Реликтовые туранговники долины р. Сырдарья (видовой состав, антропогенное воздействие, вопросы охраны)» (2020-2021 гг.)
- 4 AP09258929 «Перспективы использования корреляции между составом антропофильного элемента флоры пустынной части долины р. Сырдарья и типом нарушенности земель в прогнозных целях» (2021-2023 гг.)
- 5 Осмонали Б.Б. Виды рода *Salsola* L. флоры пустынной части долины р. Сырдарья (конспект и ключ к определению) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Специальный выпуск «Камелинские чтения», 2021. – Т. 20, № 2. – С. 125-137. DOI: 10.14258/pbssm.2021130
- 6 Абдилданов Д. Ш., Веселова П. В., Кудабаета Г. М. Разнообразие видов рода *Allium* флоры Арало-Балхашского региона // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2023. – Т. 22. – №. 1. – С. 6-11.
- 7 Осмонали Б.Б. Фитоценотическая характеристика, систематические и хорологические особенности видов рода *Salsola* L. пустынной части долины реки Сырдарья / магистерская диссертация по специальности 6M061300 – «Геоботаника», 2020
- 8 Веселова П.В., Кудабаета Г.М., Нелина Н.В., Билибаева Б.К., Осмонали Б.Б. Антропофильный элемент флоры пустынной части долины р. Сырдарья (Кызылординская область). – Алматы, 2017. – 38 с.
- 9 Freitag H., Stichler W. 2002 *Bienertia cycloptera* Bunge ex Boiss., *Chenopodiaceae*, another C4 plant without Kranz tissues. *Plant Biol* 4:121–132.
- 10 Voznesenskaya E.V., Koteyeva N.K., Edwards G.E., Ocampo G. (2017). Unique photosynthetic phenotypes in *Portulaca* (*Portulacaceae*): C3–C4 intermediates and NAD-ME C4 species with Pilosoid-type Kranz anatomy. *Journal of Experimental Botany*, 68(2), 225–239.
- 11 Борщев И.Г. Материалы для ботанической географии Арало-Каспийского края. – «Записи Академии наук». Спб., 1865, Т.7, №1.
- 12 Байбулов А.Б. Оценка современного состояния растительности долины и дельты реки Сырдарья с использованием ГИС технологий: дис. на соиск. ст. кан-та биол. наук. – Алматы. – 2009. – 131 с.
- 13 Огарь Н.П. Растительность долин рек // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны). – Санкт-Петербург. – 2003. – С. 119-141.
- 14 Суворов Н.И. К истории растительности земель древнего орошения в низовьях р. Сырдарья // Учен. зап. Алма-Атинского пед. Ин-та. 1953. – Т3. Вып.2. – С. 107-114.

- 15 Быков Б.А., Бедаров С.А., Герасименко Т.Д., Коробова Е.н. Общие физико-географические условия и растительность Северного Приаралья // Биологические основы использования и улучшения пастбищ Северного Приаралья. – Алма-Ата. 1968. – С. 5-35.
- 16 Бедарев С.А. Динамика урожайности и химизм пастбищной растительности пустыни Сары-Ишикотрау. «Труды Ин-та бот. АН КазССР», 1959, №6.
- 17 Боровский В.М., Погребинский М.А. Древняя дельта Сырдарьи и северные Кызылкумы. – Т. I. – Алма-Ата: АН КазССР. – 1958. – С. 9-210.
- 18 Новикова Н.М. динамика экосистем дельтовых равнин Турана // экосистема речных пойм: структура, динамика, ресурсный потенциал, проблемы охраны. – М. -1997. – С. 197-257.
- 19 Гельдыева Г.В., Будникова Т.И., Скоринцева И.Б., Басова Т.А., Токмагамбетова Р.Ю., Плохих Р.В. Ландшафтное обеспечение схемы борьбы с опустыниванием долины реки Сырдарья. - Алматы, 2004. – С. 27-28.
- 20 Курочкина Л.Я., Оспанова Л.Т. Пастбища песчаных пустынь Казахстана. Справочное пособие. – Алма-Ата: Кайнар. – 1973. – С. 16-22.
- 21 Курочкина Л.Я., Макулбекова Г.Б., Вухрер В.В. Формирование растительности на осушенной полосе Аральского моря // Биологические ресурсы пустынь СССР, их рациональное использование и воспроизводство. – Ашхабад. – 1984. – С. 61-71.
- 22 Басова Т.А. Определение устойчивости Пастбищных экосистем Приаралья // Геоботаническое исследование в семиаридных и аридных регионах: Современное состояние, проблемы и перспективы. – Алматы. – 2001. – С. 132-134.
- 23 Басова Т.А. принципы разработки критериев деградации пастбищных экосистем Приаралья // Географическая наука в Казахстане: результаты и пути развития (материалы конференции, посвященной 60-летию Института географии). – Алматы. – 2001. – С. 101-106.
- 24 Старова Н.В. Биологические основы селекции тополей. Автореф. дис. на соиск. ст. д-ра биол. Наук. – М. – 1971. – 21 с.
- 25 Плисак Р.П., Огарь Н.П., Султанова Б.М. Продуктивность и структура лугов пустынной зоны. – Алма-Ата. – 1989. – 86 с.
- 26 Демина О.М., Арыстангалиева С.А. Луговая растительность Казахстана. – Алма-Ата. – 1986. – 74 с.
- 27 Огарь Н.П. Растительность долин рек семиаридных и аридных регионов континентальной Азии: Автореф. дис. на соиск. ст. д-ра биол. наук. – Алматы. – 1999. – 38 с.
- 28 Никитин С.А. Древесная и кустарниковая растительность пустынь СССР. М., 1966.
- 29 Димеева Л.А. Экологические особенности растительности северо-западного побережья Аральского моря // Проблемы освоения пустынь. –2004. №4. – С. 23-28.

- 30 Dimeyeva L. Plant strategies and revegetation of degraded rangelands in the Aral Sea region // *Ökologische Forschung im globalen Kontext* /M.Veste, W.Wucherer & J.Homeier (eds). Göttingen: Cuviller, – 2005. – P. 141-148.
- 31 Димеева Л.А., Альмурзаева С.К. Экологическая оценка фитомелиорации пастбищ Приаралья // *Проблемы освоения пустынь*. – 2005. № 3. – С.18-23.
- 32 Димеева Л.А., Пермитина В.Н. Влияние физико-химических свойств засоленных почв на результаты фитомелиорации осушенного дна Аральского моря // *Аридные экосистемы*. – 2006. Т. 12, № 29. – С. 82-93.
- 33 Государственный кадастр растений Кызылординской области. – Алматы. – 2013. – 410 с.
- 34 Редкие и исчезающие виды растений Кызылординской области (Красная книга). – Алматы. – 2014. – 102 с.
- 35 Осмонали Б.Б. Представленность сем. Chenopodiaceae Less. в составе растительности малолетних залежей рисовых полей (Казалинский массив, Кызылординская область) // *Материялы международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби Әлемі»*. Алматы, Казахстан, 9-10 апрель 2019 г. – Алматы: Қазак университеті, 2019. – 64-65 б.
- 36 Веселова П.В., Кудабаяева Г.М., Шорманва А.А., Нелина Н.В., Осмонали Б.Б., Билибаева Б.К. Характерные виды растений залежных земель Казалинского рисового массива (Кызылординская область). – Алматы, 2019. – 100 с.
- 37 Osmonali, B.B., Vesselova, P.V., Kudabayeva, G.M., Skaptsov, M.V., Shmakov, A.I., Friesen, N. Phylogeny and Flow Cytometry of the Genus *Kalidium* Moq. (Amaranthaceae s.l.) in Kazakhstan. *Plants* 2023, 12, 2619. DOI: 10.3390/plants12142619
- 38 Веселова П.В., Кудабаяева Г.М., Осмонали Б.Б. Хорологические особенности видов рода *Salsola* L. пустынной части долины р. Сырдарья // *Актуальные вопросы науки и практики / Сборник научных статей по материалам IV Международной научно-практической конференции (22 января 2021 г., г. Уфа) / – Уфа: Изд. НИЦ Вестник науки, 2021. – С 21-26.*
- 39 Petruk A., Pankova T., Osmonali B., Lomonosova M. Phenolic compounds of *Bassia prostrata* (Chenopodiaceae) // *BIO Web of Conferences* 38, 00097 (2021). DOI: 10.1051/bioconf/20213800097
- 40 Осмонали Б.Б. Виды рода *Salsola* L. флоры пустынной части долины р. Сырдарья (конспект и ключ к определению) // *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Специальный выпуск «Камелинские чтения»*, 2021. – Т. 20, № 2. – С. 125-137. DOI: 10.14258/pbssm.2021130
- 41 Тілеубай Б.С., Ахтаева Н.З., Мамурова А.Т., Айдосова А.А. *Anabasis arhylla* морфологиялық және анатомиялық ерекшеліктері // *Фармация Казахстана* №3-4. 2021. – С. 66-68.
- 42 Веселова П.В., Данилов М.П., Кудабаяева Г.М., Осмонали Б.Б. К проблеме восстановления растительности техногенно нарушенных территорий // *Проблемы и перспективы изучения биоразнообразия растительного мира в центральной Азии: международная научно-практическая конференция / коллектив*. – Ташкент: Mahalla va Oila, 2022. – С. 352-359.

- 43 Vesselova P., Makhmudova K., Kudabayeva G., Osmonali B., Mikhalev V. Current Growth Conditions of *Populus Diversifolia* Schrenk and *Populus Pruinosa* Schrenk in the Syr-Darya Valley // OnLine Journal of Biological Sciences 2022, 22 (4): 425.438 DOI: 10.3844/ojbsci.2022.425.438.
- 44 Ussen S., Vesselova P.V., Kurmanbayeva M.S., Osmonali B.B., Kurbatova N.V. Comparative analysis of the anatomical structure of species of the genus *Kalidium* Moq. flora of the Syrdarya River valley // Инновационные научные исследования. 2022. № 3-1(17). С. 12-22. URL: <https://ip-journal.ru/>
- 45 Osmonali B., Vesselova P., Kudabayeva G., Friesen N. Phylogenetic and Origin Species of the Family Chenopodiaceae (Amaranthaceae S.L.) (Kyzylorda Region, Kazakhstan). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4683668> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4683668>
- 46 Усен С., Веселова П. В., Кудабаева Г. М. Особенности морфологии семян видов рода *Suaeda* флоры Арало-Балхашского региона // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. – 2023. – Т. 22. – №. 1. – С. 386-390
- 47 Osmonali B.B., Vesselova P.V., Kudabayeva G.M., Akhtayeva N.Z. Phytocenotic features of species of the genus *Salsola* L. (Chenopodiaceae Vent. / Amaranthaceae Juss.) in the desert part of the Syrdarya river valley // Вестник Карагандинского университета. Серия «Биология. Медицина. География». № 1(105)/2022. – С. 78-85. DOI 10.31489/2022BMG1/78-85
- 48 Абдилданов Д.Ш., Веселова П.В., Кудабаева Г.М., Курманбаева М.С., Абаш А.С., Избастина К.С. Анализ представленности видов рода *Allium* L. флоры Арало-Балхашского региона в Гербарии (АА) // ВЕСТНИК ЕНУ имени Л.Н. Гумилева. Серия Биологические науки № 3(144)/2023. 40-53. DOI: 10.32523/2616-7034-2023-144-3-40-53
- 49 Веселова П.В., Кудабаева Г.М., Осмонали Б.Б., Усен С., Абдилданов Д.Ш. Разнообразие галофитных сообществ с участием видов рода *Kalidium* Moq. долины р. Сырдарьи в пределах подзоны средних пустынь // Материалы межд. научно-практ. конф. «Изучение, сохранение и рациональное использование растительного мира Евразии» – Алматы, 2022. – С. 109-113.
- 50 Веселова П.В., Кудабаева Г.М., Осмонали Б.Б., Абдилданов Д.Ш., Усен С. К видовому составу псаммофитных сообществ флоры долины р. Сырдарьи // Интродукция, сохранение биоразнообразия и зеленое строительство в условиях изменяющегося климата и антропогенного воздействия (Сборник научный статей). – г. Актау, 2022. – 112–117.
- 51 Osmonali B.B. Rare species of the genus *Salsola* L. flora of the desert part of the Syrdarya river valley and issues of their protection // Интродукция, сохранение биоразнообразия и зеленое строительство в условиях изменяющегося климата и антропогенного воздействия (Сборник научный статей). – г. Актау, 2022. – С. 175-178.
- 52 Веселова П.В., Кудабаева Г.М., Осмонали Б.Б. К изучению ценофлоры туранговых реликтовых редколесий среднего течения р. Сырдарьи // Вестник Карагандинского университета. Серия «Биология». № 3(103)/2021. – С. 31-40. DOI 10.31489/2021BMG3/31-40

- 53 Усен С., Веселова П.В., Кудабаяева Г.М., Шорманова А.А., Осмонали Б.Б., Абдилданов Д.Ш. Представленность рода *Suaeda* Forssk в составе растительности техногенно нарушенной территории // Материалы междунаучно-практ. конф. «Современное состояние и перспективы развития ботанических садов и дендрариев Казахстана» – г. Астана, 2023. – С. 93-97.
- 54 Веселова П.В. Кудабаяева Г.М., Осмонали Б.Б. Растительность Казалинского рисового массива (агрофитоценозы и залежные земли) // Биологические науки Казахстана №2, 2020. – С. 6-16.
- 55 Пратов У. Маревые (*Chenopodiaceae* Vent.) Средней Азии и Северной Африки (систематика, филогения и ботанико-географический анализ): Автореф. дис. на соиск. ст. д-ра биол. наук. – Ленинград. – 1987. – 48 с.
- 56 Моренко М.Н. Семейство *Chenopodiaceae* Vent. (Маревые) Алтайской горной системы: Автореф. дис. на соиск. ст. кан-та биол. наук. – Томск. – 2007. – 20 с.
- 57 Meyer C.A. *Blitum* + *Chenopodium*, *Chenopodiaceae*, *Atripliceae* // Ledebour C.F., *Flora Altaica*. Vol. 1. Berolini, – 1829. – P. 11–14, 370–418.
- 58 Meyer C.A. *Brachylepis* [Описание] // Ledebour C.F. *Icones plantarum novarum vel imperfecte cognitarum, Floram Rossicam, imprimis Altaicam, illustrantes*. Londini etc., – 1829. – P. 12.
- 59 Сухоруков А.П. Карпология семейства *Chenopodiaceae* в связи с проблемами филогении, систематики и диагностики его представителей: Автореф. дис. на соиск. ст. д-ра биол. наук. – Москва. – 2015. – 47 с.
- 60 Moquin-Tandon A. *Chenopodearum monographica enumeratio*. Parisiis, – 1840. – 183 p.
- 61 Moquin-Tandon A. *Salsolaceae [Chenopodiaceae]* // Candolle A. de. *Prodromus systematis naturalis regni vegetabilis*. Vol. 13, pt. 2. Parisiis, – 1849. – P. 43–219.
- 62 Bunge A. *Anabasearum revisio* // Изв. Импер. Академии наук. Сер. 7. – 1862. Т. 4, № 11. – P. 1-102.
- 63 Bunge A. *Enumeratio plantaginearum salsolacearumque centralasiaticarum* // Тр. Петерб. Импер. Бот. сада. – 1880. Т. 6, № 2. – P. 403–459.
- 64 Коровин Е.П. Очерки по истории развития растительности Средней Азии // Бюл. Среднеазиатск. гос. ун-та. – 1935. Вып. 20, № 4. – С. 183–218.
- 65 Флора СССР. Изд-во Академии наук СССР. – Т. VI. – Москва. – 1936. – С. 45-353.
- 66 Ильин М.М. Новые виды рода *Corispermum* L. // Изв. Главн. бот. сада. – 1929. Т. 28, вып. 5–6. – С. 637–654.
- 67 Ильин М.М. Новые солянковыя флоры СССР // Тр. Бот. ин-та Академии наук СССР. Сер. I. – 1936 а. Вып. 3. – С. 157–165.
- 68 Ильин М.М. К происхождению флоры пустынь Средней Азии // Сов. ботаника. – 1937. Т. 6. – С. 95–109.
- 69 Ильин М.М. Новые виды семейства *Chenopodiaceae* из Нахичеванской АССР // Бот. материалы герб. Бот. ин-та Академии наук СССР. – 1938. Т. 7. – С. 203–218.
- 70 Ильин М.М. Некоторые итоги изучения флоры пустынь Средней Азии // Материалы по истории флоры и растительности СССР. – 1946. Вып. 2. – С. 197–256.

- 71 Ильин М.М. Флоры литоралей и пустынь в их взаимосвязях // Сов. ботаника. – 1947. Т. 15, вып. 5. – С. 249–267.
- 72 Ильин М.М. Chenopodiaceae // Флора УРСР. Т. 4 / под ред. М.И. Котова. Киев: Изд-во АН УРСР, – 1952. – С. 260–400.
- 73 Ulbrich E. Chenopodiaceae // Die Natürlichen Pflanzenfamilien. 2 Aufl. Bd. 16c / ed.: A. Engler, H. Harms. Leipzig, – 1934. – P. 379–584.
- 74 Williams J.T., Ford-Lloyd B.V. The systematics of the Chenopodiaceae // Taxon. – 1974. Vol. 23, № 2–3. – P. 353–354.
- 75 Judd W.S., Ferguson I.K. The genera of Chenopodiaceae in the southeastern United States // Harvard Papers in Botany. – 1999. Vol. 4. – P. 365–416.
- 76 Kühn U. (with additions by V. Bittrich, R. Carolin, H. Freitag, I.C. Hedge, P. Uotila, P.G. Wilson). Chenopodiaceae // The families and genera of vascular plants. Vol. 2: Flowering Plants, Dicotyledons: Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid families / ed.: K. Kubitzki, J.G. Rohwer, V. Bittrich. New York: Springer, – 1993. – P. 253–281.
- 77 Флора Узбекистана. – Ташкент: изд-во АН УзССР. – 1953. Т. II. – С. 265–290.
- 78 Бочанцев В.П. Род *Salsola* L., краткая история его развития и расселения // Бот. журн. – 1969. Т. 54, № 7. – С. 989–1001.
- 79 Бочанцев В.П. Обзор видов секции *Coccosalsola* Fenzl рода *Salsola* L. // Новости сист. высш. раст. – 1976. Т. 13. – С. 74–102.
- 80 Бочанцев В.П. Обзор рода *Halothamnus* Jaub. et Spach (Chenopodiaceae) // Новости сист. высш. раст. – 1981. Т. 18. – С. 146–176.
- 81 Флора Казахстана. Изд-во АН КазССР. – Т. III. – Алма-ата. – 1960. – С. 185–319.
- 82 Пратов У. Род *Climacoptera* Botsch. (Систематика, география, филогения и вопросы охраны). Ташкент: ФАН, 1986. 68 с.
- 83 Пратов У. Маревые (Chenopodiaceae) Ферганской долины. Ташкент: Фан, 1970. 168 с.
- 84 Пратов У. *Anabasis ebracteolata* Korov. ex Botsch. и его положение в системе рода // Узб. биол. журн. 1976. № 3. С. 45–50.
- 85 Пратов У. Семейство Chenopodiaceae // Конспект флоры Средней Азии. Т. 3 / под ред. А.И. Введенского. Ташкент: Фан, – 1972. – С. 29–137.
- 86 Крылов П.Н. Флора Западной Сибири. Т. 4: Salicaceae–Amaranthaceae. Томск, – 1930. – 979 с.
- 87 Грубов В.И. Растения Центральной Азии. Вып. 2. М., Л.: Изд-во АН СССР, – 1966. – 135 с.
- 88 Williams J.T., Ford-Lloyd B.V. The systematics of the Chenopodiaceae // Taxon. – 1974. Vol. 23, № 2–3. – P. 353–354.
- 89 Judd W.S., Ferguson I.K. The genera of Chenopodiaceae in the southeastern United States // Harvard Papers in Botany. – 1999. Vol. 4. – P. 365–416.
- Kühn U. (with additions by V. Bittrich, R. Carolin, H. Freitag, I.C. Hedge, P. Uotila, P.G. Wilson). Chenopodiaceae // The families and genera of vascular plants. Vol. 2: Flowering Plants, Dicotyledons: Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid families /

- ed.: K. Kubitzki, J.G. Rohwer, V. Bittrich. New York: Springer, – 1993. – P. 253–281.
- 90 Батталова Г.С. Оценка антропогенных нарушений растительности Восточного Приаралья: Автореф. дис. на соиск. ст. кан-та биол. наук. – Алматы. – 1993. – 26 с.
- 91 Мурзалиева Г.Ж. Географо-Генетический анализ сосудистых растений бассейна реки Сарысу: Автореф. дис. на соиск. ст. кан-та биол. наук. – Алматы. – 1993. – 20 с.
- 92 Мендыбаев Е.Х. Современное состояние и продуктивность растительности пустынно-степного комплекса Северного Прикаспия: Автореф. дис. на соиск. ст. кан-та биол. наук. – Алматы. – 1997. – 25 с.
- 93 Утаубаева А.У. Растительность долины реки Калдыгайты и ее динамика: Автореф. дис. на соиск. ст. кан-та биол. наук. – Алматы. – 2000. – 29 с.
- 94 Lomonosova M.N., Danilov M.P., Osmonali B., Vesselova P.V. *Amaranthaceae*. In Marhold K. (ed.), IAPT chromosome data 29 // *Taxon*, / –2019, Vol. 68 (4). DOI: 10.1002/tax.12130.
- 95 Lomonosova M.N., An'kova T.V., Voronkova M.S., Korolyuk E.A., Banaev E.V., Skaptsov M.V. Ploidy level of the representatives of *Chenopodiaceae* based on genome size and chromosome numbers // *Turczaninowia*, – 2020. 23, 1: – P. 24–31.
- 96 Sukhorukov A.P., Liu P.L., Kushunina M. Taxonomic revision of *Chenopodiaceae* in Himalaya and Tibet // *PhytoKeys*. №116. – 2019. – P. 1-141.
- 97 Sukhorukov A.P., Nilova M.V., Krinitsina A.A., Zaika M.A., Erst A.S., Shepherd K.A. Molecular phylogenetic data and seed coat anatomy resolve the generic position of some critical *Chenopodioideae* (*Chenopodiaceae* – *Amaranthaceae*) with reduced perianth segments // *PhytoKeys*. №109. – 2018. – P. 103-128.
- 98 Kadereit G., Zacharias E., Mavrodiev E., Sukhorukov A.P. Molecular phylogeny of *Atripliceae* (*Chenopodioideae*, *Chenopodiaceae*): Implications for systematics, biogeography, flower and fruit evolution, and the origin of C4 photosynthesis. *American Journal of Botany*. – 2010. 97(10). – P. 1664–1687.
- 99 Akopian J. A., Gabrielyan I. G. and H. Freitag Fossil fruits of *Salsola* L. s.l. and *Halanthium* K. Koch (*Chenopodiaceae*) from Lower Pleistocene lacustrine sediments in Armenia // *Feddes Repert.*, – 2008. 119 (3-4). – P. 225-237.
- 100 Akhani H., Edwards G., Roalson E.H. Diversification of the Old World *Salsoleae* s.l. (*Chenopodiaceae*): Molecular phylogenetic analysis of nuclear and chloroplast data sets and a revised classification. *International Journal of Plant Sciences*, – 2007. 168(6). – P. 931–956.
- 101 Behnke H-D 1976 Ultrastructure of sieve-element plastids in Caryophyllales (*Centrospermae*), evidence for the delimitation and classification of the order. *Plant Syst Evol* 126:31–54
- 102 Thorne RF 1976 A phylogenetic classification of the *Angiospermae*. *Evol Biol* 9:35–106
- 103 Carolin RC 1983 The trichomes of the *Chenopodiaceae* and the *Amaranthaceae*. *Bot Jahrb Syst* 103:451–466.

- 104 Kuhn U, V Bittrich, R Carolin, H Freitag, IC Hedge, P Uotila, PG Wilson 1993 *Chenopodiaceae*. Pages 253–281 in K Kubitzki, ed.
- 105 Natesh S, MA Rau 1984 The embryo. Pages 377–443 in BM Johri, ed. *Embryology of angiosperms*. Springer, Berlin
- 106 Sandersson SC, C Ge-Ling, ED McArthur, HC Stutz 1988 Evolutionary loss of flavonoids and other chemical characters in the *Chenopodiaceae*. *Biochem Syst Ecol* 16:143–149.
- 107 Hegnauer R 1989 *Chemotaxonomie der Pflanzen*. Vol 8. Birkhauser, Basel.
- 108 Rodman JE 1994 Cladistic and phenetic studies. Pages 279–301 in HD Behnke, TJ Mabry, eds. *Caryophyllales: evolution and systematics*. Springer, Berlin
- 109 Behnke H-D, TJ Mabry, eds 1994 *Caryophyllales: evolution and systematics*. Springer, Berlin
- 110 Judd WS, IK Ferguson 1999 The genera of *Chenopodiaceae* in the southeastern United States. *Harv Pap Bot* 4:365–416
- 111 APG (Angiosperm Phylogeny Group) 1998 An ordinal classification for the families of flowering plants. *Ann Mo Bot Gard* 85:531–553.
- 112 Judd WS, CS Campbell, EA Kellogg, PF Stevens 1999 *Plant systematics: a phylogenetic approach*. Sinauer, Sunderland, Mass
- 113 The Angiosperm Phylogeny Group. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV // *Botanical Journal of the Linnean Society*. — 2016. — Vol. 181, no. 1 (24 March). — P. 1–20. — doi:10.1111/boj.12385.
- 114 Zacharias EH, Baldwin BG (2010) A molecular phylogeny of North American *Atripliceae* (*Chenopodiaceae*), with implications for floral and photosynthetic pathway evolution. *Systematic Botany* 35(4): 839–857. <https://doi.org/10.1600/036364410X539907>
- 115 Fuentes-Bazan S, Mansion G, Borsch T (2012) Towards a species level tree of the globally diverse genus *Chenopodium*. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 62(1): 359–374. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2011.10.006>
- 116 Fuentes-Bazan S, Uotila P, Borsch T (2012b) A novel phylogeny-based generic classification for *Chenopodium sensu lato*, and a tribal rearrangement of *Chenopodioideae* (*Chenopodiaceae*). *Willdenowia* 42(1): 5–24. <https://doi.org/10.3372/wi.42.42101>
- 117 Karnieli A., Gilad U., Ponzer M., Svoray N., Myrzadinov R., Fedorina O. Assessing land-cover change and degradation in the Central Asian deserts using satellite image processing and geostatistical methods // *Journal of Arid Environments*, №7. — 2008. — P. 2093-2105.
- 118 Алимаев И.И., Кильдибекова Г.А. Путь ресурсосбережения пастбищных территорий – использование пастбищных комплексов // *Итоги и перспективы развития ботанической науки в Казахстане*. – Алматы, 2002. – С. 204-205.
- 119 Курочкина Л.Я. Псаммофильная растительность пустынь Казахстана. - *Алма-Ата*, 1978. – 272 с.
- 120 Аралбаев Н.К. Схема нового флористического районирования территории Казахстана (материалы к 2-изданию флоры Казахстана) // *журн. «Поиск», сер. техн. и естеств. наук*, 2002. – С. 66-72.

- 121 Берлянт А.М. Геоинформационное картографирование. – М., – 1997. – 60 с.
- 122 Курочкина Л.Я. Растительность песчаных пустынь Казахстана // Растительный покров Казахстана. - Алма-Ата, 1966. – Т. 1. – С. 192-591.
- 123 Волков А.И. Систематическое описание почв // Почвы Казахской ССР. – Вып. 14. Кзыл-Ординская область – Алма-Ата, 1983. – С. 46-50.
- 124 Соколов А.А. Почвы Казахстана // Республика Казахстан. Том 1. Природные условия и ресурсы. – Алматы, 2006. – С. 316-361.
- 125 Боровский Б.М. Физико-географические условия // Почвы Казахской ССР. Выпуск 14. Кзыл-Ординская область. – Алма-Ата, 1983. – С. 7-15.
- 126 Бажанов Г.Р., Губайжулин Р.Г., Дарбабаев А.Б., Жуков Н.М., Кунаев М.С., Мирошниченко Л.А., Никитченко И.И., Ракишев Б.М., Шлыгин А.Е. Геологическое строение минерально-сырьевые ресурсы // Республика Казахстан. Том 1. Природные условия ресурсы. – Алматы, 2006. – С. 63-114.
- 127 Иллюстрированный определитель растений Казахстана. Изд-во АН КазССР. – Т. 1. – Алма-Ата, 1969. – 641 с.
- 128 Определитель растений Средней Азии. Изд-во «ФАН» УзССР. – Т. III. – Ташкент, 1972. – 267 с.
- 129 Голоскоков В.П. и Поляков П.П. Определитель растений семейства маревых Казахстана. Изд-во АН КазССР. – Алма-Ата, 1955. – 107 с.
- 130 Быков Б.А. Геоботаника. - Алма-Ата: Наука, 1978. – 288 с.
- 131 Butnik A. A., Ashurmetov O. A., Nigmanova R. N., Payzieva S. A. Ecological anatomy of desert plants in Central Asia. (Half-shrubs, shrubs). Tashkent, 2001. – Fan, 2. – P. 132.
- 132 Butnik A. A., Duschanova G. M., Yusupova D. M., Abdullaeva A. T., Abdinazarov S. H. Types leaf mesophyllspecies of Chenopodiaceae Vent. Central Asia and their role in the monitoring of desertification // Journal of Novel Applied Sciences, 2017. – Vol. 6 (1). – P. 13–21
- 133 Voznesenskaya E.V., Koteyeva N., Akhani H., Roalson E., Edwards G. E. Structural and phylogenicalanalyses in Salsoleae (Chenopodiaceae) indicate multiple transitions among C3 intermediate and C4 photosynthesis// Jour. of Experimental Botany, – 2013. – Vol. 64(12). – P. 3583–3604.
- 134 Voznesenskaya E.V., Franceschi V.R., Kiirats O., Artyusheva E.G., Freitag H., Edwards G.E. 2002 Proof of C4 photosynthesis without Kranz anatomy in Bienertia cycloptera (Chenopodiaceae). Plant J 31:649–662.
- 135 Voznesenskaya E.V., Franceschi V.R., Kiirats O., Freitag H., Edwards G.E. 2001 Kranz anatomy is not essential for terrestrial C4 plant photosynthesis. Nature 414:543–546.
- 136 Schüssler C., Freitag H., Koteyeva N., Schmidt D., Edwards G., Voznesenskaya E. V., et al. (2016). Molecular phylogeny and forms of photosynthesis in tribe Salsoleae (Chenopodiaceae). J. Exp. Bot. 68, 207–223. doi: 10.1093/jxb/erw432
- 137 Осмонали Б.Б., Ахтаева Н.З., Веселова П.В., Кудабаева Г. М., Курбатова Н. В. Особенности анатомического строения различных видов рода *Salsola* L. //

- Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2020. – Т. 19, № 2. – С. 146–154. DOI: 10.14258/pbssm.2020093
- 138 Pfosser M., Amon A., Lelley T., Heberle-Bors E. 1995. Evaluation of sensitivity of flow cytometry in detecting aneuploidy in wheat using disomic and ditelosomic wheat-rye addition lines // *Cytometry*. - Vol. 21. - № 4. - P. 387-393.
- 139 Blattner F.R. 1999. Direct amplification of the entire ITS region from poorly preserved plant material using recombinant PCR. In.: *Biotechniques* 27:1180-1186.
- 140 White T.J, Bruns T, Lee S, Taylor J. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. In: Innis MA, Gelfand DH, Shinsky JJ, White TJ, editors. *PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications*, 315–322. Academic Press, San Diego.
- 141 Shaw J., Lickey E.B., Schilling E.E., Small R.L. 2007. Comparison of whole chloroplast genome sequences to choose noncoding regions for phylogenetic studies in angiosperms: the tortoise and the hare III // *American Journal of Botany* 94(3): 275–288.
- 142 Фризен Н. Молекулярные методы, используемые в систематике растений. Барнаул: АзБука. 2007. – 64 с.
- 143 Suchard M., Lemey P., Baele G., Ayres D.L., Drummond A.J., Rambaut A. 2018. Bayesian phylogenetic and phylodynamic data integration using BEAST 1.10. *Virus Evolution* 4.1:vey016. DOI: 10.1093/ve/vey016.
- 144 Rambaut A, Drummond AJ, Xie D, Baele G, Suchard MA. 2018. Posterior summarization in Bayesian phylogenetics using Tracer 1.7. *Systematic Biology* 67: 901–904. DOI: 10.1093/sysbio/syy032.
- 145 Drummond A., Boukhard R.R. 2015. *Bayesian Evolutionary Analysis with BEAST*. Cambridge University Press. DOI:10.1017/cbo9781139095112
- 146 Darriba D., Taboada G.L., Doallo R., Posada D. 2012. jModelTest 2: more models, new heuristics and parallel computing. *Nature Methods* 9: 772.
- 147 Bertrand C., Collard Y., Mackill D. J., 2009. Start Codon Targeted (SCoT) Polymorphism: A Simple, Novel DNA Marker Technique for Generating Gene-Targeted Markers in Plants // *Plant Mol Biol Rep* 27:86–93. DOI 10.1007/s11105-008-0060-5
- 148 Kumar S., Stecher G., Tamura K. 2016. MEGA7: Molecular evolutionary genetics analysis version 7.0 for bigger datasets. *Mol. Biol. Evol.* 33: 1870–1874. DOI: 10.1093/molbev/msw054.
- 149 Байтенов М. С. Флора Казахстана. Т. 2. Алматы. – 2001. – 280 с.
- 150 Флора Казахстана. Изд-во АН КазССР. – Т. I. – Алма-ата. – 1956. – С. 30-32.
- 151 Рачковская Е.И., Храпцов В.Н. Пустынная растительность // *Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области)*. – СПб., 2003. – С. 20–28.
- 152 Веселова П. В., Кудабоева Г.М., Муратова Н.Р., Дегтярева О.В. Видовой состав залежей рисовых чеков Кызылординской области (Южный Казахстан) // *Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. Сб. научн. статей по матер. XVI межд. научно-практ. конф.* – Барнаул, 2017. – С. 5-8.

- 153 Веселова П.В. Антропофильный элемент флоры залежей рисовых полей Казалинского массива Кызылординской области (Республика Казахстан) // Растительные ресурсы, 2019. – Т.55, № 3. – С. 398-408.
- 154 Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной зоны) – СПб., 2003. – 423 с.
- 155 Боровский В.М., Погребинский М.К. Древняя дельта Сырдарьи и Северные Кызылкумы. Т. I. – Алма-Ата, 1958. – С. 9-210.
- 156 Osmonali B.B., Kismangazinov A.B., Kurmanbayeva M.S. Economically valuable species growing in Northern Kyzylkum and their significance for practical use // Вестник КазНУ, Серия экологическая, [S.l.], v. 71, n. 2, p. 81-93, June 2022. ISSN 2617-7358.
- 157 Osmonali B.B., Kismangazinov A.B. Economically valuable species growing in Northern Kyzylkum and their significance for practical use / Қазақстан шөлдеріндегі егіншілік-мал шаруашылығы қоғамдарының арасындағы ежелгі жерді пайдаланудың орнықтылығы. «Арыс» баспасы. – Алматы, 2023. – С. 36-63.
- 158 Ахмедсафин У.М., Буров Б.В., Веселов В.В., Махмутов Т. Т., Нестеркина Н.С., Смоляр В.А., Садыков Ж.С. Гидрогеологические условия, ресурсы подземных вод // Республика Казахстан. Том 1. Природные условия и ресурсы. Алматы, 2006. – С. 115–170.
- 159 Быков Б.А. Экологический словарь. – Алма-Ата: Наука, 1983. – 215 с.
- 160 Веселова П.В., Кудабаева Г.М., Осмонали Б.Б. Особенности состава антропофильных видов нарушенных территорий долины р. Сырдарьи в зависимости от типа использования земель
- 161 Shuyskaya, E.V., Rakhmankulova, Z.F. & Suyundukov, Y.T. Genetic Diversity in Annual Xerohalophytes of the Family Chenopodiaceae along Soil Moisture and Salinity Gradients. Russ J Ecol 50, 13–19 (2019). <https://doi.org/10.1134/S1067413619010090>
- 162 Al-Hawija B.N., Partzsch M., Hensen I. Effects of temperature, salinity and cold stratification on seed germination in halophytes // Nordic Journal of Botany 30: 001–008, 2012. doi: 10.1111/j.1756-1051.2012.01314.x
- 163 Nan, L.L. and Q.E. Guo. 2021. Distribution of soil seed reserve and its association with aboveground vegetation in salinized soils of arid regions in northwest China. Pak. J. Bot., 53(2): DOI: [http://dx.doi.org/10.30848/PJB2021-2\(29\)](http://dx.doi.org/10.30848/PJB2021-2(29))
- 164 Flowers, T.J., Colmer, T.D., 2015. Plant salt tolerance: adaptations in halophytes. Ann. Bot. 115, 327–331. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu267>.
- 165 Flowers, T.J., Munns, R., Colmer, T.D., 2014. Sodium chloride toxicity and the cellular basis of salt tolerance in halophytes. Ann. Bot. 115, 419–431. <https://doi.org/10.1093/aob/mcu217>
- 166 Butnik A., Matyunina T., Duschanova G., Yusupova D. Biological diversity of different ecological types of halophytes. Journal of Arid Land Studies, 2015. V.25-3, p.221-224.
- 167 Kadereit G, Newton RJ, Vandeloos F. 2017. Evolutionary ecology of fast seed germination—a case study in Amaranthaceae/Chenopodiaceae. Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics 29: 1–11.

- 168 Moray, C., Hua, X. & Bromham, L. Salt tolerance is evolutionarily labile in a diverse set of angiosperm families. *BMC Evol Biol* 15, 90 (2015). <https://doi.org/10.1186/s12862-015-0379-0>
- 169 Rozentsvet, O., Shuyskaya, E., Bogdanova, E., Nesterov, V., Ivanova, L. Effect of Salinity on Leaf Functional Traits and Chloroplast Lipids Composition in Two C3 and C4 Chenopodiaceae Halophytes. *Plants* 2022, 11, 2461. <https://doi.org/10.3390/plants11192461>
- 170 Rozentsvet, O.A., Nesterov, V.N., Kosobryukhov, A.A., Bogdanova, E.S., Rozenberg, G.S. Physiological and biochemical determinants of halophyte adaptive strategies. *Russ. J. Ecol.* 2021, 52, 27–35.
- 171 Rozentsvet, O., Nesterov, V., Bogdanova, E., Kosobryukhov, A., Zubova, S., Semenova, G. Structural and molecular strategy of photosynthetic apparatus organization of wild flora halophytes. *Plant Physiol. Biochem.* 2018, 129, 213–220.
- 172 Rozentsvet, O.A., Nesterov, V.N., Bogdanova, E.S. Lipids of halophyte species growing in Lake Elton region (South East of the European part of Russia). In *Handbook of Halophytes. From Molecules to Ecosystems towards Biosaline Agriculture*, Grigore, M.-N., Ed., Springer: Cham, Switzerland, 2021, pp. 2013–2039.
- 173 Gupta, B., Huangm, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: Physiological, biochemical, and molecular characterization. *Intern. J. Gen.* 2014, 2014, 701596.
- 174 Rakhmankulova, Z.F., Shuyskaya, E.V., Shcherbakov, A.V. et al. Content of proline and flavonoids in the shoots of halophytes inhabiting the South Urals. *Russ J Plant Physiol* 62, 71–79 (2015). <https://doi.org/10.1134/S1021443715010112>
- 175 Morales-Briones D.F., Kadereit K., Tefarikis D.T., et al. 2020. Disentangling sources of gene tree discordance in phylogenomic data sets: testing ancient hybridizations in *Amaranthaceae* s.l. *Systematic Biology* 70: 219–235.
- 176 Koteyeva N.K., Voznesenskaya E.V., Berry J.O., Chuong D.X., Francesch V.R., Edwards G.E. Development of structural and biochemical characteristics of C4 photosynthesis in two types of Kranz anatomy in genus *Suaeda* (family *Chenopodiaceae*). *J. Exp. Bot.* 2011, 62, 3197–3212.
- 177 Carolin R.C., Jacobs S.W.L., Vesk M. 1975. Leaf structure in *Chenopodiaceae*.// *Jour.Bot. Jahrb. Syst.* 95: 226-255.
- 178 Kadereit G., Freitag H. (2011). Molecular phylogeny of *Camphorosmeae* (*Camphorosmoideae* *Chenopodiaceae*): Implications for biogeography, evolution of C4-photosynthesis and taxonomy. *Taxon*, 60(1), 51–78.
- 179 Sage, R. F., Sage, T. L., & Kocacinar, F. (2012). Photorespiration and the evolution of C4 photosynthesis. *Annual Review of Plant Biology*, 63, 19–47.
- 180 Edwards E.J., Smith S.A. (2010). Phylogenetic analyses reveal the shady history of C4 grasses. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 107(6), 2532–2537.
- 181 Edwards G.E., Voznesenskaya E.V. (2011). C4 photosynthesis: Kranz forms and single-cell C4 in terrestrial plants. In A. S. Raghavendra & R. F. Sage (Eds.), *C4 photosynthesis and related CO2 concentrating mechanisms* (pp. 29–61). Springer.

- 182 Khoshravesh R., Akhani H., Sage T.L., Nordenstam B., Sage R.F. (2012). Phylogeny and photosynthetic pathway distribution in *Anticharis* Endl. (Scrophulariaceae). *Journal of Experimental Botany*, 63(15), 5645–5658.
- 183 Peter G., Katinas L. (2003). A new type of Kranz anatomy in Asteraceae. *Australian Journal of Botany*, 51(2), 217–226.
- 184 Tate J.A., Soltis P.S., Soltis D.E. 2005. Polyploidy in Plants. In: *The evolution of the genome*, (T. Gregory, ed.), pp. 371–426, Academic Press, Elsevier Inc.
- 185 Kolář F.M., Čertner J., Husband B.C. 2017. Mixed ploidy species: progress and opportunities in polyploid research. *Trends in Plant Science* 22:1041–1055.
- 186 Hekmat-Shoar H., Manafi H. 1982. In IOPB chromosome number reports LXXV. *Taxon* 31: 361.
- 187 Al-Turki T.A., Mehmood S.F., Filfilan S.A. 1999. IOPB chromosome data 15. *Newslett. Int. Organ. Pl. Biosyst. (Pruhonice)* 31: 10.
- 188 Al-Turki T.A., Filfilan S.A., Mehmood S.F. 2000. A cytological study of flowering plants from Saudi Arabia. *Willdenowia* 30: 339–358.
- 189 Cecchi O., Fiorini G. 2002. Mediterranean chromosome number reports 12 (1316--1318). *Fl. Medit.* 12: 482–486.
- 190 Ghaffari, S. M. 2006. Chromosome numbers and karyotype analyses of species of subfamily Salicornioideae (Chenopodiaceae) from Iran. *Iran. J. Bot.* 12(2): 128–135.
- 191 Ghaffari, S.M., Saydrasi, L., Ebrahimzadeh, H., Akhani, H. Chromosome numbers and karyotype analyses of species of subfamily Salicornioideae (Chenopodiaceae) from Iran. *Iran. J. Bot.* 2006, 12(2), 128–135.
- 192 Andriyanova E.A., Lomonosova M.N., Berkutenko A.N. (2014). IAPT/IOPB chromosome data 17. *Taxon*, 63(5), 1148–1155. doi:10.12705/635.34
- 193 Lomonosova, M.N., Krasnikov, A.A., Krasnikova, S.A. Chromosome numbers of Chenopodiaceae family members of the Kazakhstan flora. *Bot. Zhurn.* 2003, 88(2), 134–135.
- 194 Lomonosova, M.N. and Krasnikov, A.A. Chromosome numbers in some members of the Chenopodiaceae. *Bot. Zhurn.* 1993, 78(3), 158–159.
- 195 Lomonosova, M.N. and Krasnikov, A.A. Chromosome numbers of some Chenopodiaceae representatives of the flora of Russia. *Bot. Zhurn.* 2006, 91(11), 1757–1759.
- 196 Krasnikov, A. and Schaulo, D. Karyological study of the Tuva Republic flora: a summary. *Turczaninowia* 2004, 7(2), 82–95.
- 197 Marhold, K. IAPT/IOPB chromosome data 13. *Taxon* 2012, 61(4), 892-893. DOI: 10.1002/tax.614023
- 198 Lomonosova M.N., Shaulo D.N., An'kova T.V., Erst A.S., Smirnov S.V., Jian W. 2014. IAPT/IOPB chromosome data 18 (Chenopodiaceae). *Taxon* 2014, 63(6), 1387–1393. DOI:10.12705/636.37
- 199 An'kova T.V., Lomonosova M.N., Voronkova M.S., Petruk A.A., Osmonali B., Vesselova P.V. 2020. IAPT chromosome data 32/2 // TAXON Volume 69, Issue 5 p. 1127. DOI: 10.1002/tax.12322

- 200 Lomonosova M.N., Akopian J.A., Khalbekova K.U., Turginov O.T., Mokni R., An'kova T.V. 2020. IAPT chromosome data 33/8 // TAXON Volume 69, Issue 6 p. 1400. DOI: 10.1002/tax.12414
- 201 Koce, J. D., Škondrić, S., Bačić, T., & Dermastia, M. (2008). Amounts of nuclear DNA in marine halophytes. *Aquatic Botany*, 89(4), 385–389. doi:10.1016/j.aquabot.2008.04.009
- 202 Grozeva N. 2015. IAPT/IOPB chromosome data 19. *Taxon*, 64(5), 1068–1074. doi:10.12705/645.3
- 203 Semiotroczeva, N. L. 1983. *Examinatio caryosystematica specierum monnularum generum Salsola L. et Climacoptera Botsch.* Not. Syst. Herb. Inst. Bot. Acad. Sci. Kazakhst. 13: 66–70.
- 204 Baltisberger, M. and Voelger, M. 2006. *Sternbergia sicula*. In: Marhold, K. (ed.), IAPT/IOPB chromosome data 1. *Taxon* 55: 444.
- 205 Lomonosova, M. N., A. A. Krasnikov & S. A. Krasnikova. 2001. Chromosome numbers of Chenopodiaceae from Siberia. *Bot. Zhurn. (Moscow & Leningrad)* 86(9): 145–146.
- 206 Ghaffari S., Balaei Z., Chatreoor T., Akhane H. 2015. "Cytology of SW Asian Chenopodiaceae: new data from Iran and a review of previous records and correlations with life forms and C4 photosynthesis". *Plant Systematics and Evolution* 301:501-521.
- 207 Lomonosova M.N. 2005. Cytogeography of the genus Suaeda Forssk. ex J. F. Gmelin (Chenopodiaceae) of Euro-Asia. Pages 55--56 in *Karyology, Karyosystematics and Molecular Phylogeny*. St. Petersburg, Russia.
- 208 Podlech D., O. Bader. 1974. Chromosomenstudien an Afghanischen Pflanzen II. *Mitt. Bot. Mtinchen* 11, 457-488.
- 209 Lomonosova M.N., Danilov M.P., Osmonali B., Vesselova P.V. 2019. IAPT chromosome data 29/3 // TAXON Volume 68, Issue 4 p. 881-882. DOI: 10.1002/tax.12130
- 210 Grozeva N. (2010). Reports (1709-1714). In: Kamari, Blanché & Siljak-Yakovlev (eds): *Mediterranean chromosome number reports-20 Fl. Medit.* 20: 260-265.
- 211 Zakirova, R. O. 1999. Chromosome numbers of some Alliaceae, Salicaceae, Polygonaceae, and Chenopodiaceae of the South Balkhash territory. *Citologija* 41(12): 1064
- 212 Brullo C., Brullo S., Gaskin J. F., Galdo G.D., Hrusa G. F., Salmeri C. (2015). A new species of Kali (Salsoloideae, Chenopodiaceae) from Sicily, supported by molecular analysis. *Phytotaxa*, 201(4), 256. doi:10.11646/phytotaxa.201.4.2
- 213 Chang Y., Peng M., Chu G., Wang M. (2020) Genomewide assessment of population structure and genetic diversity for *Anabasis aphylla* based on specific length amplification fragment sequencing, *Journal of Plant Interactions*, 15:1, 75-82, DOI 10.1080/17429145.2020.1750096
- 214 Chatreoor T., Akhane H. (2021). An integrated morpho-molecular study of *Salicornia* (Amaranthaceae-Chenopodiaceae) in Iran proves Irano-Turanian region the major center of diversity of annual glasswort species. *TAXON*. doi:10.1002/tax.12538

- 215 Schüssler C., Freitag H., Koteyeva N., Schmidt D., Edwards G., Voznesenskaya E., Kadereit G. (2016). Molecular phylogeny and forms of photosynthesis in tribe Salsoleae (Chenopodiaceae). *Journal of Experimental Botany*, 68(2), 207–223. doi:10.1093/jxb/erw432
- 216 Sukhorukov P., Kushunina M. A., Lomonosova M. N., 2022. A new *Kalidium* species (Amaranthaceae s. l.) from northern Central Asia // *Turczaninowia* 25, 3: 24–33. DOI: 10.14258/turczaninowia.25.3.3
- 217 Wen Z.-B., Zhang M.-L., Zhu G.-L. Sanderson S. C., 2010. Phylogeny of Salsoleae s.l. (Chenopodiaceae) based on DNA sequence data from ITS, psbB–psbH, and rbcL, with emphasis on taxa of northwestern China // *Plant Syst Evol* 288:25–42. 10.1007/s00606-010-0310-5
- 218 Kadereit G., Mucina L., Freitag H., 2006. Phylogeny of Salicornioideae (Chenopodiaceae): diversification, biogeography, and evolutionary trends in leaf and flower morphology // *TAXON* 55 (3): 6.
- 219 Zacharias, E. H., & Baldwin, B. G. (2010). A Molecular Phylogeny of North American Atripliceae (Chenopodiaceae), with Implications for Floral and Photosynthetic Pathway Evolution. *Systematic Botany*, 35(4), 839–857. doi:10.1600/036364410x539907
- 220 Govaerts, R. (1999). *World Checklist of Seed Plants* 3(1, 2a & 2b): 1-1532. MIM, Deurne.
- 221 Hedge, I.C., Akhani, H., Freitag, H., Kothe-Heinrich, G., Podlech, D., Rilke, S. & Uotila, P. (1997). *Flora Iranica* 172: 1-371. Naturhistorisches Museums Wien.
- 222 Komiljon, T., Natalya, B., Avazbek, B., Dilnoza, A., Ziyoviddin, Y., Deng, T. & Sun, H. (2020). *Flora of the Dzhizak Province, Uzbekistan*: 1-523. China Forestry Publishing House.
- 223 Li, H.-T., Yi, T.-S., Gao, L.-M., Ma, P.-F., Zhang, T., Yang, J.-B., ... Li, D.-Z. (2019). Origin of angiosperms and the puzzle of the Jurassic gap. *Nature Plants*, 5(5), 461–470. doi:10.1038/s41477-019-0421-0
- 224 Piirainen, M., Liebisch, O., & Kadereit, G., 2017. Phylogeny, biogeography, systematics and taxonomy of Salicornioideae (Amaranthaceae/Chenopodiaceae) – A cosmopolitan, highly specialized hygrophilous lineage dating back to the Oligocene. *Taxon*, 66(1), 109–132. doi:10.12705/661.6
- 225 Vesselova P.V., Kudabayeva G.M. 2018. Comparative analysis of floristic lists of the desert part of the Syr Darya valley// *Ukrainian Journal of Ecology*, 8(4). P. 427-432.
- 226 Kung, H.-W., Chu, G.-L., Tsien, C.-P., Li, A.-J., Ma, C.-G. The Chenopodiaceae in China. *Acta Phytotaxonomica Sinica*. 1978,16(1), 99–123.
- 227 Zhao, K.F., Fan, H., Jiang, X.Y., et al. Improvement and utilization of saline soil by planting halophytes. *Chinese Journal of Applied & Environmental Biology* 2002, 8(1), 31-35.
- 228 Zhao, Y.-Z., Zhao, L.-Q., Cao, R. *Flora Intramongolica*. 3rd ed. Vol. 1. Huhhot: Typis Intramongolicae Popularis. 2020, 779 pp.
- 229 Zhou, Z.Y., Yan, S.Y., Qin, Y., et al. The character of shrub diversity in arid desert regions in Alashan. *Journal of Arid Land Resources and Environment* 2009, 23(9), 146-150. DOI: 10.13448/j.cnki.jal.re.2009.09.025.

- 230 Liang, X.H., Wu, Y.X. Identification of *Kalidium* species (Chenopodiaceae) by DNA barcoding. *Sciences in Cold and Arid Regions* 2017, 9(1): 0089-0096. DOI: 10.3724/SP.J.1226.2017.00089
- 231 Wang, G., Jia, J. Effects of NaCl on physiology and leaf ultrastructure in the halophyte *Kalidium foliatum*. *Nordic Journal of Botany* 2015, 33(2), 232–238. doi:10.1111/njb.00690
- 232 Tobe, K. Seed Germination and Radicle Growth of a Halophyte, *Kalidium capsicum* (Chenopodiaceae). *Annals of Botany* 2000, 85(3), 391–396. DOI: 10.1006/anbo.1999.1077
- 233 Tobe, K., Li, X., Omasa, K. Effects of sodium, magnesium and calcium salts on seed germination and radicle survival of a halophyte, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). *Aust. J. Bot.* 2002, 50, 163–169.
- 234 Song J., Feng G., Zhang F. Salinity and Temperature Effects on Germination for Three Salt-resistant Euhalophytes, *Halostachys caspica*, *Kalidium foliatum* and *Halocnemum strobilaceum*. *Plant and Soil* 2006, 279(1-2), 201–207. DOI: 10.1007/s11104-005-1012-6
- 235 Qu X., Baskin J.M., Wang L., Huang Z. Effects of cold stratification, temperature, light and salinity on seed germination and radicle growth of the desert halophyte shrub, *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae). *Plant Growth Regulation* 2007, 54(3), 241–248. doi:10.1007/s10725-007-9246-3
- 236 Wang L., Zhang D.Y., Huang Z.Y., Tian C.Y. Factors influencing seed germination of *Kalidium caspicum* (Chenopodiaceae), a halophytic desert shrub of Xinjiang, China. *Seed Sci. and Technol.* 2009, 37, 281-290.
- 237 Gong D.H., Wang G.Z., Si W.T., Zhou Y., Liu Z., Jia J. Effects of Salt Stress on Photosynthetic Pigments and Activity of Ribulose-1,5-bisphosphate Carboxylase/Oxygenase in *Kalidium foliatum*. *Russian Journal of Plant Physiology* 2018, 65(1), 98–103. doi:10.1134/s1021443718010144
- 238 Wang Z.G., Zhang P.X., Shao Y.T., Xu T.T., Jia X.Y., Zhang X.Q., Jia J. Molecular Cloning and the Expression Pattern of a Phospholipid Hydroperoxide Glutathione Peroxidase in *Kalidium foliatum* under NaCl Treatment. *Russian Journal of Plant Physiology* 2020, 67(4), 750–757. DOI: 10.1134/s1021443720040184
- 239 Wang J., Wu S., Wang M. The complete chloroplast genome of halophyte *Kalidium foliatum* (Pall.) Moq., a dominant species of desert grassland, Mitochondrial DNA Part B. 2022, 7(3), 544-545, DOI: 10.1080/23802359.2022.2054379
- 240 Schutze P., Freitag H., Weising K. An integrated molecular and morphological study of the subfamily Suaedoideae Ulbr. (Chenopodiaceae). *Plant Syst. Evol.* 2003, 239, 257–286. DOI 10.1007/s00606-003-0013-2
- 241 Xue J.J., Zhang, M.L. Monophyly and infrageneric variation of *Corispermum* L. (Chenopodiaceae), evidence from sequence data psbB-psbH, rbcL and ITS. *Journal of Arid Land* 2011, 3(4), 240–253 DOI: 10.3724/SP.J.1227.2011.00240
- 242 Lu K.-Q., Li M., Wang G.-H., Xu L.-S., Ferguson D.K., Trivedi A., Wang Y.-F. A new pollen classification of Chenopodiaceae for exploring and tracing desert vegetation evolution in the eastern central Asia. *Journal of Systematics and Evolution* 2018. doi:10.1111/jse.12462

243 Скапцов М.В., Куцев М. Г., 2014. Возможности проточной цитометрии в современной науке о растениях // «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии» - XIП Международная научно-практическая конференция. Барнаул. – С. 204-207.

Приложение А

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ЭКОЛОГИ ЖӘНЕ ТАБИҒИ РЕСУРСТАР
МИНИСТРЛІГІ

Қазақстан Республикасының Экология және табиғи ресурстар министрлігі Орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің «Ботаника және фитоинтродукция институты» шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорны



МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Институт ботаники и фитоинтродукции» Комитета лесного хозяйства и животного мира Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан

050040, Алматы қ., Тимирязев к., 36 «Д»,
тел. 8(727) 394-80-40, факс 8(727) 394-80-40

№ 01-05/83

050040, г. Алматы, ул. Тимирязева 36 «Д»,
тел. 8(727) 394-80-40, факс 8(727) 394-80-40

« 28 » февраль 2024 г.

АКТ

Настоящим актом подтверждаем, что в результате выполнения диссертационной работы на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «8D05108 – Геоботаника» по теме: «Комплексные исследования сем. Chenopodiaceae Vent. (Amaranthaceae Juss.) флоры пустынной части долины р. Сырдарья» PhD-докторантом кафедры биоразнообразия и биоресурсов КазНУ имени аль-Фараби Осмонали Б.Б., в период с 2021 по 2023 годы был собран гербарный материал и передан в Гербарный фонд (АА) РГП на ПХВ "Институт ботаники и фитоинтродукции" КЛХЖМ МЭПР РК.

Генеральный директор, д.б.н.

Зав. лаб. Флоры высших растений, к.б.н.



Ситпаева Г.Т.

Веселова П.В.

Приложение Б

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ЭКОЛОГИ ЖӘНЕ ТАБИҒИ РЕСУРСТАР
МИНИСТРЛІГІ

Қазақстан Республикасының Экология және табиғи ресурстар министрлігі Орман шаруашылығы және жануарлар дүниесі комитетінің «Ботаника және фитоинтродукция институты» шаруашылық жүргізу құқығындағы республикалық мемлекеттік кәсіпорны



МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Институт ботаники и фитоинтродукции» Комитета лесного хозяйства и животного мира Министерства экологии и природных ресурсов Республики Казахстан

050040, Алматы қ., Тимирязев к., 36 «Д»,
тел. 8(727) 394-80-40, факс 8(727) 394-80-40

№ 01-05/82

050040, г. Алматы, ул. Тимирязева 36 «Д»,
тел. 8(727) 394-80-40, факс 8(727) 394-80-40

« 28 » февраль 2024 г.

АКТ

Настоящим актом подтверждаем, что в результате выполнения диссертационной работы на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «8D05108 – Геоботаника» по теме: «Комплексные исследования сем. Chenopodiaceae Vent. (Amaranthaceae Juss.) флоры пустынной части долины р. Сырдарья» PhD-докторантом кафедры биоразнообразия и биоресурсов КазНУ имени аль-Фараби Осмонали Б.Б., в период с 2021 по 2023 годы был собран семенной материал и передан в Семенной банк РГП на ПХВ "Институт ботаники и фитоинтродукции" КЛХЖМ МЭПР РК.

Генеральный директор, д.б.н.











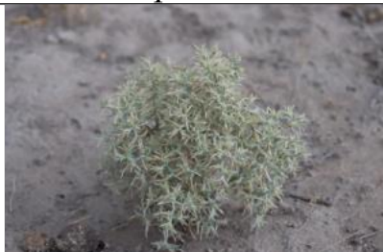






Зав. лаб. «Банк семян», к.с-х.н.















Ситпаева Г.Т.

Мурзатаева Т.Ш.

Приложение В

		
<i>Agriophyllum pungens</i>	<i>Anabasis aphylla</i>	<i>Anabasis salsa</i>
		
<i>Atriplex dimorphostegia</i>	<i>Atriplex sphaeromorpha</i>	<i>Bassia prostrata</i>
		
<i>Caroxylon dendroides</i>	<i>Ceratocarpus utriculosus</i>	<i>Climacoptera lanata</i>
		
<i>Halocnemum strobilaceum</i>	<i>Halimocnemis villosa</i>	<i>Halogeton glomeratus</i>
		
<i>Halostachys caspica</i>	<i>Halothamnus subaphyllus</i>	<i>Horaninovia ulicina</i>
		
<i>Kalidium foliatum</i>	<i>Krascheninnikovia ewersmanniana</i>	<i>Nanophyton erinaceum</i>

		
<i>Pyankovia brachiata</i>	<i>Xylosalsola arbuscula</i>	<i>Salsola sogdiana</i>
		
<i>Suaeda acuminata</i>	<i>Suaeda microphylla</i>	<i>Suaeda salsa</i>
		
<i>Bassia lasiantha</i>	<i>Bassia odontoptera</i>	<i>Caroxylon nitrarium</i>
		
<i>Girgensohnia oppositiflora</i>	<i>Kalidium caspicum</i>	<i>Salicornia europaea</i>

Приложение Г

Таблица данных описанных сообществ (2021-2023 гг.)

№	Номер описания	Название сообщество	Координаты N, E	ОПП, %	Кол-во видов	Виды сем. Chenopodiaceae	Степень нарушенности
1.	Ch2101	Разнотравно-многолетнесолянково-черносаксауловое	44.740133 65.254367	70-75	17	<i>Haloxylon aphyllum</i> , <i>Krascheninnikovia ewersmaniana</i> , <i>Bassia prostrata</i> , <i>B. lasiantha</i> , <i>Atriplex micrantha</i> , <i>Climacoptera lanata</i> , <i>Petrosimonia sibirica</i>	среднее
2.	Ch2102	Многолетнесолянково-чингиловое	44.754233 65.255233	65	8	<i>Suaeda microphylla</i> , <i>Krascheninnikovia ewersmaniana</i> , <i>Bassia lasiantha</i> , <i>Climacoptera lanata</i>	среднее
3.	Ch2103	Кустарниковое	44.692667 65.15495	40	16	<i>Haloxylon aphyllum</i> , <i>Xylosalsola arbuscula</i> , <i>Krascheninnikovia ceratoides</i> , <i>Bassia prostrata</i> , <i>Salsola tragus</i>	слабое
4.	Ch2104	Сорнотравно-однолетнесолянковое	44.717567 65.224433	5	3	<i>Salsola tragus</i> , <i>Ceratocarpus utriculosus</i>	сильное
5.	Ch2105	Кереуковое с участием саксаула	44.706767 65.1842	20	9	<i>Haloxylon aphyllum</i> , <i>Caroxylon orientale</i> , <i>Climacoptera lanata</i> , <i>Petrosimonia sibirica</i> , <i>Pyankovia brachiata</i>	слабое
6.	Ch2106	Итсигековое	44.761033 65.256117	55	15	<i>Anabasis aphylla</i> , <i>Suaeda microphylla</i> , <i>Kalidium foliatum</i> , <i>Climacoptera lanata</i> , <i>Petrosimonia sibirica</i> , <i>Atriplex sphaeromorpha</i> , <i>Bassia lasiantha</i>	среднее
7.	Ch2107	Кустраниково-туранговое редколесье	44.782183 65.321367	3-5	17	<i>Anabasis aphylla</i> , <i>Krascheninnikovia ewersmaniana</i> , <i>Suaeda microphylla</i> , <i>Climacoptera lanata</i> , <i>Pyankovia brachiata</i> , <i>Petrosimonia sibirica</i>	сильное
8.	Ch2108	Турангово-кустарниковое	44.782083 65.320883	15	19	<i>Haloxylon aphyllum</i> , <i>Xylosalsola arbuscula</i> , <i>Caroxylon nitrarium</i> , <i>Salsola tragus</i> , <i>Suaeda linifolia</i> , <i>Bassia lasiantha</i>	среднее
9.	Ch2109	Соляноколосниковое с	44.777283	10	4	<i>Halostachys caspica</i> , <i>Kalidium foliatum</i>	слабое

		участием поташника	65.262783				
10.	Ch2110	Грибенщиково-соляноколосниковое	44.779867 65.276617	35	12	<i>Halostachys caspica, Kalidium caspicum, Suaeda microphylla, Climacoptera lanata,</i>	слабое
11.	Ch2111	Белобоялычево-саксауловое	44.780483 65.2779	45	23	<i>Haloxylon aphyllum, Xylosalsola arbuscula, Atriplex dimorphostegia, Suaeda linifolia, S. altissima, Climacoptera lanata</i>	слабое
12.	Ch2112	Саксаулово-белобоялычевое	44.7809 65.279083	70	34	<i>Haloxylon aphyllum, Xylosalsola arbuscula, Salsola tragus, Caroxylon nitrarium, Atriplex dimorphostegia, Ceratocarpus utriculosus, Bassia lasiantha, Bassia prostrata</i>	слабое
13.	Ch2113	Поташниковое	44.780967 65.280917	7	10	<i>Kalidium foliatum, Halostachys caspica, Suaeda microphylla, Haloxylon aphyllum, Climacoptera lanata, Pyankovia brachiate</i>	слабое
14.	Ch2114	Туранговое редколесье	44.781867 65.283	50	20	<i>Kalidium foliatum, Suaeda microphylla, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica, Atriplex tatarica</i>	сильное
15.	Ch2115	Сорнотравно-чингиловое	44.731733 65.257567	70	25	<i>Suaeda altissima, Climacoptera lanata, Bassia lasiantha, Atriplex tatarica, Petrosimonia sibirica</i>	сильное
16.	Ch2116	Кустарниковое-сведовое	44.728967 65.262967	85	19	<i>Suaeda microphylla, Haloxylon aphyllum, Krascheninnikovia ewersmaniana, Petrosimonia sibirica, Climacoptera lanata, Suaeda acuminata, Bassia odontoptera</i>	слабое
17.	Ch2117	Чингиловое	45.046639 64.646139	20	12	<i>Suaeda linifolia, S. salsa, Bassia odontoptera, Climacoptera lanata, Atriplex sphaeromorpha</i>	среднее
18.	Ch2118	Чингиловое	45.047833 64.643806	15	10	<i>Climacoptera lanata, Suaeda linifolia, S. altissima, Bassia odontoptera</i>	среднее
19.	Ch2119	Соляноколосниковое	45.07875 64.727778	3-5	2	<i>Halostachys caspica, Climacoptera lanata</i>	слабое или ненарушенное
20.	Ch2120	Солеросово-соляноколосниковое	45.078833 64.727056	5	5	<i>Halostachys caspica, Salicornia europaea, Suaeda salsa, Climacoptera lanata</i>	ненарушенное

21.	Ch2121	Гребенщиково-соляноколосниковое	45.078056 64.725778	15	8	<i>Halostachys caspica, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica</i>	слабое
22.	Ch2122	Соляноколосниковое с участием поташника	45.078778 64.728194	10	4	<i>Halostachys caspica, Kalidium foliatum, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica</i>	слабое
23.	Ch2123	Карелининое	45.084306 64.782833	40-50	16	<i>Salsola tragus, Atriplex sagittata, Suaeda linifolia, Bassia odontoptera, Climacoptera lanata, Halostachys caspica</i>	среднее
24.	Ch2124	Однолетнесолянковое	45.08425 64.783889	35-40	14	<i>Salsola tragus, Atriplex sagittata, Suaeda linifolia, Bassia odontoptera, Climacoptera lanata</i>	сильное
25.	Ch2125	Гребенщиково-брунцовое	45.068889 64.89975	35-40	15	<i>Halostachys caspica, Suaeda microphylla, Petrosimonia sibirica, Climacoptera lanata, Atriplex sagittata</i>	среднее
26.	Ch2126	Туранговое редколесье	45.002222 64.717778	20-25	18	<i>Halostachys caspica, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica, Suaeda linifolia, Atriplex sphaeromorpha, Chenopodium album</i>	среднее
27.	Ch2127	Дурнишниково-однолетнесолянковое	45.007472 64.714639	10	4	<i>Salsola tragus, Agriophyllum pungens</i>	сильное
28.	Ch2128	Поташниковое	44.713361 64.701056	25	4	<i>Kalidium caspicum, Anabasis salsa, Haloxylon aphyllum, Climacoptera lanata</i>	слабое
29.	Ch2129	Белобоялычево-черносаксуловое	44.612528 64.701389	10	15	<i>Haloxylon aphyllum, Xylosalsola arbuscula, Salsola tragus, Caroxylon nitrarium, Atriplex dimorphostegia, Ceratocarpus utriculosus</i>	слабое
30.	Ch2130	Сарсазановое	45.103361 64.531417	30	3	<i>Halocnemum strobilaceum, Halostachys caspica</i>	ненарушенное
31.	Ch2131	Однолетнесолянковое-ажрековое	45.246667 64.378222	60-65	14	<i>Climacoptera lanata, Suaeda linifolia, Suaeda salsa, Bassia odontoptera, Atriplex sagittata, Petrosimonia sibirica, Caroxylon nitrarium</i>	среднее
32.	Ch2132	Туранговое редколесье	45.460167 64.219222	50	15	<i>Suaeda microphylla, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica, Atriplex sagittata,</i>	сильное

						<i>Suaeda linifolia</i>	
33.	Ch2133	Поташниковое	45.397583 64.271806	10	5	<i>Kalidium caspicum, Halostachys caspica, Pyankovia brachiata, Climacoptera lanata</i>	слабое
34.	Ch2134	Коянсуйеково-черносаксауловое	44.820083 65.603611	15	13	<i>Haloxylon aphyllum, Xylosalsola arbuscula, Camphorosma monspeliaca, Salsola tragus, Caroxylon nitrarium, Atriplex dimorphostegia, Bassia prostrata, Agriophyllum pungens</i>	слабое
35.	Ch2135	Черносаксауловое с участием солянок	44.819972 65.612639	10	9	<i>Haloxylon aphyllum, Kalidium caspicum, Suaeda microphylla, Climacoptera lanata, Pyankovia brachiata</i>	среднее
36.	Ch2136	Черносаксауловое с участием чингила	44.818806 65.616889	15	13	<i>Haloxylon aphyllum, Halothamnus subaphyllus, Climacoptera lanata, Pyankovia brachiata, Anabasis aphylla, Ceratocarpus utriculosus, Caroxylon nitrarium</i>	сильное
37.	Ch2137	Поташниковое	44.818111 65.625917	10	4	<i>Kalidium caspicum, Climacoptera lanata</i>	слабое
38.	Ch2138	Черносаксаулово-однолетнесолянковое	44.819583 65.638417	15-20	12	<i>Haloxylon aphyllum, Halothamnus subaphyllus, Salsola tragus, Caroxylon nitrarium, Atriplex micrantha, Climacoptera lanata, Pyankovia brachiata, Petrosimonia sibirica</i>	среднее
39.	Ch2139	Черносаксауловое	44.820778 65.639694	10-20	15	<i>Haloxylon aphyllum, Salsola tragus, Caroxylon nitrarium, Ceratocarpus utriculosus</i>	слабое
40.	Ch2140	Поташниковое	44.824917 65.652917	5-10	6	<i>Kalidium caspicum, Haloxylon aphyllum, Halostachys caspica, Climacoptera lanata, Pyankovia brachiata</i>	слабое
41.	Ch2141	Соляноколосниковое	44.824306 65.654056	20	5	<i>Halostachys caspica, Kalidium caspicum, Climacoptera lanata, Caroxylon nitrarium</i>	слабое
42.	Ch2142	Кереуковое	44.103889 67.056278	30	8	<i>Caroxylon orientale, Climacoptera lanata, Pyankovia brachiata, Petrosimonia sibirica,</i>	слабое

						<i>Ceratocarpus utriculosus</i>	
43.	Ch2143	Поташниковое	44.105944 67.055694	30	9	<i>Kalidium caspicum, Caroxylon orientale, Haloxylon aphyllum, Climacoptera lanata, Pyankovia brachiata, Petrosimonia sibirica</i>	слабое
44.	Ch2144	Поташниковое	44.106694 67.056222	25	5	<i>Kalidium caspicum, Caroxylon orientale, Haloxylon aphyllum, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica</i>	слабое
45.	Ch2145	Черносаксауловое	44.107083 67.056306	40	16	<i>Haloxylon aphyllum, Caroxylon nitrarium, Salsola tragus, S. sogdiana, Atriplex dimorphostegia, Ceratocarpus utriculosus, Halothamnus subaphyllus, Horaninovia ulicina, Climacoptera lanata</i>	слабое
46.	Ch2146	Кереуковое	44.109111 67.057139	40	5	<i>Caroxylon orientale, Haloxylon aphyllum, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica</i>	слабое
47.	Ch2147	Поташниковое	44.109917 67.056361	40	5	<i>Kalidium caspicum, Haloxylon aphyllum, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica</i>	ненарушенное
48.	Ch2148	Соляноколосниковое	44.11075 67.060417	15	10	<i>Halostachys caspica, Kalidium caspicum, Haloxylon aphyllum, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica, Suaeda salsa, Caroxylon nitrarium, Salsola tragus</i>	ненарушенное
49.	Ch2149	Черносаксуловое	44.110083 67.060861	40	15	<i>Haloxylon aphyllum, Caroxylon nitrarium, Salsola tragus</i>	ненарушенное
50.	Ch2150	Черносаксуловое	44.107361 67.061028	40	16	<i>Haloxylon aphyllum, Caroxylon nitrarium, Salsola tragus</i>	ненарушенное
51.	Ch2151	Итсигеково-жантаковое	44.101639 67.063972	30	9	<i>Anabasis aphylla, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica</i>	сильное
52.	Ch2201	Разнотравное	46.029722 61.050556	15-20	32	<i>Ceratocarpus utriculosus, Caroxylon nitrarium, Salsola tragus, Atriplex micrantha, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica</i>	сильное
53.	Ch2202	Псаммофитно-кустарниковое	46.084494 61.136174	10	40	<i>Caroxylon nitrarium, Salsola tragus, Ceratocarpus utriculosus, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica, Bassia</i>	среднее

						<i>prostrata, Atriplex dimorphostegia</i>	
54.	Ch2203	Разнотравно- поташниковое	45.875278 62.139167	25	30	<i>Kalidium caspicum, Haloxylon aphyllum, Halostachys caspica, Climacoptera lanata, Pyankovia brachiata, Suaeda altissima, S. salsa, Atriplex sagittata</i>	среднее
55.	Ch2204	Белобоялычевое	45.848333 62.231944	35-40	44	<i>Xylosalsola arbuscula, Haloxylon aphyllum, Ceratocarpus utriculosus, Caroxylon nitrarium, Salsola tragus, Atriplex tatarica</i>	слабое
56.	Ch2205	Разнотравно- сарсазановое с участием поташника	45.848274 62.232522	25	23	<i>Halocnemum strobilaceum, Kalidium caspicum, Salsola tragus, Climacoptera lanata, Caroxylon nitrarium</i>	слабое
57.	Ch2206	Сорнотравное	45.793333 62.256944	15-20	30	<i>Ceratocarpus utriculosus, Bassia prostrata, Caroxylon nitrarium</i>	сильное
58.	Ch2207	Поташниково- сорнотравное	45.759801 62.343736	5	29	<i>Kalidium caspicum, Climacoptera lanata, Pyankovia brachiata, Petrosimonia sibirica, Atriplex sagittata, Suaeda altissima</i>	сильное
59.	Ch2208	Сарсазановое	45.77 62.311389	5	4	<i>Halocnemum strobilaceum, Kalidium caspicum, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica</i>	ненарушенное
60.	Ch2209	Эфедрово-терискеновое	45.912852 62.151765	40-45	50	<i>Krascheninnikovia ewersmaniana, Bassia prostrata, Halothamnus subaphyllus, Salsola tragus, Ceratocarpus utriculosus, Atriplex tatarica</i>	слабое
61.	Ch2210	Жантаково- черносаксауловое	44.274167 66.584167	5-10	14	<i>Haloxylon aphyllum, Xylosalsola richteri, Krascheninnikovia ewersmaniana, Caroxylon nitrarium, Ceratocarpus utriculosus, Petrosimonia sibirica, Atriplex dimorphostegia</i>	среднее
62.	Ch2211	Коянсуйеково- саксаулово-солянковое	44.274444 66.584722	10	18	<i>Haloxylon aphyllum, Xylosalsola richteri, Caroxylon nitrarium, Corispermum Lehmannianum, Krascheninnikovia ewersmaniana, Halothamnus subaphyllus,</i>	среднее

						<i>Ceratocarpus utriculosus</i>	
63.	Ch2212	Терискеново-гребенщиковое	44.275097 66.586	10-15	18	<i>Krascheninnikovia ewersmaniana, Camphorosma monspeliaca, Haloxylon aphyllum, Petrosimonia sibirica, Caroxylon nitrarium, Climacoptera lanata, Suaeda microphylla</i>	среднее
64.	Ch2213	Туранговое редколесье	44.275911 66.586853	15	16	<i>Atriplex tatarica, Suaeda altissima, Suaeda microphylla</i>	сильное
65.	Ch2214	Гребенщиково-солянковое	44.123889 66.990833	20-25	7	<i>Halostachys caspica, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica, Suaeda microphylla</i>	среднее
66.	Ch2215	Черносаксауловое	44.106944 67.056389	5-10	21	<i>Haloxylon aphyllum, Krascheninnikovia ewersmaniana, Salsola tragus, Caroxylon nitrarium, Salsola praecox, Horaninovia ulicina</i>	слабое
67.	Ch2216	Поташниковое	44.106111 67.044444	5-10	5	<i>Kalidium capsicum, Halostachys caspica, Climacoptera obtusifolia, Petrosimonia sibirica</i>	слабое
68.	Ch2217	Жантаково-однолетнесолянковое	44.095278 67.067222	5	7	<i>Climacoptera lanata</i>	сильное
69.	Ch2218	Жантаково-кереуковое с участием саксаула	44.054167 67.144444	5-10	15	<i>Haloxylon aphyllum, Caroxylon orientale, Climacoptera longistylosa, Petrosimonia sibirica, Krascheninnikovia ewersmaniana, Halothamnus subaphyllus, Pyankovia brachiata, Anabasis aphylla, Caroxylon nitrarium</i>	среднее
70.	Ch2219	Сарсазановое	43.796389 67.463611	10-15	12	<i>Halocnemum strobilaceum, Climacoptera obtusifolia, Halimocnemis villosa, Climacoptera lanata, Pyankovia brachiata, Anabasis salsa</i>	слабое
71.	Ch2220	Биюргуновое	43.795556 67.461111	20-25	7	<i>Anabasis salsa, Climacoptera lanata, Halimocnemis sclerosperma, Halocnemum strobilaceum</i>	слабое

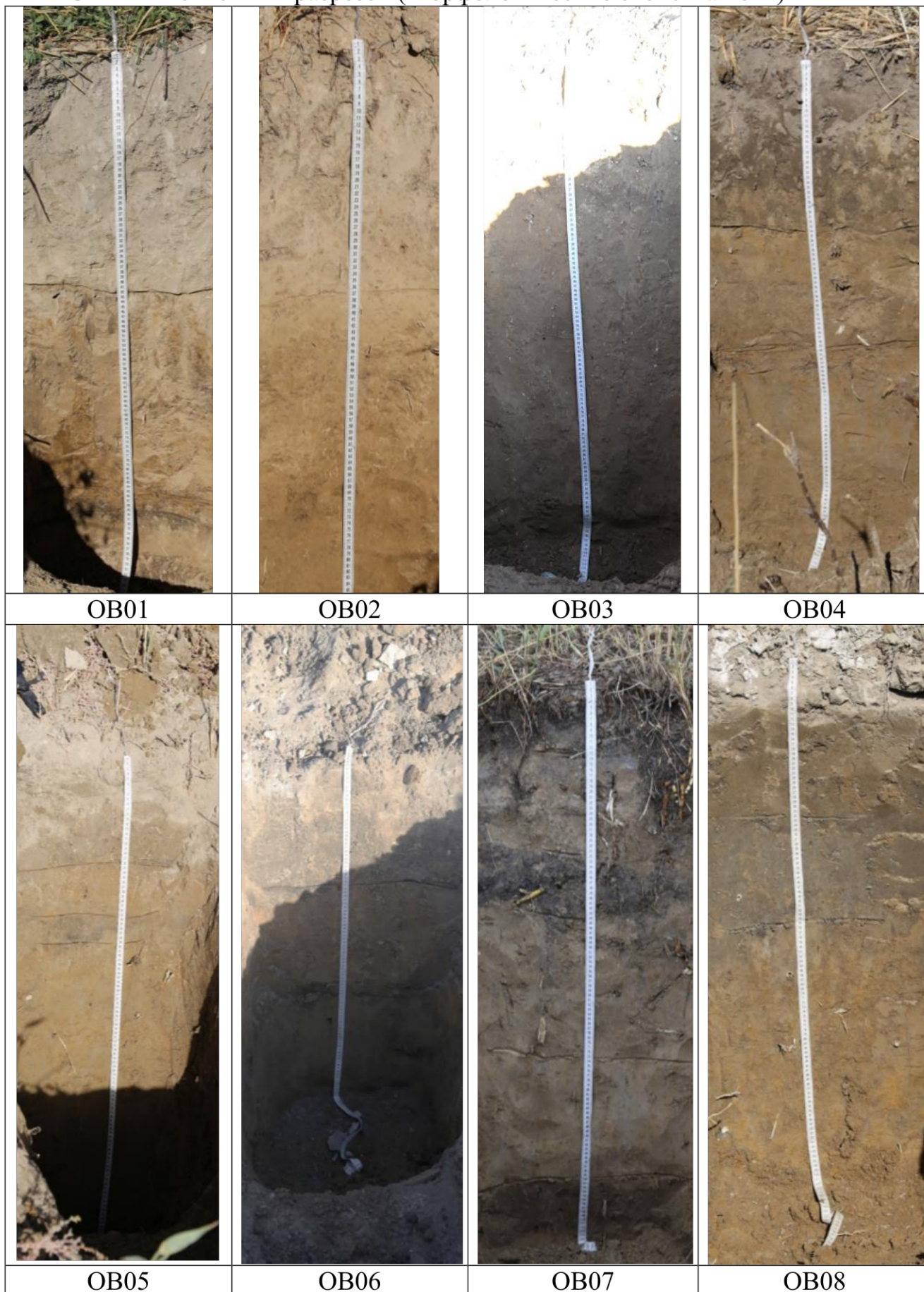
72.	Ch2221	Черносаксаулово-жантаковое	44.054706 67.143242	40	16	<i>Haloxylon aphyllum, Halothamnus subaphyllum, Salsola tragus, Xylosalsola arbuscula, Caroxylon nitrarium, Ceratocarpus utriculosus, Caroxylon orientale, Climacoptera obtusifolia</i>	среднее
73.	Ch2301	Сведовое	44.184444 66.7275	15	10	<i>Suaeda acuminata, S. altissima, S. linifolia, S. microphylla, S. salsa, Caroxylon orientale, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica</i>	среднее
74.	Ch2302	Сорнотравное	44.189167 66.703056	25	16	<i>Climacoptera lanata, Suaeda acuminata, S. altissima, S. linifolia, S. microphylla, S. salsa, Petrosimonia sibirica</i>	сильное
75.	Ch2303	Гребенщиковое	44.213611 66.733889	10	15	<i>Suaeda altissima, S. linifolia, S. microphylla, Halostachys caspica, Kalidium capsicum, Climacoptera lanata</i>	сильное
76.	Ch2304	Сорнотравное	44.264167 66.610556	5	14	<i>Suaeda altissima, S. linifolia, S. microphylla, S. salsa, Climacoptera lanata, Atriplex sagittata, Caroxylon nitrarium</i>	сильное
77.	Ch2305	Гребенщиково-лоховое	44.265833 66.61	70	22	<i>Suaeda linifolia, S. microphylla, Petrosimonia sibirica</i>	среднее
78.	Ch2306	Черносаксаулово-разнотравное	44.273611 66.584167	25	20	<i>Haloxylon aphyllum, Xylosalsola arbuscula, Suaeda acuminata, Climacoptera lanata, Atriplex sagittata</i>	среднее
79.	Ch2307	Сведовое	44.269167 66.571389	10	10	<i>Suaeda microphylla, Kalidium capsicum, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica</i>	слабое
80.	Ch2308	Коянсуйековое	44.335 66.4475	20	28	<i>Haloxylon aphyllum, Ceratocarpus utriculosus, Atriplex dimorphostegia, Krascheninnikovia ewersmaniana, Salsola tragus,</i>	слабое
81.	Ch2309	Черносаксаулово-потащниковое	44.121111 66.995	15	14	<i>Kalidium capsicum, Haloxylon aphyllum, Petrosimonia sibirica, Suaeda microphylla, Climacoptera lanata, Krascheninnikovia ewersmaniana,</i>	слабое

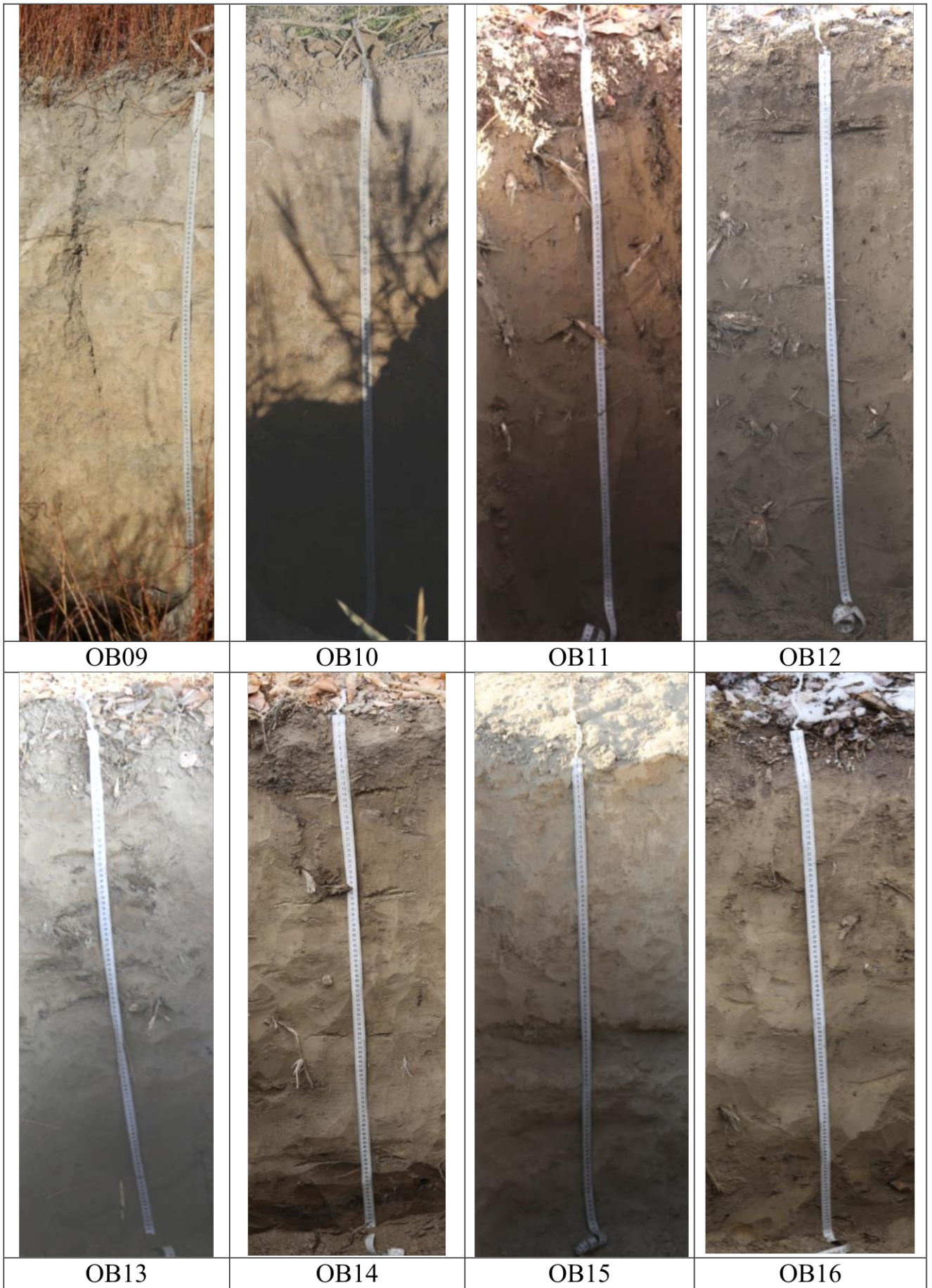
82.	Ch2310	Черносаксаулово- коянсуековое	43.998889 67.225556	20	35	<i>Haloxyton aphyllum, Krascheninnikovia ewersmaniana, Salsola tragus, Bassia prostrata, Caroxylon nitrarium, Caroxylon orientale, Ceratocarpus utriculosus, Xylosalsola arbuscula</i>	слабое
83.	Ch2311	Однолетнесолянковое	44.1075 67.058333	50	20	<i>Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica, Suaeda microphylla, Caroxylon nitrarium, Salsola tragus, Atriplex dimorphostegia</i>	слабое
84.	Ch2312	Сведовое	44.968056 65.330278	20	25	<i>Suaeda altissima, S. linifolia, Climacoptera lanata, Petrosimonia sibirica, Oxybasis glauca, Bassia odontoptera, Salsola tragus</i>	среднее
85.	Ch2313	Сведовое	44.975278 65.349167	15	11	<i>Suaeda microphylla, Suaeda acuminata, S. salsa, Climacoptera obtusifolia, Halogeton glomeratus, Petrosimonia sibirica</i>	среднее
86.	Ch2314	Разнотравное	44.993611 65.349444	15	8	<i>Suaeda altissima, S. linifolia, Bassia odontoptera, Salsola tragus</i>	среднее
87.	Ch2315	Сведовое	44.997778 65.349167	90	6	<i>Suaeda acuminata, S. salsa, Climacoptera longistylosa, Bassia odontoptera, Halostachys caspica</i>	слабое
88.	Ch2316	Сведово-гребенщиковое	44.997778 65.340278	75	15	<i>Suaeda altissima, S. linifolia, Salsola foliosa, Halostachys caspica, Bassia odontoptera, Atriplex prostrata, Oxybasis glauca</i>	слабое
89.	Ch2317	Соляноколосниково- сведовое	44.885833 65.211111	20	6	<i>Halostachys caspica, Suaeda microphylla, Kalidium capsicum, Petrosimonia sibirica, Climacoptera lanata</i>	ненарушенное
90.	Ch2318	Сведовое	45.080833 64.602222	30	9	<i>Suaeda acuminata, Salicornia europaea</i>	ненарушенное
91.	Ch2319	Сведовое	45.139444 64.489722	70	3	<i>Suaeda acuminata, Salicornia europaea</i>	ненарушенное
92.	Ch2320	Сведовое	45.160833 64.494444	15	9	<i>Suaeda microphylla, Halostachys caspica, Climacoptera lanata</i>	ненарушенное
93.	Ch2321	Сведовое с участием	45.196111	25	11	<i>Suaeda acuminata, Krascheninnikovia</i>	слабое

		жантака	64.441944			<i>ewersmaniana, Salsola tragus, Ceratocarpus utriculosus, Climacoptera obtusifolia, Oxybasis glauca, Caroxylon nitrarium</i>	
94.	Ch2322	Сведовое	44.999444 64.501111	30	5	<i>Suaeda microphylla, Halostachys caspica, Petrosimonia sibirica, Kalidium capsicum</i>	слабое
95.	Ch2323	Сведовое	45.012778 64.497222	20	10	<i>Suaeda microphylla, Petrosimonia sibirica, Climacoptera lanata</i>	слабое
96.	Ch2324	Поташниковое	45.016389 64.498333	5	3	<i>Kalidium capsicum, Halostachys caspica, Climacoptera lanata,</i>	ненарушенное



Приложение Д

Снимки почвенных разрезов (Морфологические свойства почв)







	 A vertical photograph of a soil profile labeled OB25. A white measuring tape is placed vertically on the right side of the soil. The soil is light brown and appears to have some horizontal layering or structure. The tape shows markings from 0 to 100 cm.	 A vertical photograph of a soil profile labeled OB26. A white measuring tape is placed vertically on the right side of the soil. The soil is a darker brown color and appears more homogeneous than OB25. The tape shows markings from 0 to 100 cm.	
	OB25	OB26	

Приложение Е

Таблица – Происхождение, исходный код и регистрационные номера генбанка последовательностей Chenopodiaceae, используемых для филогенетического анализа

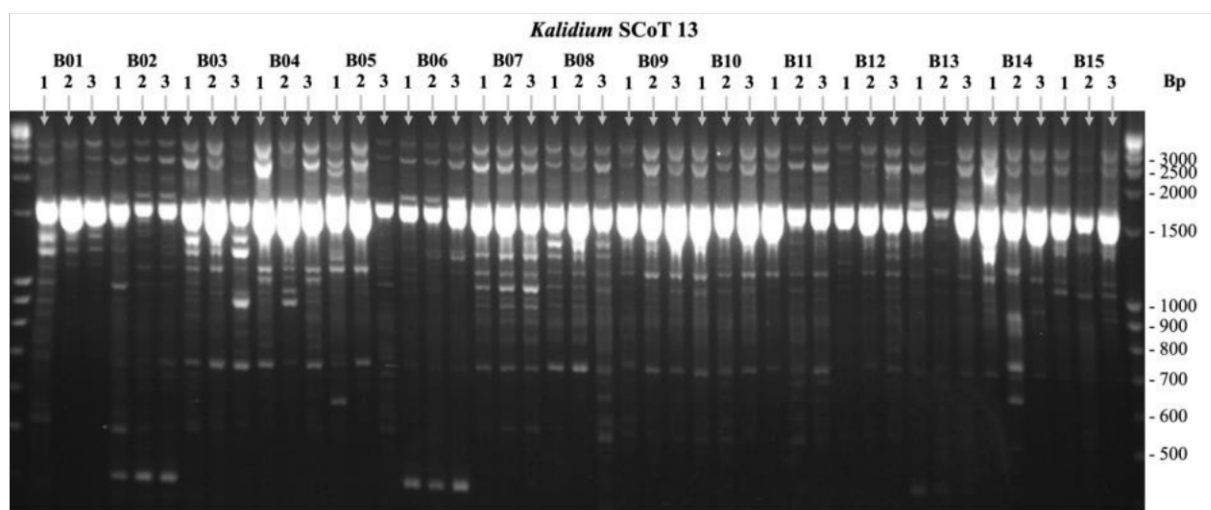
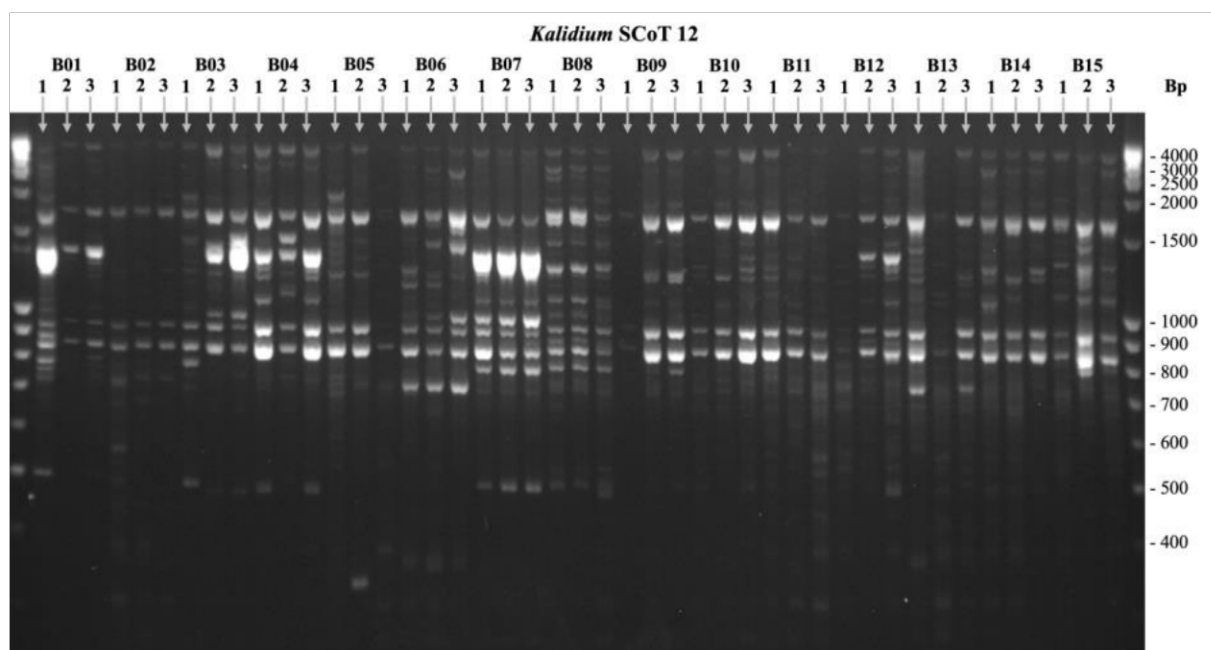
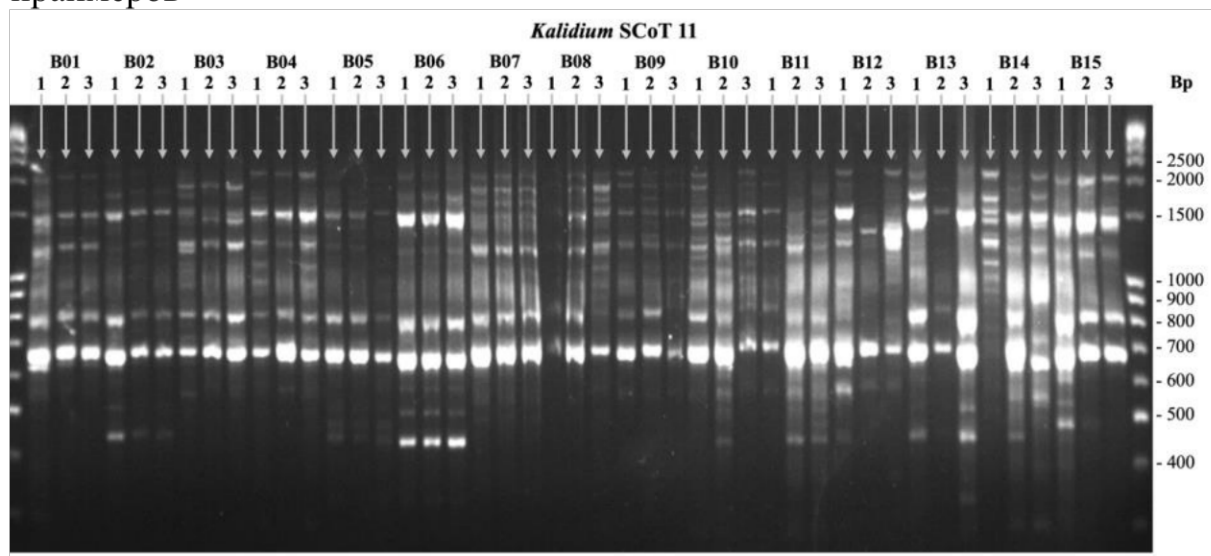
№	Название	Кординаты	Ваучер	rITS	trnQ-rps16	rpl32-trnL
B01	<i>Kalidium caspicum</i>	44.106944 N 67.056389 E	AA: 0001993	OQ06148 6	OQ077105	OQ077120
B03	<i>Kalidium caspicum</i>	45.875278 N 62.139167 E	AA: 0001995	OQ06148 7	OQ077106	OQ077121
B04	<i>Kalidium caspicum</i>	44.1775 N 78.812778 E	AA: 0001994	OQ06148 8	OQ077107	OQ077122
B07	<i>Kalidium caspicum</i>	45.848274 N 62.230855 E	AA: 0001992	OQ06148 9	OQ077108	OQ077123
B08	<i>Kalidium caspicum</i>	44.106111N 67.044444 E	AA: 0001998	OQ06149 0	OQ077109	OQ077124
B09	<i>Kalidium caspicum</i>	45.103361 N 64.531417 E	AA: 0002000	OQ06149 1	OQ077110	OQ077125
B10	<i>Kalidium caspicum</i>	44.080028 N 64.701056 E	AA: 0002001	OQ06149 2	OQ077111	OQ077126
B10. 2	<i>Kalidium caspicum</i>	44.080028 N 64.701056 E	AA: 0002001	OQ06149 3	-	-
B11	<i>Kalidium caspicum</i>	44.109917 N 67.056361 E	AA: 0001999	OQ06149 4	OQ077112	OQ077127
B11. 2	<i>Kalidium caspicum</i>	44.109917 N 67.056361 E	AA: 0001999	OQ06149 5	-	-
B12	<i>Kalidium caspicum</i>	43.680278 N 80.073333 E	AA: 0002002	OQ06149 6	OQ077113	OQ077128
B12. 2	<i>Kalidium caspicum</i>	43.680278 N 80.073333 E	AA: 0002002	OQ06149 7	-	-
B14	<i>Kalidium caspicum</i>	43.759444 N 80.228889 E	AA: 0002003	OQ06149 8	OQ077114	OQ077129
B14. 2	<i>Kalidium caspicum</i>	45.875278 N 62.139167 E	AA: 0002003	OQ06149 9	-	-
B14. 3	<i>Kalidium caspicum</i>	45.875278 N 62.139167 E	AA: 0002003	OQ06150 0	-	-
B02	<i>Kalidium foliatum</i>	44.106944 N 67.056389 E	AA: 0001997	OQ06148 1	OQ077115	OQ077130
B05	<i>Kalidium foliatum</i>	44.1775 N 78.812778 E	AA: 0001996	OQ06148 2	OQ077116	OQ077131
B06	<i>Kalidium foliatum</i>	45.848274 N 62.230855 E	AA: 0001991	OQ06148 3	OQ077117	OQ077132
B13	<i>Kalidium foliatum</i>	43.680278 N 80.073333 E	AA: 0002004	OQ06148 4	OQ077118	OQ077133
B13. 2	<i>Kalidium foliatum</i>	43.680278 N 80.073333 E	AA: 0002004	OQ06148 5	-	-
B15	<i>Kalidium schrenkianum</i>	43.759444 N 80.228889 E	AA: 0002005	OQ06150 1	OQ077119	OQ077134
B16	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	43.796389 N 67.463611 E	AA: 0002038	OQ06260 1	OQ07713 5	OQ07716 2
B17	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	45.848274 N 62.230855 E	AA: 0002025	OQ06260 2	-	-
B18	<i>Halocnemum strobilaceum</i>	45.100583 N 64.528056 E	AA: 0002017	OQ06260 3	OQ07713 6	OQ07716 3

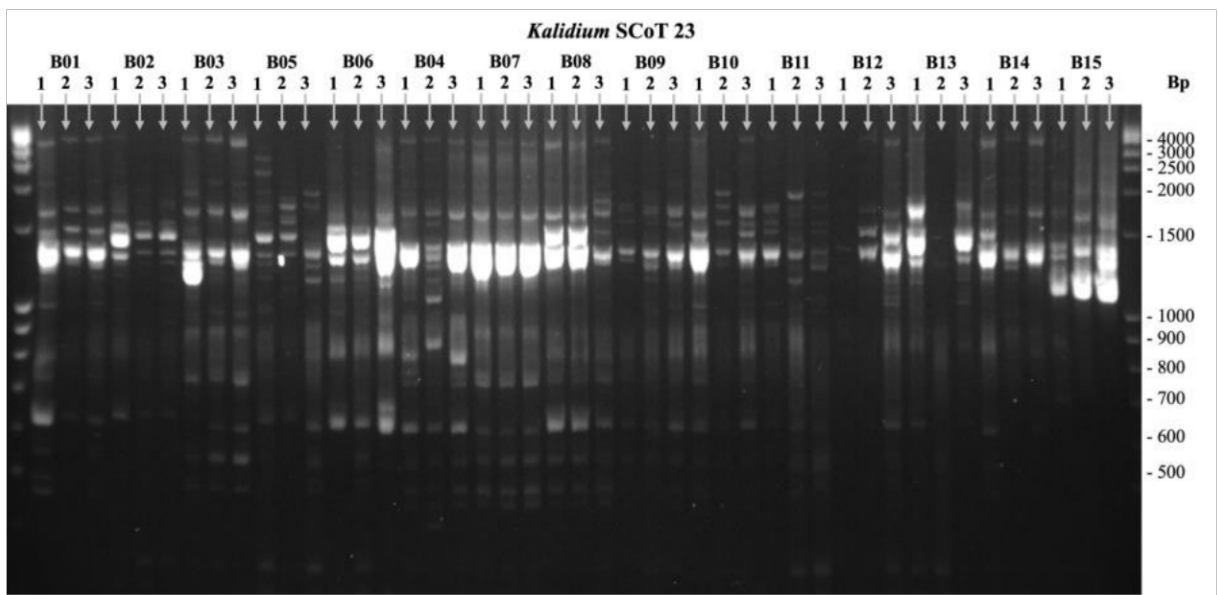
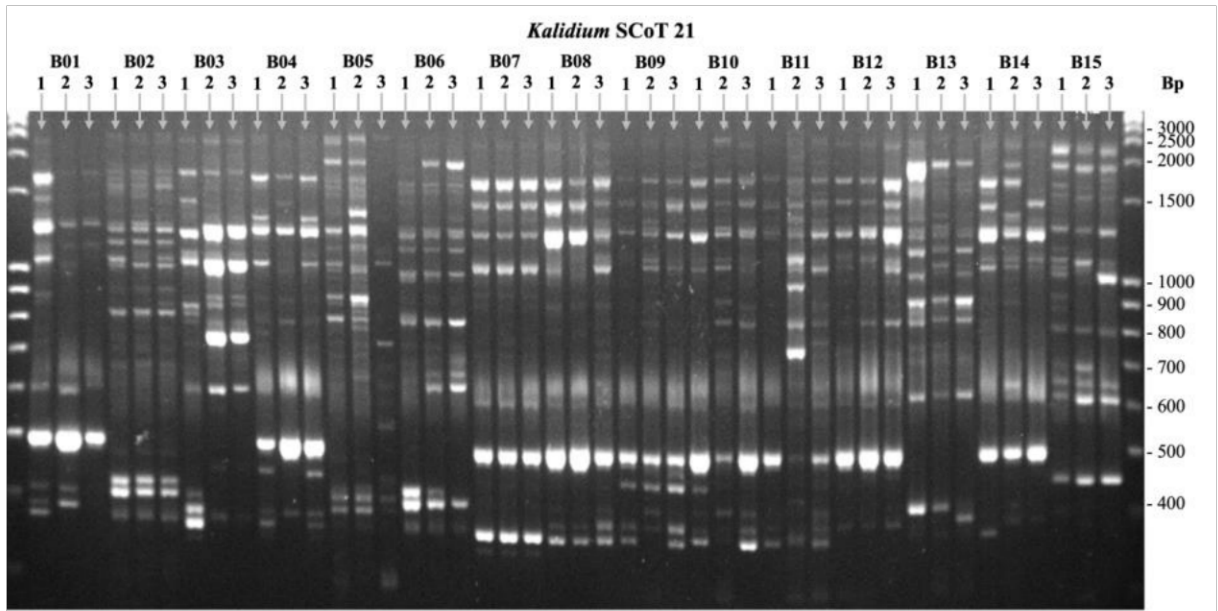
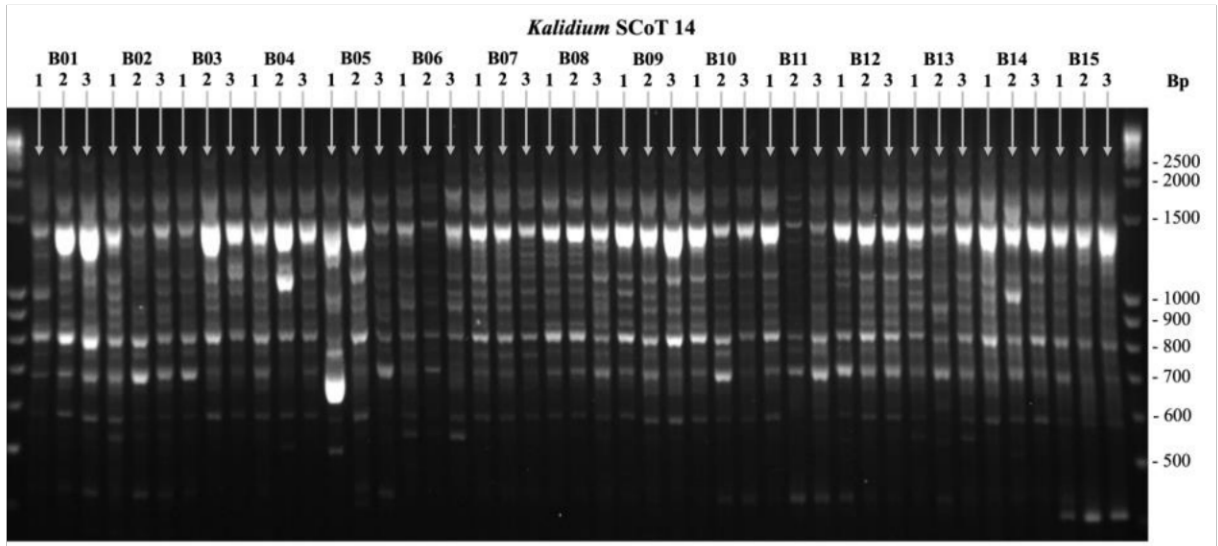
B19	<i>Halostachys belangeriana</i>	45.078778 N 64.728194 E	AA: 0002018	OQ06260 4	OQ07713 7	OQ07716 4
B20	<i>Halostachys belangeriana</i>	44.106944 N 67.056389 E	AA: 0002031	OQ06260 5	OQ07713 8	OQ07716 5
B21	<i>Halostachys belangeriana</i>	44.11075 N 67.060417 E	AA: Osmonali B.B., 15.10.2021	OQ06260 6	-	-
B22	<i>Halostachys belangeriana</i>	44.769817 N 65.235717 E	AA: 0002032	OQ06260 7	-	-
B23	<i>Salsola arbuscula</i>	45.848333 N 62.231944 E	AA: 0002023	OQ06260 8	OQ07713 9	OQ07716 6
B24	<i>Salsola arbuscula</i>	44.780472 N 65.277889 E	AA: 0002033	OQ06260 9	-	-
B25	<i>Salsola arbuscula</i>	44.692667 N 65.154944 E	AA: 0002006	OQ06261 0	OQ07714 0	OQ07716 7
B26	<i>Salsola orientalis</i>	44.706778 N 65.184194 E	AA: 0002007	OQ06261 1	-	-
B27	<i>Salsola orientalis</i>	44.106111 N 67.062778 E	AA: Osmonali B.B., 18.04.2022	OQ06261 2	OQ07714 1	OQ07716 8
B36	<i>Salsola tragus</i>	46.084494 N 61.136174 E	AA: 0002027	OQ06261 3	OQ07714 2	OQ07716 9
B37	<i>Salsola tragus</i>	44.692667 N 65.154944 E	AA: 0002010	OQ06261 4		
B38	<i>Salsola tragus</i>	45.08425 N 64.783889 E	AA: 0002021	OQ06261 5	OQ07714 3	OQ07717 0
B39	<i>Salsola nitraria</i>	44.110833 N 67.061111 E	AA: Osmonali B.B., 18.04.2022	OQ06261 6	OQ07714 4	OQ07717 1
B40	<i>Salsola nitraria</i>	44.780472 N 65.277889 E	AA: 0002011	OQ06261 7	OQ07714 5	OQ07717 2
B28	<i>Climacoptera lanata</i>	44.740139 N 65.254361 E	AA: 0002008	OQ06261 8	OQ07714 6	OQ07717 3
B29	<i>Climacoptera lanata</i>	43.796389 N 67.463611 E	AA: 0002034	OQ06261 9	OQ07714 7	OQ07717 4
B30	<i>Climacoptera lanata</i>	44.110833 N 67.061111 E	AA: Osmonali B.B., 18.04.2022	OQ06262 0	-	-
B31	<i>Climacoptera lanata</i>	45.047833 N 64.643806 E	AA: 0002019	OQ06262 1	-	-
B32	<i>Climacoptera lanata</i>	45.246667 N 64.378222 E	AA: 0002020	OQ06262 2	-	-
B33	<i>Climacoptera lanata</i>	45.759801 N 62.343736 E	AA: 0002026	OQ06262 3	OQ07714 8	OQ07717 5
B34	<i>Climacoptera lanata</i>	44.769817 N 65.235717 E	AA: 0002009	OQ06262 4	-	-
B35	<i>Climacoptera</i>	45.875278 N	AA:	OQ06262	OQ07714	OQ07717

	<i>lanata</i>	62.139167 E	0002035	5	9	6
B35 .2	<i>Climacoptera lanata</i>	45.875278 N 62.139167 E	AA: 0002035	OQ06262 6	-	-
B41	<i>Suaeda microphylla</i>	44.728972 N 65.262972 E	AA: 0002012	OQ06262 7	OQ07715 0	OQ07717 7
B42	<i>Suaeda altissima</i>	45.046639 N 64.646139 E	AA: 0002022	OQ06262 8	OQ07715 1	OQ07717 8
B43	<i>Suaeda altissima</i>	44.731722 N 65.257556 E	AA: 0002013	OQ06262 9	OQ07715 2	OQ07717 9
B44	<i>Suaeda linifolia</i>	45.046639 N 64.646139 E	AA: 0002023	OQ06263 0	OQ07715 3	OQ07718 0
B45	<i>Suaeda linifolia</i>	45.882207 N 62.146763 E	AA: 0002028	OQ06263 1	OQ07715 4	OQ07718 1
B54	<i>Suaeda acuminata</i>	45.875278 N 62.139167 E	AA: 0002036	OQ06263 2	OQ07715 5	OQ07718 2
B46	<i>Salicornia europaea</i>	45.078833 N 64.727056 E	AA: 0002024	OQ06263 3	OQ07715 6	OQ07718 3
B47	<i>Anabasis aphylla</i>	45.875278 N 62.139167 E	AA: 0002037	OQ06263 4	OQ07715 7	OQ07718 4
B48	<i>Petrosimonia sibirica</i>	44.740139 N 65.254361 E	AA: 0002014	OQ06263 5	-	-
B49	<i>Petrosimonia sibirica</i>	44.769817 N 65.235717 E	AA: 0002015	OQ06263 6	-	-
B50	<i>Petrosimonia sibirica</i>	45.759801 N 62.343736 E	AA: 0002029	OQ06263 7	OQ07715 8	OQ07718 5
B51	<i>Petrosimonia sibirica</i>	44.110833 N 67.061111 E	AA: Osmonali B.B., 18.04.2022	OQ06263 8	OQ07715 9	OQ07718 6
B52	<i>Ceratocarpus utriculosus</i>	46.084494 N 61.136174 E	AA: 0002030	OQ06263 9	OQ07716 0	OQ07718 7
B53	<i>Ceratocarpus utriculosus</i>	44.725556 N 65.224444 E	AA: 0002016	OQ06264 0	OQ07716 1	OQ07718 8

Приложение Ж

Иллюстрации полученных данных по анализу с использованием SCoT праймеров





Приложение 3

Матрица результатов SCoT праймеров: SCoT 11 – 1-15; SCoT 12 – 16-33; SCoT 13 – 34-48; SCoT 14 – 49-64; SCoT 21 – 65-91; SCoT 23 – 92-109

B01.1 *K_caspicum*

10010001001100010001011000111001011001110010000001101001010000000010100101000000
00100100111100001101101000000

B01.2 *K_caspicum*

10010001001100010001010000110000010001110000000001110001010100000000000100000000
00100100110100001101000000000

B01.3 *K_caspicum*

10010001001100010001010000110000011001110000000001110001010100100000000100000000
00100100000100001101000000010

B02.1 *K_foliatum*

00110000001101010001000000110110011001000010001101111101010110100000000111000010
00000001101000000111000000010

B02.2 *K_foliatum*

00010000001100010001000000110000011011000000000101100001010000100000000111000010
00000001101000000111000000000

B02.3 *K_foliatum*

00010000001100010001000000110000011011000000000101110001010000100001000111000010
00000001101000000111000000000

B03.1 *K_caspicum*

01101001001100010011000000111001011001111000100001110001010000001010100101000110
00100000111100101001010100101

B03.2 *K_caspicum*

01001001001100010001010001110000011001111000100001111101000100001010000101001101
00100000000100001001000100111

B03.3 *K_caspicum*

01001001001100010001111001110000011001111001100001111001000100001010000101001101
00100000000100001001000100111

B04.1 *K_caspicum*

10010001001100011001010010110001011001001100100001111101010100000010001101000000
00000110011011000011000000010

B04.2 *K_caspicum*

10010001001100011001110100110000011001001011000001111001000100000010000101000010
00000100010000000111000000000

B04.3 *K_caspicum*

10010001001100011001011010110001011001001100100001110001000100000010001101000000
00000110011000100001110000010

B05.1 *K_foliatum*

00010000001100010011000000110000011101001000010001111100101101001100000101001010
00000000110000000010110000010

B05.2 *K_foliatum*

00010000001100010001000000110000111001001000100001111101000100001100010101001010
00000000110000000010100000010

B05.3 *K_foliatum*

000110000011101000010000001100000110010000000000001100001010000101000000001000001
00001000100000000011100000010

B06.1 *K_foliatum*

10011000001110110001001000110100011011000000000101110101000110000000000110100010
00000001101100001001100001010

B06.2 *K_foliatum*

1001100000111011100110000111010001101100000000010010000101000000100000110100010
01100001101100001001101010010
B06.3 *K_foliatum*
10010000001100010101100001110100011011010000000101111101000110000100000110100010
01100000101100001001100001011
B07.1 *K_caspicum*
11000001001100010001011001111001011001011011100001111101100100000010100101000000
00010100001100001001100100111
B07.2 *K_caspicum*
11000001001100010001011001111001011001011011100001111101100100000010100101000000
00010100001100001001100100111
B07.3 *K_caspicum*
11000001001100010001011001111001011001011011100001111101100100000010100101000000
00010100001100001001100100111
B08.1 *K_caspicum*
11010001001100011111101011111001011001111010100001111111010100000010100101000000
00000100011100001011100000011
B08.2 *K_caspicum*
11010001001100011111101011111001011001111010100001111111010100000010100100000000
00000100011100001011100000011
B08.3 *K_caspicum*
11010001001100011011101010111001011001111010111001111111010100000010100101000000
00000100011100001011100000011
B09.1 *K_caspicum*
11010001001100000001000010110000011001001000100001111111010100000010100100000000
00000110011000001101000000010
B09.2 *K_caspicum*
11010001001100010011001010111000011001001000100001111111010100000010100101000000
00000110110000001001000000010
B09.3 *K_caspicum*
11010001000100010011001010110000011001001010100001111111010100000010100101000000
00000110011000001101000000010
B10.1 *K_caspicum*
11010001001100000001000000110000011001001010100001111111110100000010100101000000
00000110011100001011100000010
B10.2 *K_caspicum*
00010011001100110011001000110000011001001000100001110101010100101010100101001010
00000100100000110101000000000
B10.3 *K_caspicum*
10010001000100010011011000110000011001001000100001110001000100100010100100001010
00000100111100001111000000010
B11.1 *K_caspicum*
01010001000100010011000000110000011001001000100001111111110100000010100101000000
00000100011000010111000000000
B11.2 *K_caspicum*
00000001001100110001000000110000011001001000100001110001110000100010100101010011
00000100011000100001010000000
B11.3 *K_caspicum*
00000001001100110001000000110000011001001000100001110101110100100010100100000010
00000100011000000001000000000
B12.1 *K_caspicum*

10010001000110100001000000110000010001000000000001110001010000100010100101000000
00000100010000000001000000000
B12.2 *K_caspicum*
00000100000100010001011000110000011001001000000001111111010100000010100100000010
00000100010000000011000000000
B12.3 *K_caspicum*
10000101000100010001111100110001011001011000000001111111010100000010100101000010
00000100010100001010100000010
B13.1 *K_foliatum*
00111000001100110001101000110100011011000000000001111101010110000100000010101010
00100001000000001001100000010
B13.2 *K_foliatum*
00010000001100000001000000010000011001000000000011101101010000000100000011001010
0010000100000000000010000000000
B13.3 *K_foliatum*
00011000001100110001001000110100011001001000000001111101010110000100000010101010
00100000100000010001000000000
B14.1 *K_caspicum*
10111001010000111001011100110000011001111000000001111101010100000010100101000000
00000100010100001000100000010
B14.2 *K_caspicum*
00010000101100011001001000110000011001001001110001111101010100001110010101000000
010001000001000010001000100000000
B14.3 *K_caspicum*
10111000100100011001010000110000011001001000000001111101010100000000100101000000
001001000001000010001000100000000
B15.1 *K_schrenkianum*
10011000101101010001010000110000011001001100000001100001010000011101000101000010
011000100000000000001001000000
B15.2 *K_schrenkianum*
10011000101100010001100000111000011001000100000001100001010000011101000101000010
11100010000000001001001000000
B15.3 *K_schrenkianum*
10011000101100011001010000110000011001001100000001100001000000011101000100100010
011000100000000000001101000000