

Казахский национальный университет имени аль-Фараби

УДК 581.9:635.052(043)

На правах рукописи

МАМЫРОВА СӘУЛЕ АЛИХАНҚЫЗЫ
Распространение, современное состояние популяций и перспектива
использования *Rhaponticum altaicum* (Fisch. ex Spreng.) Soskov в
Казахстане

8D05108 – Геоботаника

Диссертация на соискание ученой степени
доктора философии (PhD)

Отечественный научный консультант
к.б.н., PhD, ассоц. проф.
С.А.Кубентаев

Зарубежный научный консультант
д.б.н., проф.
А.Н. Куприянов

Республика Казахстан
Алматы, 2025

СОДЕРЖАНИЕ

	НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ.....	4
	ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ.....	5
	ВВЕДЕНИЕ.....	6
1	ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	7
1.1	Проблемы систематики рода <i>Rhaponticum</i> Vaill.	11
1.2	Обзор рода <i>Rhaponticum</i> Vaill. (Asteraceae) во флоре Казахстана.....	13
1.3	Современное состояние популяций и сохранение биоразнообразия видов рода <i>Rhaponticum</i> в Казахстане.....	20
1.4	Химический состав и применение видов рода <i>Rhaponticum</i> в медицине.....	26
1.5	Природные условия Карагандинской и Акмолинской областей.....	32
1.5.1	Географическое положение и рельеф	32
1.5.2	Климат.....	33
1.5.3	Почвы и растительность.....	34
2	ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	36
2.1	Объекты исследования.....	36
2.2	Методы исследования.....	37
2.2.1	Методика изучения систематики рода <i>Rhaponticum</i>	37
2.2.2	Методика полевых исследований.....	38
2.2.3	Методика исследования лабораторной всхожести и семенной продуктивности <i>Rhaponticum altaicum</i>	40
2.2.4	Методика онтогенетических исследований <i>Rhaponticum altaicum</i>	40
2.2.5	Методика исследования возрастной структуры ценопопуляций.....	41
2.2.6	Методика анатомического исследования <i>Rhaponticum altaicum</i>	42
2.2.7	Методы качественного и количественного определения основных групп БАВ	43
2.2.8	Методика изучения биологической активности <i>Rhaponticum altaicum</i>	44
2.2.8.1	Антиоксидантная активность.....	44
2.2.8.2	Антирадикальная активность.....	45
2.2.8.3	Цитотоксическая активность.....	45
3	РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.	46
3.1	Исследование распространения рода <i>Rhaponticum</i> в Казахстане.....	46
3.2	Ботаническое описание <i>Rhaponticum altaicum</i>	55
3.3	Изучение онтоморфогенеза <i>Rhaponticum altaicum</i>	56
3.4	Ценопопуляционные исследования <i>Rhaponticum altaicum</i>	63
3.4.1	Ценофлора <i>Rhaponticum altaicum</i>	63

3.4.2	Возрастная структура ценопопуляций <i>Rhaponticum altaicum</i>	70
3.4.3	Морфологическая изменчивость <i>Rhaponticum altaicum</i>	78
3.5	Исследование особенностей анатомического строения <i>Rhaponticum altaicum</i> в процессе онтогенеза.....	83
3.6	Изучение содержания экидистероидов и флавоноидов <i>Rhaponticum altaicum</i>	91
3.7	Исследование биологической активности экстрактов <i>Rhaponticum altaicum</i>	97
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	102
	СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	104
	ПРИЛОЖЕНИЕ А	122
	ПРИЛОЖЕНИЕ В	126
	ПРИЛОЖЕНИЕ С	127
	ПРИЛОЖЕНИЕ D	129
	ПРИЛОЖЕНИЕ Е	132
	ПРИЛОЖЕНИЕ F	136
	ПРИЛОЖЕНИЕ G	139

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 диссертационной работе применяются следующие термины с соответствующими определениями.

Ценопопуляция – совокупность особей одного вида, обитающих в определенном фитоценозе.

Фитоценоз – совокупность растений, произрастающих совместно на однородной территории, характеризующаяся определенным составом, строением, сложением и взаимоотношениями растений друг с другом и с условиями среды.

Ценофлора – флористический состав сообщества с участием изучаемого вида.

Доминант (доминирующий вид) – вид в фитоценозе, который преобладают по численности, господствует над другими видами и производят большее количество органической массы.

Возрастной спектр – распределение особей изучаемого вида по возрастным состояниям в ценопопуляции.

Индекс восстановления – доля прегенеративных растений от общего числа особей.

Индекс эффективности – средневзвешенное значение величин эффективности растений.

Индекс возрастности – количественная мера, оценивающая возрастной уровень ценопопуляции.

Галофиты – солеустойчивые растения.

Мезофиты – растения, приспособленные к жизни в условиях среднего водоснабжения.

Гигрофиты – влаголюбивые растения, обитающие на избыточно-увлажненной почве.

Мезогигрофиты – растения, по влаголюбию промежуточные между гигрофитами и мезофитами.

ОБОЗНАЧЕНИЯ И СОКРАЩЕНИЯ

АЛТ	Аланинаминотрансфераза
АОА	Антиоксидантная активность
АРА	Антирадикальная активность
АСТ	Аспартатаминотрансфераза
а.с.с.	Абсолютно сухое сырье
БАВ	Биологически активное вещество
ВЭЖХ	Высокоэффективная жидкостная хроматография
ГК	Галловая кислота
ГФ	Государственная фармакопея
КП	Коэффициент продуктивности
ЛПВП	Липопротеины высокой плотности
МНПХ	Международный научно-производственный холдинг
ОП	Оптическая плотность
ОПП	Общее проективное покрытие
ПП	Проективное покрытие
ПСП	Потенциальная семенная продуктивность
ТСХ	Тонкослойная хроматография
УФ	Ультрафиолетовый свет
ФР	Флористический район
ФСП	Фактическая семенная продуктивность
ЦП	Ценопопуляция
АА	Гербарий Института ботаники и фитоинтродукции Республики Казахстан
MW	Гербарий Московского государственного университета
MW!	Авторский анализ гербарных образцов
KG	Гербарий МНПХ «Фитохимия»
KUZ	Гербарий Кузбасского ботанического сада
LE	Гербарий Ботанического института им. В.Л. Комарова Российской академии наук
POWO	Plants of the World Online
sol	Растения единичны (глазомерные методы прямого учета Друде)
TASH	Гербарий Института ботаники Академии наук Республики Узбекистан
ТК	Гербарий Томского государственного университета

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования.

Растительный мир Казахстана отличается исключительным разнообразием и богатством флоры, насчитывающей 1400 видов лекарственных растений, принадлежащих к 134 семействам. Среди всего этого многообразия ведущее место занимают представители семейства *Asteraceae* Dumort. Они преобладают как по общему богатству флористического состава и по роли в растительном покрове, так и по количеству видов, обладающих лечебным воздействием. Так в обзорной монографии Л.М.Грудзинской с соавторами указано, что 70 % всего флористического разнообразия лекарственных растений Казахстана сосредоточено в десяти ведущих семействах флоры, которые являются и наиболее изученными в ресурсном отношении, т.е. по запасам сырья. Первое место среди них занимает семейство *Asteraceae* - 196 видов из 72 родов [1].

Изучение уникальных лечебных особенностей лекарственных растений и выявление новых эффективных свойств открывает огромные возможности их применения в официальной медицине, фарминдустрии и других отраслях промышленности страны. Необходимо отметить, что в последние десятилетия были изучены и внедрены в медицину новые лекарственные растения ранее не известные ни в народной, ни в официальной медицине [2,3]. В этом плане чрезвычайно интересен и перспективен для изучения род *Rhaponticum* Vaill из семейства *Asteraceae*. Растения этого рода отличаются богатым химическим составом и обладают ценными лекарственными свойствами. Основными их действующими веществами являются экистероиды, сесквитерпеновые лактоны, флавоноиды и эфирные масла [4].

Наиболее известным представителем этого рода является *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin, химическое строение корневищ которого стало изучаться в середине XX века, а сейчас это растение широко используется в медицине [5-8]. Экстракты и препараты из этого растения, отличаются малой токсичностью, проявляют тонизирующие, стимулирующие и адаптогенные свойства, а также обладают анаболическим воздействием на организм [9,10]. Также следует отметить, что ранее на основе экистерона, выделенного из корней этого растения, разработан первый тонизирующий препарат «Экдистен» [11].

В настоящее время лекарственный потенциал других видов рода *Rhaponticum*, произрастающих на территории Казахстана, остается недостаточно изученным. Одним из таких видов является *Rhaponticum altaicum* (Fisch. ex Spreng.) Soskov, широко распространенный в Северном и Центральном Казахстане [12]. Согласно предварительным данным [13–15], данный вид содержит основные биологически активные соединения, такие как экистероиды и сесквитерпеновые лактоны, что делает его перспективным для фармакологических исследований.

Особую актуальность изучению *Rh. altaicum* придает возможность его использования в качестве альтернативного источника сырья вместо *Rh. carthamoides*, который включен в Красную книгу Казахстана [16]. В связи с этим исследование распространения, численности, состояния популяций и потенциального применения *Rh. altaicum* приобретает важное научное и практическое значение.

Объекты исследования: популяции *Rh. altaicum*, произрастающие в Карагандинской и Акмолинской областях Казахстана и образцы надземной и подземной частей этого вида, заготовленные в период с июня по июль 2022-2023 годов в фазу цветения и плодоношения.

Предмет исследования: изучение распространения, флористического состава, возрастных состояний, особенностей анатомического строения, онтогенетической структуры, химического состава и биологической активности *Rh. altaicum*.

Цель исследования: Изучение современного состояния популяций, онтоморфогенеза, анатомического строения, закономерности распределения биологически активных веществ в надземной и подземной частях *Rhaponticum altaicum*, произрастающего в Казахстане и оценка практической значимости вида.

Задачи исследования:

1. Изучить распространение видов рода *Rhaponticum* на территории Казахстана по материалам гербария и собственных сборов;
2. Определить особенности распространения, ценофлоры, эколого - фитоценоотической приуроченности и онтогенеза *Rh. altaicum* в Казахстане;
3. Изучить возрастную структуру ценопопуляций *Rh. altaicum*, произрастающих в Карагандинской и Акмолинской областях;
4. Изучить анатомическое строение *Rhaponticum altaicum* по возрастным состояниям;
5. Исследовать качественное и количественное содержание экдистероидов и флавоноидов в надземной и подземной частях *Rh. altaicum*, собранного в Карагандинской и Акмолинской областях;
6. Исследовать биологическую активность *Rh. altaicum*, включая его цитотоксические, антирадикальные и антиоксидантные свойства.

Научная новизна исследования:

1. Впервые изучено детальное распространение видов рода *Rhaponticum* на территории Казахстана;
2. Изучен флористический состав и эколого-фитоценоотическая характеристика сообществ с участием *Rh. altaicum* на территории Северного и Центрального Казахстана;
3. Определены характерные черты онтоморфогенеза *Rh. altaicum*;
4. Исследована возрастная структура ценопопуляций *Rh. altaicum* на территории Северного и Центрального Казахстана;
5. Отмечены особенности анатомического строения вегетативных органов *Rh. altaicum* в процессе онтогенеза;

6. Установлен качественный и количественный состав экдистероидов и флавоноидов в надземной и подземной частях *Rh. altaicum*, собранных в Акмолинской и Карагандинской областях на разных фазах развития;

7. Изучены антирадикальная, антиоксидантная и цитотоксическая активности экстрактов из надземных и подземных частей *Rh. altaicum*, произрастающего в Карагандинской и Акмолинской областях.

Теоретическая значимость заключается в расширении знаний о современном состоянии популяций *Rh. altaicum* и его статусе, химическом составе и биологической активности его надземной и подземной частей; морфологических и анатомических особенностях *Rh. altaicum* в процессе онтогенеза. Полученные данные позволят планировать эффективные меры по охране *Rh. altaicum* и в целом сохранению биоразнообразия Казахстана.

Практическая значимость:

– Результаты исследования могут быть использованы для введения *Rh. altaicum* в качестве альтернативного растительного лекарственного сырья – источника ценных биологически активных веществ (экдистероидов и флавоноидов), а также для дальнейшей его интродукции;

– Составлена карта ареалов рода *Rhaponticum* на территории Казахстана;

– Предложен ключ определитель видов рода *Rhaponticum* Казахстана;

– Собраны, оформлены и переданы гербарные листы изучаемого вида в Гербарный фонд Астанинского ботанического сада (NUR).

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Род *Rhaponticum* на территории Казахстана представлен 6 видами;

2. *Rh. altaicum* распространен в тринадцати флористических районах Казахстана и входит в состав лугово-болотных фитоценозов. Популяции *Rh. altaicum* неполночленные с преобладанием прегенеративных особей;

3. Онтогенез *Rh. altaicum* состоит из четырех периодов (латентного, виргинильного, репродуктивного, сенильного) и 9 возрастных состояний;

4. Надземные и подземные части *Rh. altaicum* содержат большое количество экдистероидов и флавоноидов, обладающих высокой биологической активностью;

Личный вклад автора. Автором лично проведен анализ современного состояния популяций *Rh. altaicum*, определен флористический состав сообществ, изучены особенности анатомического строения изучаемого вида, определен химический состав и биологическая активность экстрактов надземной и подземной частей *Rh. altaicum*. Написание статей проводилось с соавторами, при этом личный вклад автора был основным.

Связь с планом основных научных работ. Диссертационная работа выполнена в рамках программы целевого финансирования КН МНВО РК № BR18574125 «Изучение современного состояния видового разнообразия сосудистых растений Казахстана с использованием современных методов ботаники, молекулярной генетики и биоинформатики» а также в рамках грантового проекта финансируемой КН МНВО РК ИРН AP19680461

«Современное состояние популяций и ресурсный потенциал лекарственной флоры Казахстанской части Южного и Западного Алтая».

Апробация работы. Материалы диссертационной работы доложены и обсуждены:

- Международная научная конференция «Биологическое разнообразие азиатских степей», Костанай, Казахстан, 2022;
- Международная онлайн научная конференция «Asian Grassland Conference», 2022;
- Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ», Алматы, Казахстан, 2022;
- Международная научная конференция «Российская геоботаника: итоги и перспективы» (к 100-летию Отдела Геоботаники БИН), Санкт-Петербург, Россия, 2022;
- Международная научная конференция студентов и молодых ученых «ФАРАБИ ӘЛЕМІ», Алматы, Казахстан, 2023;
- XVII Международная научно-практическая конференция «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии», Барнаул, Россия, 2023;
- Международная научно-практическая конференция молодых ученых «Идеи Н.В. Павлова глазами нового поколения ботаников», Алматы, Казахстан, 2024.

Публикации. Основное содержание диссертации отражено в 13 печатных работах, в том числе 2 статьи в международных рецензируемых журналах с импакт-фактором, цитируемом в Scopus; 3 статьи из перечня изданий, рекомендованных Комитетом по контролю в сфере образования и науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности, 8 статей и тезисов в материалах международных и республиканских конференций, 3 публикации из которых зарубежные.

Структура диссертации. Диссертация изложена на 139 страницах и состоит из обозначений и сокращений, введения, обзора литературы, материалов и методов, результатов и обсуждения, заключения и списка использованных источников из 239 наименований; содержит 22 таблицы, 45 рисунка и 7 приложений.

1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Проблемы систематики рода *Rhaponticum* Vaill.

Таксономия рода *Rhaponticum* достаточно запутана и неоднократно обсуждалась систематиками [17-20]. Даже название рода *Rhaponticum* представляет большие сложности [21]. Оно заимствовано из долининевского периода, в те времена он использовался для обозначения лекарственных растений, представляющих различные таксоны, особенно для *Rheum* L. (Polygonaceae) и различных видов *Centaurea* agg. (не только для представителей *Rhaponticum*).

Основываясь на внешних морфологических признаках, многочисленные авторы объединяли в одну группу множество видов из родов *Centaurea* L., *Cnicus* L., *Cirsium* Mill., *Rhaponticum* Ludw., *Rhacoma* Adans., *Leuzea* DC., *Stemmacantha* Cass.

В научной литературе одни и те же виды относятся к 3 родам – *Rhaponticum*, *Leuzea* и *Stemmacantha*.

Й. Голуб [17] относит все виды к роду *Leuzea* DC, который разделяет его на 7 подродов и относит казахстанские виды к подроду *Fornicium* и *Rhaponticella*.

В 1977 году, обзоре М. Дитрих в трибе Cynareae (Cardueae) привел роды *Rhaponticum* и *Leuzea*, но в этой системе отсутствует род *Stemmacantha*. В 1984 году М.Дитрих [18] представил новую комбинацию, где вместо рода *Rhaponticum* ввел род *Stemmacantha*, состоящую из 17 видов, 5 подвидов и 1 разновидности. В 90-е годы виды и разновидности рода *Rhaponticum*, а также часть видов *Leuzea* в подтрибе Centaureinae были вновь переотнесены к роду *Stemmacantha* [21,22]. Род *Rhaponticum* при этом был ликвидирован.

В 1998 году Р. Камелин [19], признавая законность рода *Rhaponticum* выделил отдельный род *Fornicium* Cass., куда отнес виды со стеблями, при основании окутанными бурыми, с внутренней стороны голыми влагалищами отмерших листьев.

В 2003 году предложена новая схема систематики [23], где ликвидирована группа *Stemmacantha* и *Leuzea*. В исторически восстановленную группу *Rhaponticum* входят растения, ранее относимые к родам *Rhaponticum*, *Leuzea* и *Stemmacantha*, а также, в качестве синонимов к родам *Callicephalus*, *Karvandaria*, *Oligochaeta*, *Acroption*, *Ochrocephala* [24].

О. Хидальго с соавторами [25], изучавшие в том числе и казахстанские представители рода *Rhaponticum*, кроме *Rh. namanganicum*, считают, что данный род следует делить на 2 группы, поскольку внутривидовая классификация, предложенная Й. Голубом [17] и молекулярная филогения показывают многочисленные несоответствия. Только два из семи описанных подродов являются естественными группами: подрод *Rhaponticella* (Soskov) Holub и подрод *Leuzea* DC. Более подходящим разделением рода *Rhaponticum* на основании генетических признаков указанные авторы считают разделение

его только на два подрода, которые соответствуют восточному и окцидентальному кладам. Однако авторам не удалось обнаружить ни одного признака, определяющего ту или иную группу по морфологическим признакам. Клада *Rhaponticum oriental*, к которому относятся также и казахстанские представители данного рода, состоит в основном из центральноазиатских видов, но включает также виды из Средней и Восточной Азии, Австралии и Восточной Европы. Все они имеют относительно ограниченные области распространения, за исключением двух групп таксонов с более широкими ареалами. Одна из этих групп включает объект нашего исследования *Rhaponticum altaicum*.

В данном случае не вполне корректно выводить филогенетические связи между разными видами *Rhaponticum*, значительно удаленными друг от друга территориально и не имеющими общих аспектов в историческом происхождении только на основе молекулярно-генетических исследований. По мнению Хелвиг [24] первый этап обособления в группе *Rhaponticum* возник 15-25 млн. лет назад.

Таким образом, кроме генетических исследований, для целей систематики важна совокупность различных ботанических и биохимических исследований. Новая система классификации, введенная на рубеже нового тысячелетия, объединяет филогенетический анализ морфологического, анатомического и фитохимического строения органов, тканей и клеток исследуемых растений, а также их хромосомный набор и ДНК-анализ последовательности генов в хлоропластах и пыльце; принимает во внимание способы воспроизведения и способность к адаптации при изменении условий внешней среды [21,23].

Хемотаксономическое изучение состава экдистероидов в органах растений является одним из важнейших инструментов выявления филогенетических связей между близкородственными видами [26]. Например, практически все виды рода *Rhaponticum* [27], произрастающие в горах Средней Азии, содержат высокие уровни экдистероидов. В то время как, нет ни одного сообщения в литературе о присутствии фитоэкдистероидов у представителей *Leuzea* и *Stemmacantha*, произрастающих на Пиренейском полуострове.

Всего в мировой флоре насчитывается 26 видов рода *Rhaponticum*, которые произрастают в Европе, Азии и Северной Африке [24,28]. Из них 20 видов и разновидностей, ранее относимых к *Stemmacantha* и *Leuzea*, обитают в горных лесах Средиземноморья [24]. Наибольшее видовое разнообразие (14 видов) сосредоточено в пределах бывшего СССР, горах Сибири и Средней Азии.

1.2 Обзор рода *Rhaponticum* Vaill. (Asteraceae) во флоре Казахстана

Род *Rhaponticum* относится к семейству *Asteraceae* Dumortier - одному из крупнейших семейств растительного мира Земли, который насчитывает более

1500 родов и свыше 20000 видов, широко распространенных по всему земному шару. В Казахстане семейство представлено 149 родами и 875 видами [29], из них род *Rhaponticum* насчитывает 6 видов: *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin, *Rh. altaicum* (Fisch. ex Spreng.) Soskov, *Rh. nitidum* Fisch., *Rh. aulieatense* Iljin, *Rh. karatavicum* Regel et Schmalh., *Rh. namanganicum* Iljin [27, 29-31]. Из которых *Rh. karatavicum* является эндемиком. Формирование рода можно отнести к началу неогену. Среди казахстанских видов более примитивен *Rh. altaicum* (Fisch. ex Spreng.) Soskov.

Rhaponticum Vaill. 1754 in Königl. Akad. Wissensch. Paris Phys. Abh. 5: 177; Adans. 1763. Fam. II 117; Ditrich, 1984, Candolea 39: 45-49, nomencl.

≡ *Centaurium* Haller in Hist. Stirp. Helv. 1: 69 (1768), nom. illeg.

= *Rhaponticum* Ludwig. Inst. Reg. Veg., ed. 2: 123 (1757)

= *Rhapontica* Hill in Veg. Syst. 4: 47 (1762)

= *Leuzea* DC. in J.B.A.M.de Lamarck & A.P.de Candolle, Fl. Franç., éd. 3, 4: 109 (1805)

= *Stemmacantha* Cass. in Bull. Sci. Soc. Philom. Paris 1817: 12 (1817)

= *Fornicium* Cass. in Bull. Sci. Soc. Philom. Paris 1819: 93 (1819)

= *Acroptilon* Cass. in G.-F.Cuvier, Dict. Sci. Nat., ed. 2. 50: 464 (1827)

= *Malacocephalus* Tausch in Flora 11: 481 (1828)

= *Klaseopsis* L.Martins in Taxon 55: 974 (2006)

Type:—*Rhaponticum scariosum* Lam., Fl. Franç. (Lamarck) 2: 38 (1779).

Многолетние травы. Листья цельные или лопастно-перисто-рассеченные, обычно опушенные снизу и зеленые сверху. Корзинки крупные, одиночные многоцветковые. Обвертки состоят из многорядных перепончатых листочков с цельными или рассеченными придатками. Цветоложе слегка выпуклое, щетинистое. Цветки обоеполые, фиолетово-пурпуровые, редко желтые с трубчатым, в верхней половине расширенным, пятинадрезанным на линейные доли венчиком. Семянки голые, сжатые с боков, продолговатые, ребристые, с косо срезанной площадкой прикрепления. Хохолок всегда превышает семянку, двух-многорядный.

Ниже приведены ключевые особенности изменчивости наиболее важных морфологических признаков, используемых для диагностики групп и отдельных видов [12].

1. Влагалище нижних отмерших листьев, окутывающих стебель при основании с внутренней стороны может быть голый, а может покрыт длинными волосками. Это важный морфологический признак, который отличает секцию *Fornicium* (Cass.) Soskov от других секций.

2. Растения бесстебельные или с коротким стеблем до 30 см или растения высокие 60-100 см. Низкорослость или отсутствие стебля характерно для среднегорных азиатских видов, относимых Ю.Д. Сосковым [27] к секции *Raponticellum* Soskov.

3. Хохолок состоит из желтовато-рыжеватых, жестких коротко-перистых щетинок или белых с небольшой примесью желтоватых щетинок.

Sect. *Fornicium* (Cass.) Soskov, 1961, во Фл. СССР, 28: 311. – *Fornicium* Cass. 1819 in Bull. Soc. Philom. Paris: 93.

1. *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin, 1933 in Acta Inst. Bot. Acad. Sci. URSS. Ser.1, 1: 204; Soskov, 1963 in Fl. URSS. 28: 311; Orazova, 1966 in Flora Kazakhstan.9: 370; Machmedov, 1993 in Opredelitel' rastenij Srednej Azii, 10: 401. – *Rh. chamarense* Peschkova 1977 in Botanicheskij zhurnal, 62, 2:227. – *Cnicus carthamoides* Willd. 1803 in Sp. Pl. III: 1685. – *Cnicus centaurioides* Willd 1. c. p. p. quoad pl. Sibir. – *Serratula carthamoides* Poir. 1804 in Lam. Encycl. VI: 561. – *Leuzea carthamoides* (Willd.) DC. 1810 in Ann.Mus. Hist. Natur.16: 205. – *Leusea altaica* Fisch ex Schauers, 1834-1835 non M.Bieb. ex Spreng. – *Fornicium carthamoides* (Willd.) R. Kam. 1998 in Mater. Istorii Fl. Azii: 139; Zuev, 2005, in. Konsp. Fl. Sib.: 222. (рис 1).

Описан из Сибири. Typus: Sibiria (Coll? Herb. Willdenow – B.N 14953, exemp N 3).

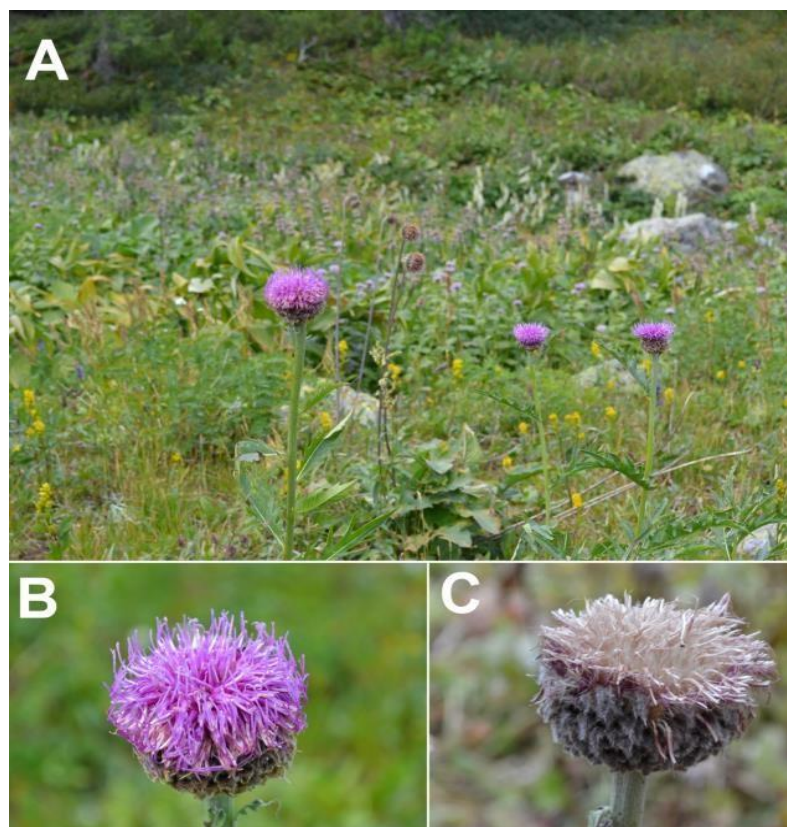


Рисунок 1 – *Rhaponticum carthamoides* (А-общий вид растения, В – во время цветения, С – во время плодоношения)

Казахское название: мақсыр марал түбірі, сафлор тәріздес аюдәрі.

Русское название: левзея сафлоровидная, рапонтikum сафлоровидный, стеммаканта сафлоровидная, большеголовник сафлоровидный, маралий корень.

Травянистое, многолетнее растение, которое может достигать в высоту до 180-200 см. Основные районы распространения - Западная Сибирь: Алтай; Восточная Сибирь: Ангаро-Саянский флористический район (юго-зап.), Казахстан, Монголия, Китай. В Казахстане произрастает в горах Западного и Южного Алтая, Тарбагатая и Джунгарского Алатау на субальпийских и альпийских лугах, реже проникает на прилегающие альпийские тундры; часто спускается в лесной пояс, встречаясь на высокотравных лесных лугах и по лесным окраинам. Цветет в июле –августе, плодоносит в августе-сентябре [27,29].

2. *Rhaponticum altaicum* (Fisch. ex Spreng.) Soskov 1959, Бот. мат. герб. БИН АН СССР; – *Rhaponticum serratuloides* (Georgi) Bobr., 1960, Бот. мат. герб. БИН АН СССР 20: 19; Orazova, 1966 in Фл. Казах .9: 370; Machmedov, 1993 in Опр. раст. Ср. Азии, 10: 401. – *Leuzea altaica* Link. 1822, Enum. Hort. Berol. Alt. 2: 356. – *Fornicium serratuloides* (Georgi) R. Kam., 1998, Мат. по ист. Фл. Азии: 139; Zuev, 2005; Консп. Фл. Сиб.: 222. – *Stemmacantha serratuloides* (Georgi) Dittrich, 1984, Candollea 39: 49.

Описан из Западной Сибири: лектотипом является рисунок И. Гмелина во «Флоре Сибири» (Gmelin J. G. 1749. Flora Sibirica, 2: tabl. 37) (рис.2). Ю.Д. Сосков [27] считает, что *locus classicus* этого вида – степи западной Барабы.



Рисунок 2 – Рисунок *Rhaponticum altaicum* И.Гмелина во «Флоре Сибири»

Казахское название: түймебас марал түбірі

Русское название: рапонтикум серпуховидный, большеголовник серпуховидный

Многолетнее травянистое растение 40-100 см высотой. Ареал вида в мире простирается по степной зоне Восточной Европы: Румыния, Молдова, Украина [32], юга и центра европейской части России [33].

На юге Западной Сибири встречается в Тюменской, Курганской, Омской, Новосибирской областях и в Алтайском крае, где проходит восточная граница ареала [34,35]. Северная граница ареала в Зауралье проходит по 65° с.ш. [36], в Сибири – оторванное от основного ареала местонахождение находится на юге Тюменской области, 56°.40' с.ш. (рис. 3).

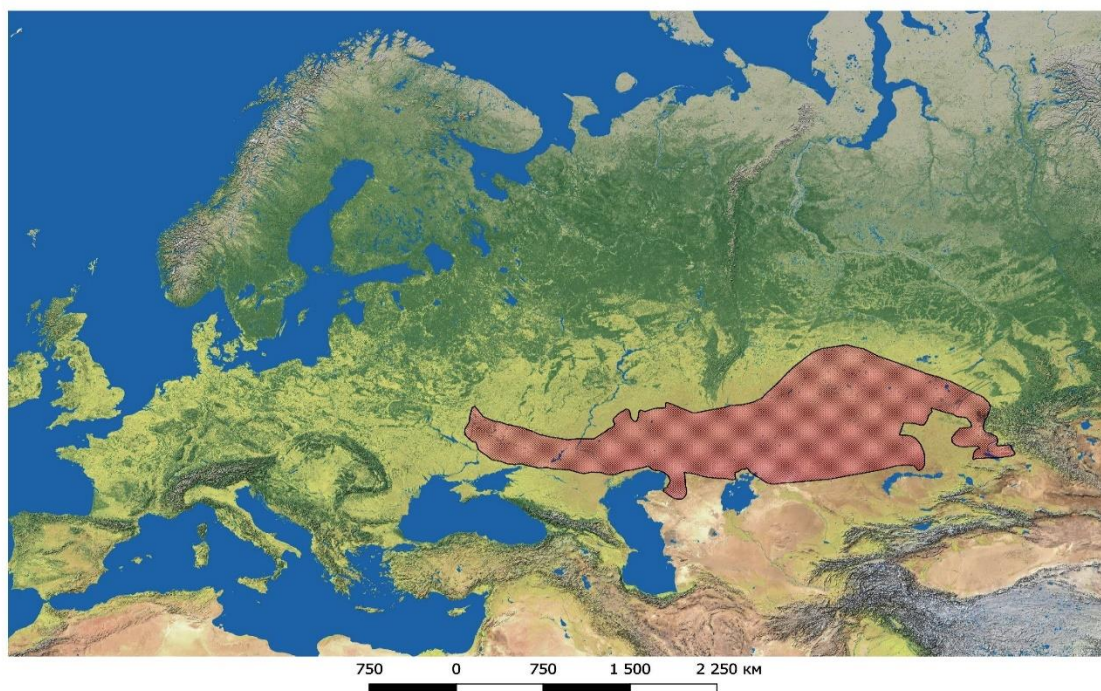


Рисунок 3 – Общее распространение *Rhaponticum altaicum*

В Казахстане *Rh. altaicum* встречается на обширной территории в 15 флористических районах: Отроги Общего Сырта, Мугоджары, Восточный и Западный мелкосопочник, Улутау, Алтай, Тобольско-Ишимском, Иртышском, Кокчетавском, Прикаспийском, Букеевском, Актюбинском, Эмбенском, Зайсанском и Балхаш-Алакульском. Вид произрастает на солончаках, солонцах, солонцеватых лугах по берегам степных рек, озер, западин. Цветет в мае-июне, плодоносит в июле-августе [18,30,37]

Sect. *Rhaponticellum* Soscov, 1959 в Бот. мат. Герб. Бот. инст. АН СССР, XIX: 400.

3. *Rhaponticum nitidum* Fisch. 1837, in DC. Prodr. 6: 664; Soskov in Fl. URSS. 28 (1963) 319; Оразова, 1966 in Фл. Каз. 9: 372; Махмедов, 1993 in Опр. раст. Ср. Азии, 10: 402. – *Rh. caspicum* Fisch. et Mey. 1839 in Bull. Soc. Nat. Mosc. XII: 160. – *Centaurea nitida* B. Fedtsch. 1915, Раст. Турк.: 757.

Тип. Описан из Прикаспия: «in littore orientali maris Caspii, Karelin» (LE!) (рис.4)



Рисунок 4 – Типовой лист *Rhaponticum nitidum*

Казахское название: шай – жапрақ.

Русское название: рапонтикум блестящий.

Многолетнее раноотрастающее кормовое растение 10-30 см [27,30].

Общее распространение – Средняя Азия (Казахстан, Узбекистан). В Казахстане занимает второе место по распространению после *Rh. altaicum* и встречается в 10 флористических районах: Бетпакдалинский, Приаральский, Западный мелкосопочник, Актюбинский, Эмбенский, Кзыл-Ординский, Зайсанский, Кзылкумский, Балхаш-Алакульский, Западный Тянь-Шань. Растет в глинистых и песчаных степях, по склонам останцов, по каменистым берегам и сухим руслам рек на равнинах. Цветет в апреле-мае, плодоносит в июне-июле. [30,37,38].

4. *Rhaponticum aulieatense* Iljin, 1933 in Acta Inst.Bot.Acad. Sci.URSS.Ser.1, 1: 205; Soskov 1963 in Fl. URSS. 28: 320; Оразова in Фл. Казах. 1966, 9: 372. Machmedov, 1993 in Опр. раст. Ср. Азии, 10: 402.

Вид описан из Киргизского Алатау: «Сыр-Дарын. обл. Аулие-Атинский уезд (ныне Жамбыльская область). Хребет Ичкеле-тау, ущелье Улькун-Капка, скалы, 16 V 1909, Минквиц З.А.» (LE!) (рис. 5).

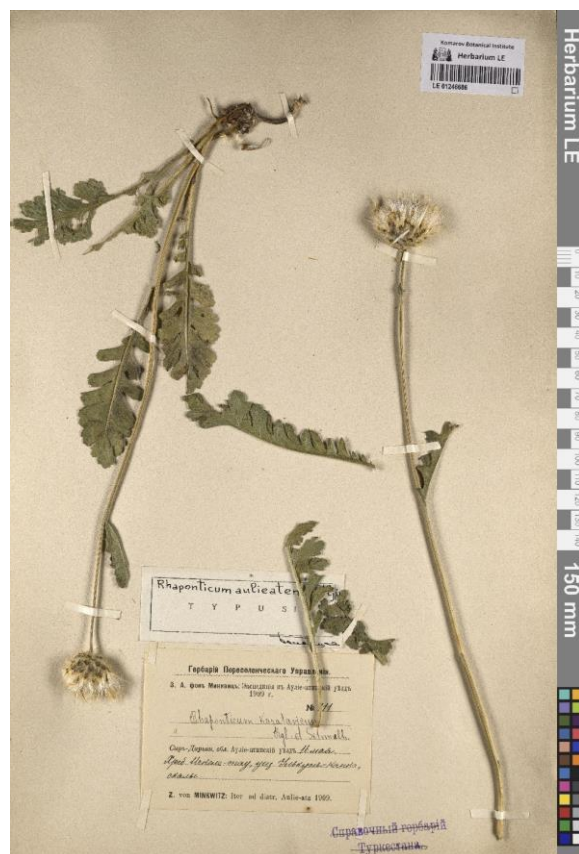


Рисунок 5 – Типовой лист *Rhaponticum aulieatense*

Казахское название: әулиеата марал түбірі

Русское название: рапонтикум аулиетанский

Многолетнее растение, высотой 15-40 см. Листья прикорневые и нижние стеблевые черешковые, остальные сидячие. Венчик розово-пурпуровый. Хохолок семян белый, трехрядный, со светло-оранжевым кольцом. Известна форма с серым войлочным опушением *f. incanum* Pjlin in herb. Серая форма встречается на выходах известняковых пород; отличается от типичной формы рядом ксероморфных признаков: прижатым серым войлочным опушением листьев и стебля, большей глубиной расчлененности пластинки листа и более узкими, ланцетно-яйцевидными его долями [27,30].

Общее распространение – Средняя Азия: Западный Тянь-Шань: Таласский Алатау, Киргизский хребет, Ичкеле-Тоо, Акташ [39,40]. В Казахстане произрастает в Каратау [16,41], и отрогах Таласского Алатау: Машат-тау, Даубаба [38]. Растет на каменистых, щебнистых и известняковых склонах в среднем поясе гор главным образом в поясе арчового леса и ксерофитных кустарников. Цветет в мае-июне, плодоносит в июле [27,30].

5. *Rhaponticum karatavicum* Regel et Schmalh. 1880 in AHP. 6, 2: 320; Soskov 1963 in Fl. URSS, 28: 321; Oraz.1966 in Фл. Казах. 9: 373, tab.41, lig.4; Machmedov, 1993 in Опр. раст. Ср. Азии, 10: 401. – *Centaurea karatavica* B.Fedtsch. 1915 in Раст. Турк.: 757.

Описан из Сырдарьинского Каратау: «Karagus, 4000-5000', 30 V 1876, Regel A.» (LE!) (рис. 6).



Рисунок 6 – *Rhaponticum karatavicum* (А-общий вид, В – типовой гербарный образец, С – во время цветения, D – этикетка типового образца)

Казахское название: каратау марал түбірі

Русское название: рапонтикум каратавский

Многолетнее растение 6-12 см высотой. От *Rh. aulieatensis* Iljin отличается практическим отсутствием стебля, курчавыми по краю листьями, с хрящеватыми зубцами по краю [42]. Эндемик [43]. Произрастает в горах Каратау по щебнистым склонам гор, на высоте 1200-1500 м над ур.м. Цветет в июне, плодоносит в июне-июле [30].

6. *Rhaponticum namanganicum* Iljin 1933 in Acta Inst. Bot. Acad. Sci.URSS.Ser.1, 1: 206; Soskov 1963 in Fl. URSS. 28:321.Nikit. 1965 in Фл. КиргССР. 11: 385; Махмедов, 1993, Опр. раст. Ср. Азии, 10: 402.

Тип. Описан с Чаткальского хребта: «Склон к р. Чукур-Сай в 2-х км на ю-юв от оз. Гава. Каменистая степь в зоне арчевого леса, 16 VII 1931, Кнорринг О.Э.» (LE!) (рис. 7)

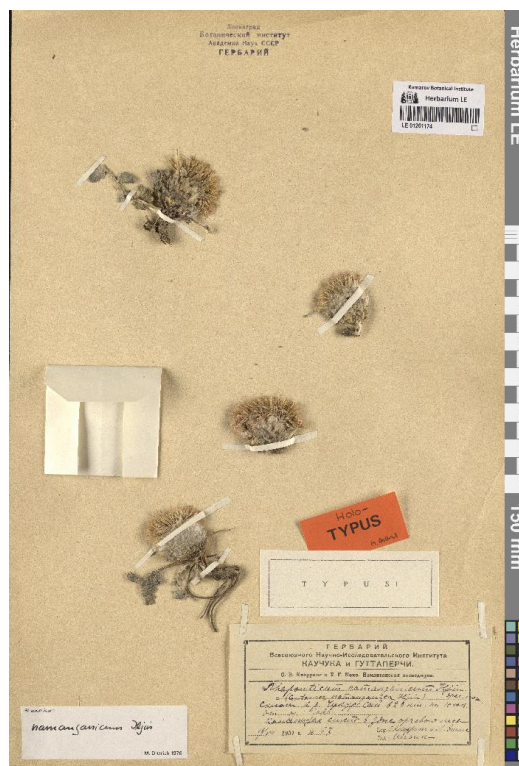


Рисунок 7 – Типовой лист *Rhaponticum namanganicum*

Русское название: рапонтикум наманганский.

Многолетнее травянистое почти бесстебельное растение, с очень короткими стеблями 3-5 см высотой, с розеткой прикорневых листьев. Вид весьма близок к *Rh. napum* но ясно отличается цельными сегментами листьев, отсутствием фиолетово-пурпуровой окраски концов внутренних листочков обертки и их неокрашенными придатками [27].

Общее распространение: Западный Тянь-Шань (Чаткальский и Пскемский хребты) [44,45]. В Казахстане впервые найден А.А. Иващенко на территории Сайрам-Угамского национального парка и Аксу-Жабаглинского заповедника в пределах Угамского хребта на щебнистых склонах субальпийского пояса (2300-2400 м над ур. м.) [46, 47]. Произрастает на щебнистых склонах в поясе арчевников, на пестроцветках, на высоте свыше 2000 м над ур.м. Цветет в июле, плодоносит в августе [27].

1.3. Современное состояние популяций и сохранение биоразнообразия видов рода *Rhaponticum* в Казахстане

Несмотря на длительность изучения *Rhaponticum carthamoides* (рапонтикум сафлоровидный) – фитоценотические особенности и ресурсная оценка этого популярного лекарственного растения исследованы в недостаточном объеме, больше исследований проводилось на территории России. Так А.Д. Самбуу и Д. Н. Шауло [48] описаны сообщества с участием рапонтикума сафлоровидного: рапонтикумовое (*Rh. carthamoides*),

рапонтиково-змееголовниковое (*Rh. carthamoides*, *Dracocephalum grandiflorum*), рапонтиково-чемерицево (*Rh. carthamoides*, *Veratrum lobelianum*), соссуреино-рапонтиковое (*Saussurea latifolia*, *Rh. carthamoides*), а также представлены запасы сырья в республике Тыва. Максимальные запасы *Rh. carthamoides* составляет около 340–350 кг/га и подземной фитомассы – 294–275 кг/га и выявлены в фитоценозах высокотравных субальпийских лугов. По данным И.Н. Кубан и др. [49] в Республике Алтай *Rh. carthamoides* в качестве доминанта встречается на субальпийских и альпийских лугах в рапонтикумово-гераниевом и рапонтикумово-разнотравном сообществах. Н.А. Некратова с соавторами [50] на базе проведенных исследований создали модель, определяющую зависимость средней плотности популяций левзеи от высоты местности над уровнем моря. Установлено, что максимальная плотность популяций привязана к диапазону 1300–1400 м над уровнем моря.

В Казахстане, а точнее в Казахстанском Алтае, изучением эколого-фитоценотической характеристики и ресурсной оценки *Rh. carthamoides* занимались С.А. Кубентаев с соавторами [51]. Они установили, что изучаемый вид часто выступает в роли доминанта и субдоминанта в рапонтиковом (*Rh. carthamoides*), чемерицево-рапонтиковом (*Rh. carthamoides*, *Veratrum lobelianum*) и ежево-рапонтикумовом (*Rh. carthamoides*, *Dactylis glomerata*) сообществах. Суммарный эксплуатационный запас сухого сырья *Rh. carthamoides* в этих ассоциациях составляет 629,0 т надземной массы и 511,8 т корней с объемом возможной ежегодной заготовки на общей площади 120 га соответственно 157,2 и 33,7 т.

А.Б. Мырзагалиева и Т.Н. Самарханова [52] отмечают, что в других точках Алтайского региона исследуемый вид характерен для разнотравно – рапонтикумового, кедрово-высокотравного, разнотравно-лиственничного, лиственнично-кедрового, разнотравно-пихтово-лиственничного фитоценозов, где выступает в роли доминанта, субдоминанта или часто встречаемого вида. В данных сообществах заросли его занимают участки площадью от 13,7 – 22,0 га. Эксплуатационный запас сухих корней здесь составляет от 3,1 до 5,6 т, а возможный ежегодный объем заготовок – 0,15 – 0,28 т. В Тарбагатае этот вид образует заросли рапонтикумового и разнотравно-рапонтикумового растительных сообществ на субальпийских высокотравных лугах, при этом отмечаются незначительные его запасы: ежегодно можно заготавливать не более 1,9 т надземного и 1,4 т подземного сырья [53]

Поскольку для многих регионов России *Rh. altaicum* является редким, нуждающимся в особой охране, изучение его в природе направлено, в первую очередь, на определение численности, плотности и состояния популяции в конкретных точках – Башкирском Зауралье, Воронежской, Ульяновской областях и Алтайском крае [54-59]. Подобные исследования проводятся и в Румынии [60]. Во всех этих публикациях приводятся краткие сведения об экологических условиях произрастания *Rh. altaicum* и о флористическом составе сообщества с его участием. Более подробно изучали фитоценотическое окружение данного вида только А.В. Невзоров и Смирнова

с соавторами [61,62] в Саратовской области, где в двух ценопопуляциях отмечено по 8 и 10 сопутствующих видов и доминантами *Bromus riparius* Rehmman и *Elytrigia repens* (L.) Gould. (по POWO – *Elymus repens* (L.) Gould)

На Правобережье Средней Волги популяция рапонтикума серпуховидного представлена злаково-разнотравным луговым сообществом *Bromopsis inermis* Leyss. (по POWO – *Bromus inermis* Leyss.) и *Poa angustifolia* L., встречаются также пырейно-мятликовые (*Elytrigia repens*, *Poa pratensis*), пырейно-кострецовые (*Elytrigia repens*, *Bromopsis inermis*), лисохвостово-ситниковые (*Alopecurus pratensis*, *Juncus gerardii*) и мятликово-ситниково-кострецовые (*Poa angustifolia*, *Juncus gerardii*, *Bromopsis inermis*) ассоциации. Наиболее часто встречающимися видами являются *Cenolophium denudatum* (Hornem.) Tutin., *Geranium collinum* Stephan ex Willd., *Cirsium arvense* (L.) Scop., *Achillea millefolium* L., *Astragalus cicer* L. [58]. В Воронежской области *Rh. altaicum* отмечен на галофильных лугах в разнотравно-злаковых и пырейных сообществах с доминированием *Elytrigia pontica* (Podp.) Holub и *Saussurea amara* (L.) DC. [57], а в Башкирском Зауралье *Rh. altaicum* произрастает на солонцеватых лугах в сообществах класса FESTUCO – LIMONITEA Karpov et Mirkin 1985. Из диагностических видов встречаются *Artemisia austriaca* Jacq., *Limonium gmelinii* (Willd.) O. Kuntze [54]. Наиболее постоянными видами, произрастающими с данным видом на берегу о. Кулундинское являются *Lepidium latifolium* L., *Alopecurus arundinaceus* Poir., *Trifolium pannonicus* Jacq., *Puccinella tenuiflora* Turcz. Scribn. et Merr., *Typha laxmanni* Lepech., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Saussurea amara*, *Lythrum virgatum* L [59].

В Казахстане *Rh. altaicum* является одним из самых широко распространенных в роде *Rhaponticum* [31], однако в отношении эколого-фитоценотической приуроченности данный вид ранее не был предметом специальных исследований. В работе Демченко [63] по растительности Костанайской области он упоминается в составе галофитно-разнотравных лугов вместе с *Saussurea amara* и *Statice gmelinii* (Willd.) Kuntze, развитых на солончаковатых луговых почвах по разливам рек и озерным котловинам. Более подробные сведения имеются в публикации Деминой [64] по характеристике сообществ пырея ползучего (*Elytrigia repens*) в степных и полупустынных районах Казахстана. Автор приводит два описания пырейной ассоциации, включающие в общей сложности 31 вид из 14 семейств. Исследуемый вид, в составе обеих ассоциаций встречается в незначительном обилии (sol).

В статье Иващенко с соавторами [65] приводятся данные по флористическому составу данного вида на территории Кустанайской области в государственном природном резервате «Алтын Дала», где выявлено 11 ассоциаций, относящихся к болотному, луговому и кустарниковому типам растительности: камышово – тростниково-клубнекамышовая (*Bolboschoenus maritimus*, *Phragmites australis*, *Scirpus lacustris*), клубнекамышово-тростниково-камышовая (*Scirpus lacustris*, *Phragmites australis*, *Bolboschoenus*

maritimus), камышово-клубнекамышовая (*Bolboschoenus maritimus*, *Scirpus lacustris*), разнотравно-клубнекамышово-рапонтикумовая (*Rhaponticum altaicum*, *Bolboschoenus maritimus*), тростниковая (*Phragmites australis*), разнотравно-тростниково-пырейная (*Elytrigia repens*, *Phragmites australis*, *mh*) с разнотравьем, пырейно-рапонтикумовая (*Rh. altaicum*, *Elytrigia repens*), ситниково-ажрековая (*Aeluropus litoralis*, *Juncus gerardii*), пырейная (*Elytrigia repens*), тамариксовая (*Tamarix ramosissima*). Там отмечено было всего 35 видов из 32 родов и 20 семейств.

Установлено, что в составе болотного типа растительности *Rh. altaicum* встречается в незначительном обилии, а в сообществах лугового типа - гораздо чаще играет роль доминанта и субдоминанта [66].

К сожалению, к настоящему времени особенности экологической приуроченности, численности и состава растительных сообществ с участием других казахстанских видов - *Rh. aulieatense*, *Rh. karatavicum*, *Rh. namanganicum* и *Rh. nitidum* практически не изучены.

На данный момент существуют два главных направления в сохранении биоразнообразия – охрана видов в природных популяциях и в условиях культуры (ботанические сады, дендрарии, коллекционные питомники и т.д.). для сохранения редких и исчезающих видов их заносят в Красные книги, что позволяет охранять их в пределах всего ареала на законодательном уровне. Идеальным вариантом сохранения видов в природе является создание особо охраняемых природных территорий (ООПТ) – заповедников, национальных парков, природных резерватов, специализированных ботанических заказников. Представители рода *Rhaponticum* в Казахстане охраняются на различных уровнях, конкретные данные по каждому виду приводятся ниже.

Rh. carthamoides как редкий и исчезающий вид, с сильно сокращающейся численностью, занесен в Красную книгу Казахстана (Категория III) [16]. Он охраняется на территории Маркакольского государственного природного заповедника, Западно-Алтайского государственного природного заповедника, Катон-Карагайского государственного национального природного парка, Жонгар-Алатауского национального парка и Национального парка «Тарбагатай».

Максимальный ущерб природным популяциям *Rh. carthamoides* наносят выпас скота и массовую заготовку корневищ в качестве лекарственного сырья. Поэтому они рекомендуют для сохранения этого ценного ресурсного растения полностью исключить выпас в местах его произрастания, а заготовки проводить с изъятием не более 25 % корневищ и только в конкретный сезон – осенью, после полного обсеменения и прекращения вегетации. Считаем, что подобные исследования и рекомендации должны быть разработаны для каждого ресурсного вида.

Rh. karatavicum занесен в Красную книгу Казахстана (Категория II). Охраняется в Каратауском заповеднике [16].

Rh. aulieatense занесен в Красную книгу Казахстана (Категория II) и Кыргызстана [16, 39]. В настоящее время на территории Республики

Кыргызстан вид очень редкий, находится под угрозой исчезновения в связи с хозяйственной деятельностью человека и перевыпасом скота. Сведений о состоянии его в пределах Казахстана недостаточно. Необходимо проведение специальных исследований численности и площадей популяций вида.

В связи с тем, что на сегодняшний день известно только о двух месторасположениях немногочисленных популяций эндемика Западно-Тяньшанского региона (исключая Каратауский хребет) – *Rh. namanganicum* на территории Аксу-Джабаглы и Сайрам-Угамского заповедника [46,47], этот вид рекомендуется к включению в следующее издание Красной Книги Казахстана.

Rh. altaicum за пределами Казахстана в отдельных местностях редок, поэтому включен в Красные книги различных регионов России – Самарской, Саратовской, Омской областей и Краснодарского края [67-70].

Для сохранения популяций редких и исчезающих растений, каковыми являются представители рода *Rhaponticum*, произрастающих на территории Казахстана, также используются методы микроклонального размножения.

Rh. carthamoides успешно культивируется, выживаемость растений составляет 60-70 %. В результате исследований А.А. Зариповой и А.Ш. Ахметовой [71] установлено, что перспективными для микроразмножения этого вида являются гипокотиль и семядольный узел. Растения регенеранты, корни которых достигали длины 10-15 мм, высаживали в почвенный субстрат. Приживаемость их составляла 60-70%. В работе Райзера и др. отмечено положительное влияние ауксинов на ризогенез *Rh. carthamoides* [72].

Казахстанские исследователи в качестве эксплантов для размножения в культуре тканей рекомендуют также использовать части проростков. Наиболее перспективными в этом случае оказались фрагменты котиледонов, после их перенесения в условия *ex vitro* выживаемость составила 60 % [73].

Возможность клонального микроразмножения другого перспективного растения *Rh. altaicum*, показали А. А. Мухаметфавина и А.М. Ахметова [74]. В условиях *in vitro* для этого вида характерны каллусогенез и геммогенез. причем образуется каллус на различных эксплантах проростка. Наибольшая частота регенерации отмечается на эксплантах корней. Актуальность их применения для микроклонального размножения подтверждается и другими российскими исследователями [75].

Одним из основополагающих способов сохранения редких и исчезающих растений является их культивирование. Наиболее подробно изучен в этом отношении *Rh. carthamoides*.

Основным лимитирующим фактором его численности является массовая заготовка корневищ с корнями в качестве лекарственного сырья. Следует отметить, что для восстановления вида на субальпийских лугах требуется не менее 20 лет, в условиях лесного пояса – свыше 40 лет. Следовательно, очевидна необходимость сохранения природных популяций, в связи с чем для удовлетворения потребности в лекарственном растительном сырье, актуальным считается введение этого вида в культуру.

Исследования подобного рода проводились в различных регионах Казахстана и России. Впервые этот вид был успешно культивирован в БИН АН СССР в 1836 года [76]. Полного развития растение достигает на 3 году жизни, по некоторым данным в Московской и Ленинградской области может зацвести и на втором году [76,77]. В более суровых условиях Архангельской области в зависимости от типа почвы, этот вид зацветает позже на 3-ем, 4-ом и даже на 6-ом году жизни [78]. Т.Н. Биндасова и Н.П. Тимофеев [79] при выращивании *Rh. carthamoides* в этом регионе установили положительную коррелятивную связь между параметрами развития, продуктивностью и накоплением экистероидов во взрослых листовых органах за период 1–28 лет, которая усиливается в субсенильном возрасте с 14–го по 28 годы жизни.

В Казахстане *Rh. carthamoides* успешно интродуцирован в Ботанических садах Алматы и Караганды, а также в Алтайском ботаническом саду (г.Риддер). Здесь детально изучены ритм сезонного развития вида и его онтогенез. Интродуцированные растения успешно проходят латентный и виргинильный периоды, а на третий год массово зацветают [51].

Первичное испытание в культуре левзеи сафлоровидной проведено также в Туркестанской области [80]. Удалось проследить лишь общие закономерности онтогенеза и выделены следующие периоды: латентный и виргинильный. За 3 года интродукции 2012-2014 гг, и 2015-2016 гг было установлено пять возрастных состояний: семена, проростки, ювенильное, имматурное, взрослое вегетативное.

Указанный вид также успешно введен в культуру и в условиях Центрального Казахстана. Г.Ж. Султангазина [13] изучала ритм сезонного развития в течении пяти вегетационных сезонов и биологическую продуктивность. Установлено, что в данных условиях полного развития растение достигает на третий год жизни.

Также проводились эксперименты по первичному испытанию *Rh. karatavicum* в культуре открытого грунта в Карагандинской области, в условиях Центрального Казахстана, в итоге которых выявлено, что за 2 года изучаемый вид проходит полный цикл сезонного развития от латентного периода до сенильного [81].

Rh. altaicum успешно культивируется в ботанических садах Казахстана и России. Установлено, что в условиях Карагандинской области он имеет высокую успешность интродукции - показатель составляет 90 баллов [82], где впервые был введен в культуру с 1986 года [83]. Ранее культивировался в 1980 году в Алтайском ботаническом саду живыми растениями с Калбинского хребта, где он только вегетировал [84]. В Главном ботаническом саду г. Алматы *Rh. altaicum* также показала отрицательный результат – растения выпадают в течении первого вегетационного сезона [85].

В России это вид впервые культивирован в 1957 году в БИН АН СССР, где его грунтовая всхожесть не превышала 35%. Более 2 лет растения в коллекции не сохранялись [76]. В другой публикации отмечается, что в Горно-Алтайском ботаническом саду *Rh. altaicum* показал положительный результат

культивирования наряду с *Rh. carthamoides* и *Rh. chamarensense* [86]. Успешно интродуцирован в Пензенском ботаническом саду [87] и ЦСБС СО РАН, а также в Алтайском крае, образуя незначительный самосев [88].

1.4 Химический состав и применение видов рода *Rhaponticum* в медицине

Общими вторичными метаболитами характерными для рода *Rhaponticum* являются стероидные, терпеноидные и фенольные соединения вместе с полиацетиленами, тиофенами, терпенами и органическими кислотами. Среди них именно фитоэкдистероиды, сесквитерпеновые лактоны и флавоноиды являются часто встречающимися соединениями и могут иметь систематическую значимость внутри этого рода [4].

Основными биологически активными компонентами *Rhaponticum carthamoides*, содержащимися в различных органах растения, являются экдистероиды, сесквитерпеновые лактоны, флавоноиды и фенольные кислоты, тритерпеноиды, а также присутствуют лигнаны, аминок- и жирные кислоты, углеводы, антоцианы, дубильные вещества, кумарины и азотсодержащие вещества [4,9, 89-116]. Подробная характеристика компонентов представлена в приложении А.

Rh. carthamoides на сегодняшний день считается наиболее перспективным представителем исследуемого рода, широко используемого не только в медицине, но и в пищевой отрасли, кормопроизводстве, как медоносное и декоративное растение [122,123].

В кормопроизводстве надземная масса *Rh. carthamoides* является прекрасным кормом для скота. Может использоваться в переработанном виде как кормовая оздоровительная добавка для всех видов сельскохозяйственных животных, пушных зверей и птиц или используются в качестве ветеринарного препарата. Фитомасса не токсична, нормы скармливания могут достигать очень больших величин без отрицательных последствий. Особая ценность ее заключается в стимуляции и репродуктивной функции животных, повышении надоев и жирности молока, усилении синтеза протеина в организме животных. Растительная субстанция на основе рапонтикума сафлоровидного и эхинацеи пурпурной оказывает иммуностимулирующее действие, повышает углеводный, энергетический, минеральный обмен, улучшает гематологические свойства, оптимизирует пищеварительную систему овец [10, 124, 125].

В пищевой отрасли экстракт корня применяют для изготовления тонизирующих безалкогольных напитков «Саяны» и «Байкал».

Корни и корневища, а также листья *Rh. carthamoides* являются фармакопейным сырьем и входят в государственную фармакопею Российской Федерации XIV издания и Фармакопею Республики Беларусь [7,8].

Следует отметить, что ранее на основе экдистерона, выделенного из корней этого вида, разработан первый тонизирующий препарат «Экдистен» [11].

Результаты научных исследований Экдистена явились основой для создания таких препаратов как Экдистерон (Ратибол), Левзея П; биологически активных добавок: Леветон П, жидкий экстракт левзеи (*Extractum Leuzeae fluidum*), а также разнообразных фиточаев, травяных сборов, вытяжек, полученных на основе лекарственного сырья данного растения [6,11].

В медицине *Rh. carthamoides* - востребованное, лекарственное растение, использующееся как психостимулирующее, тонизирующее, адаптогенное, иммуностимулирующее, а также обладающее антибактериальными свойствами и анаболическим воздействием на организм. *Rh. carthamoides* проявляет и ноотропные свойства. В одном из недавних исследований подтверждено положительное влияние на умственную работоспособность и антиоксидантный потенциал препарата левзеи сафлоровидной при систематическом употреблении его у студентов в предсессионный период [9, 126].

Проявляемая биологическая активность данного вида связана, главным образом, с наличием в ее составе фитоэкдистероидов, среди которых основным является 20-гидроксиэкдизон (экдистерон), обладающий адаптогенной и психостимулирующей активностью. При этом данное соединение проявляет крайне низкую токсичность и не обладает андрогенным, антигонадотропным, тимолитическим эффектами, присущими большинству стероидных анаболиков. Доказана низкая токсичность и другого экдистероида, входящего в состав левзеи сафлоровидной – аюгастерона С. В экспериментах на модели бделоидных коловраток *in vivo* очищенный экстракт данного стероидного соединения из левзеи сафлоровидной не влиял отрицательно на их жизнеспособность, в отличие от очищенных экстрактов других популярных адаптогенов как *Panax jinseng*, *Withania samnifera* и *Rhodiola rosea* [10, 127-128]

Для экдистерона также отмечена гипополипидемическая и антисклеротическая активности, а также четко выраженные антирадикальные и антиокислительные свойства. В работе Душкина указывается, что экдистерон обладает гепатопротекторным действием при острой гелиотриновой интоксикации [9, 129].

Помимо указанных видов биологической активности экдистероидам, и, в частности, экдистерону, присуща иммуномодулирующая активность, проявляющаяся в мягком активирующем влиянии на лимфоциты лейкоконцентрата человека [130].

Экдистероиды могут выступать также как противоязвенные, антиревматические, диуретические и регулирующие уровень инсулина агенты [131].

В недавних исследованиях китайских ученых показана возможность применения экдистероидов в качестве защищающих нейроны мозга средств

для профилактики ишемических нарушений мозга. Было показано, что экдистероиды, полученные из *Rh. carthamoides*, облегчают, вызванное глутаматом, повреждение нейронов [132].

Авторы обнаружили, что экдистерон проявляет ряд эффектов и на эпидермальные кератиноциты человека, в частности, в опытах *in vitro* показано, что обработка последних экдистероном ведет к увеличению слоев кератиноцитов, и более высокой степени их дифференциации [133].

Недавние исследования свидетельствуют о том, что этанольные экстракты, обогащенные 20-гидроксиэкдизоном, могут быть использованы для снижения массы эпидидимальной жировой ткани и уровня глюкозы в сыворотке, для восстановления нарушений сывороточных липидов, кортикостерона и увеличить содержание цитокинов у крыс с рационом с высоким содержанием жиров. Также было выяснено, что прием этанольного экстракта рапонтикума сафлоровидного может улучшить печеночный стеатоз [129].

Научные доказательства об улучшении метаболических процессов, также приведены в статьях Д. Халиковой. Фитокомпозиция на основе экстрактов левзеи сафлоровидной и клюквенного шрота у мышей с генетически детерминированным ожирением способствует уменьшению размеров адипоцитов, предотвращая развитие гипертрофического ожирения у мышей при патологии. В норме лекарственная композиция повышает чувствительность тканей к глюкозе и увеличивает концентрацию общего белка (анаболический эффект). Данная композиция положительно влияет и на биохимические показатели (АЛТ, АСТ, ЛПВП) и не усугубляет течение патологических процессов в печени. Таким образом доказано, что применение композиции является безопасным и способствует восстановлению метаболизма. Также данная композиция из экстрактов левзеи сафлоровидной и клюквенного шрота у мышей снижает концентрацию лактата и глюкозы в крови что свидетельствует о его способности повышать физическую работоспособность [134, 135].

Было выяснено, что этанольные экстракты левзеи сафлоровидной оказывают влияние и на гемореологические свойства крови, проявляя защитное действие на переходные формы эритроцитов Курсовое введение этанольного экстракта предотвращает деградацию эритроцитов у крыс с церебральной ишемией, что связано с положительным эффектом на липидный состав мембран эритроцитов [136].

Следует отметить, что *Rh. carthamoides* обладает выраженным кардиопротекторным свойством, подавляя нарушения энергетического обмена и окислительного стресса в ткани миокарда крысы [137].

Разнообразные экстракты, полученные из *Rh. carthamoides*, широко используются и в спортивной медицине в качестве адаптогенов и анаболических веществ, усиливающих биосинтез в мышечных волокнах. Так, коллектив ученых запатентовал использование экстракта этого растения вкупе с экстрактом родиолы розовой в качестве средства для повышения и

улучшения мышечного метаболизма. При систематических тренировках наилучший адаптогенный потенциал наблюдался у атлетов, принимавших напитки на основе левзеи сафлоровидной. Данное действие левзеи обусловлено повышением уровня эритроцитов и соответственно гемоглобина, что явилось прямым фактором адаптации к физическим нагрузкам у спортсменов [138-140].

Очень важно и то, что препараты из *Rh. carthamoides* обладают антиоксидантными свойствами. Доказано, что экстракты на основе *Rh. carthamoides* проявляют высокую антиоксидантную активность, в связи с высоким уровнем содержания флавоноидов. *Rh. carthamoides* может быть также использован как перспективное кардиоваскулярное растение, в связи с содержанием природного фенольного соединения патулетина [141, 142].

Кроме подземной части (корней с корневищами) и надземной (листьев со стеблями), используются также и цветки с соцветиями. Настой из этих частей растения в эксперименте обладает антикоагулянтными и тромболитическими свойствами, резко снижает концентрацию фибриногена, что может способствовать рассасыванию тромбов [116].

В последние десятилетия огромную популярность приобрело направление культивирования лекарственных растений *in vitro*, как продуцентов основных биологически активных веществ.

В недавних исследованиях химического состава высушенных экстрактов биомассы каллуса, суспензии клеток и корневых культур *in vitro* *Rhaponticum carthamoides* были выделены следующие основные биологически активные вещества: 2-дезоксид-5,20,26-тригидроксиэксдизон; 5,20,26-тригидроксиэксдизон 20,22-ацетонид, 2-дезоксид-5,20,26-тригидроксиэксдизон 20,22-ацетонид, 20,26-дигидроксиэксдизон 20,22-ацетонидэксдизон 20,22-ацетонид и эксдизон 20,22-ацетонид (6 мг, выход 0,10%), где их содержание составило от 0,09 до 0,25%. Данные экстракты показали высокую цитотоксическую, антимикробную и антиоксидантную активности [143, 144].

В работах приведены данные, что эфирное масло из культуры трансформированных корней *Rh. carthamoides* обладает противовоспалительными свойствами и может быть использовано в качестве эффективного природного антибактериального и антиоксидантного средства, консерванта пищевых продуктов и дополнительной терапии при профилактике некоторых нейродегенеративных заболеваний [145-147].

Экстракт из трансформированных корней *Rh. carthamoides* обладает также антиоксидантными свойствами, которые защищают клетки от окислительного стресса. Причем экстракты из трансформированных корней, демонстрируют значительно более выраженные свойства, чем корни левзеи сафлоровидной, выращенных в почве. Эти различия в биологической активности могут быть связаны с различиями в содержании фенольных соединений в корневых экстрактах. Кроме выраженных антиоксидантных свойств, трансформированные корни *Rh. carthamoides* проявляют выраженную цитотоксическую и противоопухолевую активности. Новейшие

исследования также доказали перспективность использования сырья из культуры трансформированных корней *Rh. carthamoides* в качестве источника эфирного масла, обладающего высокой биологической активностью [145,147,148].

Нами были проведены предварительные исследования химического состава подземной и надземной частей *Rh. carthamoides*, культивируемой в условиях Южного Казахстана. Была показана перспективность использования интродуцированного рапонтикума сафлоровидного в качестве источника получения некоторых биологически активных веществ. В результате проведенных исследований были обнаружены витамины А, С и Е, жирные кислоты и аминокислоты, углеводы, свободные органические кислоты, кумарины, микро- и макроэлементы и дубильные вещества. Количественное содержание экистерона в подземной части изучаемого растения составило 0,32 %, цинаропикрина - 6,19% в надземной части растения. Было установлено, что содержание таких флавоноидов как мирицетин и рутин составило 1,92% и 0,77%, соответственно [117-121].

Изучением химического состава *Rh. altaicum* в РК занимались Г.Ж. Султангазина и А.Г. Бердин, которыми выделены и идентифицированы экистероиды (в их числе всеми известный экистерон, по разным литературным источникам варьирующий в пределах от 0,014 до 0,05%, амарастерон А, расерстерон и 25-эпи-амарастерон. Также определен состав сесквитерпеновых лактонов *Rh. altaicum*. Впервые были выделены из надземной части два новых сесквитерпеновых лактона – рапосерин, расеролид 15-О-дезацетилрапосерин и расерин. Установлено, что в надземной части присутствуют также соединения, как цинаропикрин, лолиолид, центаурепенсин и акроптилин [13,14,149].

Согласно данным А.Г. Бердина *Rh. altaicum* может применяться в качестве дополнительного источника лекарственного растительного сырья, обладающего антивирусной, цитотоксической, антипротозойной видами биологической активности, благодаря присутствию экистерона и сесквитерпеновых лактонов. Установлено, что центаурепенсин и рапосерин способны ингибировать процесс размножения вируса гриппа [14].

Перспективность *Rh. altaicum* в качестве альтернативного источника экистерона (20-гидроксиэкидизона) подтвердили также С.О. Володина с соавторами. Они показали, что содержание 20-гидроксиэкидизона в молодых листьях в фазе плодоношения составляет 1,43 %, что значительно превышает содержание данного вещества у *Rh. carthamoides* - 0,14% [15].

Из надземной части *Rh. karatavicum* впервые выделены и идентифицированы сесквитерпеновые лактоны – расеролид, ранее известный только в составе *Rh. altaicum*, и цинаропикрин. Получен экистероид – рептанстерон. Установлено также количественное содержание флавоноидов в его надземных частях, в том числе рутин - 1,75% и мирицетин - 6,42 %.

При культивировании *in vitro Rh. karatavicum* были обнаружены следующие сесквитерпеновые лактоны и экистероиды - расеролид, 19-

гидроксирасеролид (цебеллин G), цинаропикрин и экдистерон. В результате исследований А. К. Беркенова установлено, что модифицированная субстанция, полученная из *Rh. karatavicum* обладает адаптогенными и антиоксидантными свойствами. Ранее группа исследователей во главе с А.А. Шегебаевой определила антибактериальные свойства данного вида - в максимальной концентрации он угнетает жизнеспособность *E. coli* и обладает ингибирующим эффектом на жизнеспособность *L. fermentum* [150-154].

Кроме того, основной хемотаксономический маркер этого таксона – экдистерон был обнаружен Ганиевым Ш.Г. и в *Rh. nitidum* [155]. Химический состав других казахстанских представителей рода - *Rh. namanganicum* и *Rh. aulieatense* еще никем ранее не изучался.

Пожалуй, наиболее изученным видом после *Rh. carthamoides* в мировой флоре является *Rhaponticum uniflorum* L. (DC). В различных органах *Rh. uniflorum* обнаружены такие соединения, как экдистероиды, сесквитерпеновые лактоны, дитерпены, тритерпены, тиофены, гидроксициннаматы, флавоноиды, лигнаны, различные фенольные вещества, аминокислоты, нуклеозиды, витамины, алканы, жирные кислоты, углеводы [4, 156, 157-161]. Группа стероидных и фенольных соединений этого вида представлены в приложении А.

Показано, что экстракты и некоторые соединения *Rh. uniflorum* обладают широким спектром биологической активности, включая противовоспалительную, противоопухолевую, иммуностимулирующую, антигипоксическую, анаболическую, гепатопротекторную, кардиопротекторную и гиполипидемическое действия. В новейших исследованиях доказано выраженное ингибирующее действие метаболитов, выделенных из семян этого растения на активность α -амилазы поджелудочной железы человека. В работе Хобраковой и других установлено, что 20-гидроксиэкдизон, 5-О-кофеилхиновая кислота и арабино-3,6-галактан, выделенные из воздушной части *Rhaponticum uniflorum* (L.) DC, оказывают иммуномодулирующее действие на клеточные и гуморальные компоненты иммунного ответа при иммуносупрессии, вызванной циклофосфамидом. Экстракты *Rh. uniflorum* также обладают выраженными ноотропными и нейропротекторными свойствами против стресс-индуцированного и ишемического повреждения нейронов в коре головного мозга белых крыс [162-169].

В других представителях рода *Rhaponticum*, как *Rh. lyratum* C.Winkl. ex Pjlin, *Rh. scariosum* Lam., *Rh. pulchrum* Fisch. & C.A.Mey обнаружен основной фитоэкдистероид - 20-гидроксиэкдизон, а в *Rh. nanum* Lipsky еще и интегристерон А. Качественный состав стероидных и терпеноидных соединений *Rh. acaule* L. (DC), *Rh. integrifolium* C. Winkl и *Rh. pulchrum* Fisch. & C.A.Mey представлен в приложении А [89,115,170, 171].

Экстракты из листьев и соцветий *Rh. integrifolium* оказывают цитотоксические свойства на гусениц непарного шелкопряда. Экстракты корней *Rh. coniferum* (L.) Greuter показали антиоксидантную и

противовоспалительную активность. Эфирное масло, полученное из надземной части *Rh. acaule* обладает антимикробными свойствами и может быть использован в качестве потенциального природного гербицидного средств. В работе Хаммуди и др. установлено, что гексановый экстракт этого растения обладает высокой антиоксидантной активностью по сравнению с аскорбиновой кислотой [172-175].

1.5 Природные условия Карагандинской и Акмолинской областей

1.5.1 Географическое положение и рельеф

Преобладающая часть Акмолинской и Карагандинской областей занимают территорию Казахского мелкосопочника, среди которого повсеместно встречаются различные по величине и высоте сглаженные холмы, сопки, их гряды и невысокие горы, чередующиеся с речными долинами, наклонными равнинами и межсопочными понижениями. На севере мелкосопочник переходит в Западносибирскую низменность, на северо-востоке – в широкую долину Иртыша. Юго-восточная часть территории мелкосопочника, прилегающая к озеру Балхаш, которая называется Прибалхашьем, сильно сглажена. По характеру рельефа представляет собой пенепленизированный мелкосопочник, среди которого местами выступают невысокие горы как Бектау-ата и др., достигающие абсолютной высоты 600-800 м. Южная часть территории представляет собой обширную пустыню – Бетпак – Дала. Это своеобразная, слабоволнистая равнина третичного возраста высотой 300—400 м, почти совершенно лишенная значительных возвышений. На западе мелкосопочник переходит в Тургайское плато. На юго-востоке и востоке упирается в горы Алтая и Тарбагатая. Восточная граница Казахского мелкосопочника обрамлена хребтами Чингизтау протяженностью около 200 км [176-178].

Изучаемая территория по характеру рельефа довольно неоднородна. В ее пределах выделяются мелкосопочник, цокольно-денудационные равнины, низкогорья и холмогорья, слаборасчлененные равнины и речные долины [176,179]. Формирование таких контрастных форм рельефа обусловлено прежде всего сложностью геологического строения и всем ходом ее геологической истории.

Формирование мелкосопочного рельефа связано как с процессами денудации, так и с процессами абразии накопления морских осадков. Вся территория мелкосопочника до мезозоя представляла горную страну, являющуюся ареной довольно мощных и разнообразных тектонических движений земной коры. К концу же палеозоя наступила тектоническая стабилизация, и некогда мощная горная страна в результате интенсивных процессов денудации и абразии превратилась в пенепленизированную равнину, отличительной чертой которой является ступенчатость или многоярусность рельефа [180].

Цокольно-денудационные равнины по характеру поверхности представляют собой увалисто-волнистые равнины с участками мелкосопочника. В основе своей они сложены древними плотными породами, перекрытыми довольно мощной толщей, четвертичных желто-бурых лёссовидных суглинков. Эти равнины почти всегда прорезаны множеством ложбин, балок и долин речек. Абсолютная высота их составляет 300-450 м. Относительная высота отдельных сопок достигает 100-150 м. В пределах мелкосопочника и равнин широкое распространение получили многочисленные западины и котловины, некоторые из них заняты озерами. Следует отметить, что наряду с глубокими западинами и котловинами на территории области широкое распространение имеют незначительные по площади микропонижения и микроповышения, которые встречаются повсеместно, придавая пятнистый (комплексный) характер степи [178].

Типичные аккумулятивные формы рельефа — речные долины. Наиболее крупной и хорошо сформированной долиной является долина р. Ишим. Почти все реки области имеют три террасы — две надпойменные и пойму, только для р. Ишим, выделяется еще четвертая терраса. Однако все эти террасы не всегда и не везде прослеживаются. Наиболее отчетливо выраженной является пойменная терраса, ширина которой колеблется от 0,5 до 3,5 км, а в устье р. Колутон она достигает наибольшей ширины — 6—7 км (ЦП6). Пойма на всем протяжении изрезана сетью стариц и меандр. Она имеет два уровня низкая пойма, ежегодно заливаемая, и высокая, заливаемая раз в несколько лет. Надпойменные террасы выражены менее отчетливо, особенно на левобережье. Первая надпойменная терраса высотой от 2—3 до км крайне неоднородна по ширине — от 1 до 3,5 км, а в некоторых местах — до 25—30 км. Там же, где Ишим прорезает сопки, сложенные плотными палеозойскими породами, долина приобретает узкую каньонообразную форму. Строение долин других более или менее крупных речек аналогично строению долины р. Ишим. Большое количество мелких степных речек имеет слабо выраженные речные долины [178].

1.5.2 Климат

Удаленность территории Карагандинской и Акмолинской областей от открытых морей и океанов обуславливает резкую континентальность климата. Он характеризуется большими амплитудами суточных, зимних и летних температур, коротким солнечным и жарким летом, суровой, холодной зимой, сухостью воздуха и превышением испаряемости над количеством выпадающих осадков. Самый холодный месяц — январь. Средняя температура января $-16...-19^{\circ}$, абсолютные минимумы до $-40...-45^{\circ}$. Самый теплый месяц — июль. Средняя температура июля $+18...+22^{\circ}$, абсолютные максимумы достигают $+39...+45^{\circ}$. Годовое количество осадков от 130-310 мм в Карагандинской области, где наименее обеспеченным районом является Прибалхашья. В центральной части Акмолинской области выпадает около 350

мм, на востоке может достигать 400 мм. на северо-востоке Карагандинской области осадки могут достигать в среднем 200-270 мм, а в районе Каркаралинска летом выпадает около половины годового количества осадков (132 мм), а зимой – лишь 10 % (31 мм). В большей степени осадки приходится на теплое время года (с апреля по сентябрь). Средняя годовая скорость ветра в пределах от 3 до 6 м/с. Годовой максимум ветра может достигать 20-34 м/с, порывы – 30-48 м/с. Незначительная облачность, высокая солнечная радиация и низкая относительная влажность воздуха создают благоприятные условия для испарения влаги из почвы в весенний предпосевной период. Иссущению почвы в этот период во многом способствуют и сильные ветры [178,181-183].

1.5.3. Почвы и растительность

Территория Акмолинской и Карагандинской областей расположены в пределах трех широтных почвенно-климатических зон: черноземной (засушливых степей), каштановой (сухих степей) и бурой (пустынь), которые в свою очередь, делятся на подзоны. Согласно данной классификации, исследованные ценопопуляции относятся к темнокаштановым и каштановым почвам сухих степей. Помимо зональных почв, широкое распространение получили также интразональные почвы – луговые, лугово-каштановые, аллювиально-луговые, лугово-черноземные, солонцы, солончаки и солоди. Кроме этого почвенный покров может отличаться и своей комплексностью. Под комплексом почвенного покрова понимается частая смена почв, вызванная главным образом изменением микрорельефа или резкой неоднородностью почвообразующих пород [177, 178, 183].

ЦП1-ЦП4 расположены на темнокаштановых и каштановых солонцеватых почвах, приуроченных к равнинным пониженным участкам с засоленными материнскими породами. В данном случае они встречаются в комплексе с солонцами – в соотношении от 10 до 30%, формирующимися в плакорных или нормальных условиях увлажнения степной зоны. Грунтовые воды залегают глубоко и поэтому развитие почв протекает исключительно под влиянием атмосферных осадков и гидротермических условий, сложившихся в изучаемой почвенно-климатической зоне [177, 184,185].

Расчлененность рельефа территории Центрального Казахстана и наличие большого количества речных долин также способствуют широкому распространению лугово-каштановых почв. Они формируются в условиях повышенного количества атмосферных осадков, поступающих за счет перераспределения их на поверхности почв или же под влиянием грунтовых вод. Развиваясь в условиях повышенного увлажнения, лугово-каштановые почвы отличаются от каштановых более высоким содержанием гумуса, лучше развитой растительностью и часто проявляющейся солонцеватостью, что характерно для ЦП5. Данные почвы хорошо обеспечены подвижными формами азота, калия и довольно слабо – подвижным фосфором [177,184].

На территории Акмолинской области широко распространены луговые солонцеватые почвы. Они формируются по низким террасам рек и депрессиям рельефа в условиях близкого залегания соленых грунтовых вод. Почвообразующими породами служат глины и суглинки, иногда засоленные. Растительный покров представлен полынно-пырейными и пырейными лугами с проективным покрытием до 80-90%. Из морфологических особенностей рассматриваемых почв следует отметить сильную уплотненность, имеющую призматическую или глыбистую структуру, значительную мощность гумусового горизонта и повышенное залегание воднорастворимых солей и гипса. На территории ЦП6 и ЦП7 эти почвы представлены в комплексе с солонцами луговыми. В подзоне темнокаштановых почв и черноземов степной зоны они характеризуются более значительной гумусированностью и более глубоким промыванием солей, очень часто здесь появляется также сода [178-184].

На территории области широко распространены интразональные почвы, преимущественно понижений рельефа – речных долин, озерных котловин, степных западин и др. По современным пойменным террасам наиболее крупных рек изучаемых областей (Ишим, Колутон, Нура), глубоким западинам, низким озерным террасам на аллювиально-луговых и луговых почвах широко распространены заливные луга, где развивается луговая и лугово-болотная растительность [186]. Согласно классификации [187] луга могут быть подразделены на настоящие, остепненные и болотистые. Основными типами настоящих лугов являются разнотравно-злаковые с доминированием *Elytrigia repens* (L.) Gould., *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Bromopsis inermis* (Leyss.) Holub и *Agrostis gigantea* Roth [187-188]. Широкое распространение на территории Северного Казахстана получили также пырейные (*Elytrigia repens*) сообщества [64].

Для остепненных лугов характерны пырейные, кощовые, и разнотравно-злаковые (*Poa angustifolia* L., *Calamagrostis epigeios*, *Medicago falcata* L., *Filependula vulgaris* Moench., *Filependula ulmaria* (L.) Maxim.) луга.

Среди лугово-болотной растительности широко распространены *Carex diluta* M. Bieb., *C. vulpina* L., *Typha minima* Funck, *Scirpus lacustris* L., *Juncus gerardii* Loisel., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud. [187-188].

На солонцеватых луговых почвах состав растительности сильно изменяется. Среди типичных для этих почв видов в значительном количестве появляются *Hordeum bogdanii* Wilensky, *Limonium gmelinii* (Willd.) O. Kuntze, *Puccinellia tenuissima* (Litv. ex V.I.Krecz.) Pavlov, *Leymus racemosus* (Lam.) Tzvelev, *Glycyrrhiza glabra* L. С увеличением солонцеватости в почвенном покрове развиваются различные галофиты из семейства маревых, например, *Chenopodium album* L. [177-178,186].

Для луговой растительности наиболее часто встречающимися видами также являются *Sanguisorba officinalis* L., *Geranium collinum*, *G.pratense* L., *Lythrum virgatum*, *Rumex acetosa* L., *Inula britannica* L., *Phleum phleoides* L. Karst. [176, 178, 186].

2 ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объект исследования

Объектами исследования являются ценопопуляции *Rhaponticum altaicum* (далее *Rh. altaicum*) на территории Карагандинской и Акмолинской областей Казахстана и образцы надземной и подземной частей данного вида, заготовленные в 2022 – 2023 годах в фазу цветения и плодоношения. Общая характеристика исследованных ценопопуляций и образцов экстрактов приведены в таблице 1,2 и на рисунке 8.

Таблица 1 – Характеристика ценопопуляций (ЦП) *Rhaponticum altaicum*

№	Местонахождение ЦП	Местообитание
ЦП 1	Карагандинская область, окрестности поселка Карабас. 503 м над у.м., 49°34'48.0"с.ш., 72°53'38.1"в.д	злаково-полынный луг вблизи догоги.
ЦП 2	Карагандинская обл., окр. г. Абай. 500 м над у.м., 49°38'03.4"с.ш., 72°50'38.3" в.д.	Хорошо увлажняемая ложбина возле дороги
ЦП 3	Карагандинская обл., окр. г. Абай. 49°40'31.3" с.ш., 72°51'50.3",	Косимый луг, растения на слабо засоленной почве
ЦП 4	Карагандинская обл., между г. Абай и г. Сарань, 49°40'57.6"с.ш., 72°51'37.2", 485 м. над у. м.	Заливной луг, по окраинам высыхающих озер
ЦП 5	Карагандинская обл., окр. г. Темиртау, 363 м над у.м 50°04'49"с.ш. 73°13'30" в.д.	Заболоченный луг
ЦП 6	Акмолинская обл., окр. с. Жалтыр. 51°44'05.7" с.ш., 69°54'42.1"в.д. 291 м. над у. м.	Заливной луг
ЦП 7	Акмолинская обл., окр. г. Астана. Окрестности села Каражар, долина реки Нура, шоссе Астана-Малиновка. 51°05'27.9''с.ш., 71°11'05.3''в.д., 341 м над у.м.	Заболоченный луг

Таблица 2 – Характеристики образцов этанольных экстрактов *Rhaponticum altaicum*

№	Образец	Сокращенное наименование образца	Масса, г	Объем экстракта, мл	Масса конц. экстракта, г
1	Подземная часть <i>Rh. altaicum</i> , собранная во время плодоношения с Акмолинской области	Rh.serr-п(А)	102,3	27,3	9,5668
2	Надземная часть <i>Rh. altaicum</i> , собранная во время плодоношения, с Акмолинской области	Rh.serr-н(А)	101,7	41	10,1707
3	Подземная часть <i>Rh. altaicum</i> , собранная во время плодоношения с Карагандинской области	Rh.serr-п(К)	198	52	18,1145
4	Надземная часть <i>Rh. altaicum</i> , собранная во время плодоношения с Карагандинской области	Rh.serr-плод-н(К)	70	23	9,1644
5	Надземная часть <i>Rh. altaicum</i> , собранная во время цветения с Карагандинской области	Rh.serr-цв -н(К)	85	41	13,8127

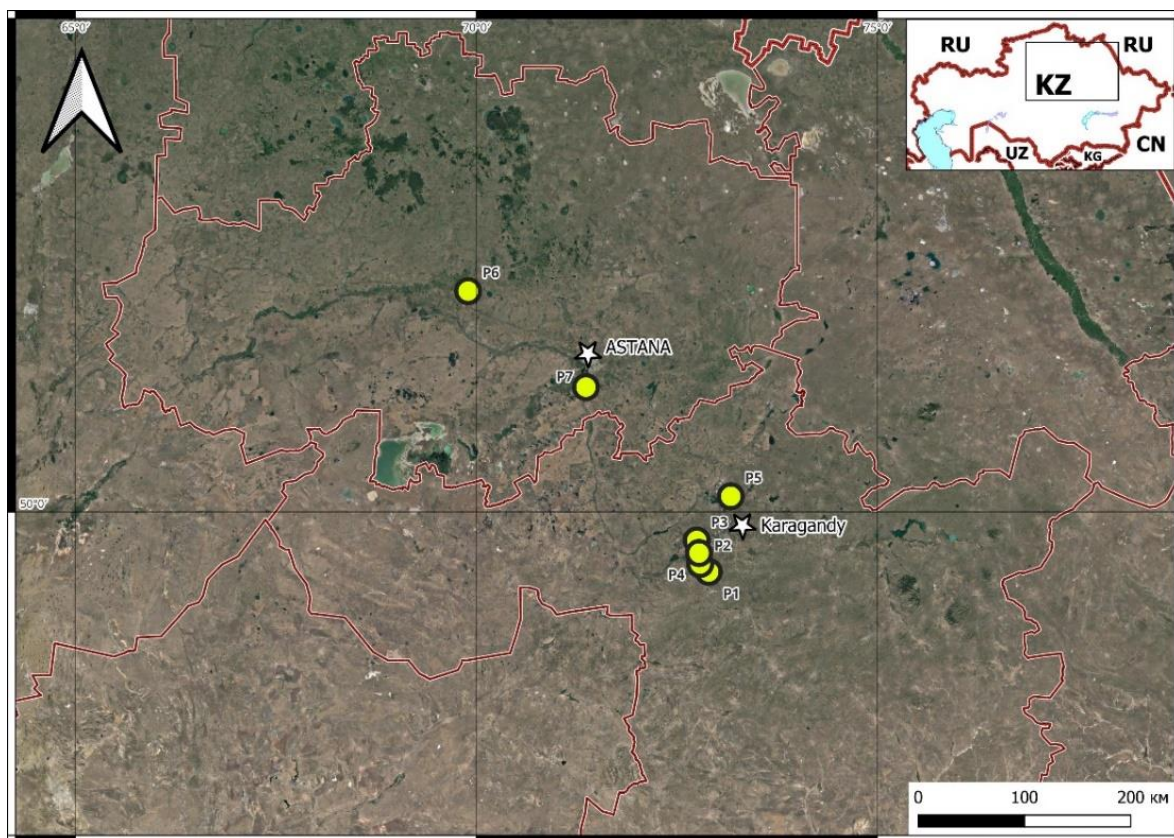


Рисунок 8 – Районы проведения исследований

2.2 Методы исследования

2.2.1 Методика изучения систематики рода

При составлении конспекта рода *Rhaponticum* на территории Казахстана были критически пересмотрены материалы Гербариев LE, AA, MW, TASH, KUZ, KG, ТК, что позволило более детально выявить распространение рода во флоре Казахстана.

Распределение растений на территории Казахстана показано по флористическим районам, разработанным Н. В. Павловым, И.А. Линчевским, Н.И. Рубцовым и П.П. Поляковым, детализированным и уточненным М.Г. Поповым для флоры Казахстана [189]. Это районирование можно считать удачным поскольку оно хорошо отражает климатогенные провинциальные (меридиальные по Комарову) отличия в растительном покрове, а также региональные, связанные преимущественно с орографией территорий. Всего для Казахстана установлено 29 флористических районов (рисунок 9):

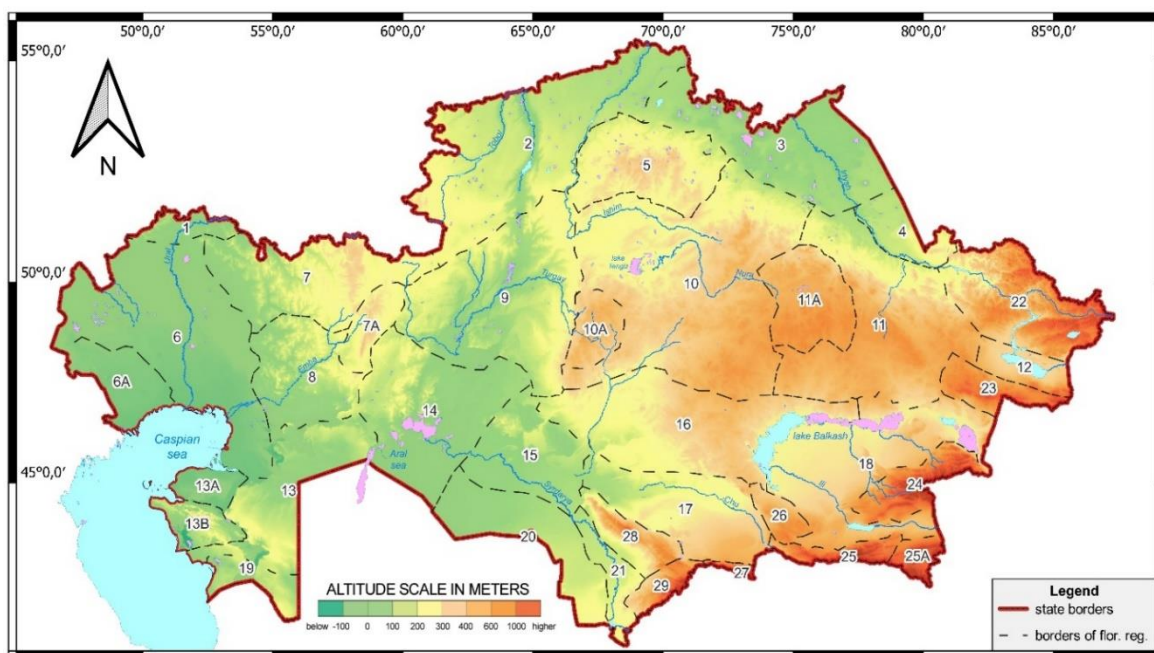


Рисунок 9 – Флористическое районирование Казахстана: 1. Отроги общего сырта – 1.Отр. Общ. Сырта; 2. Тобольско-Ишимский – 2. Тоб.-Ишим; 3. Иртышский – 3. Ирт.; 4. Семипалатинский боровой – 4. Семип. Бор; 5. Кокчетавский – 5. Кокчет.; 6. Прикаспийский – 6. Прикасп.; 6а. Букеевский – 6а.Букеев; 7. Актюбинский – 7. Актюб.; 7а. Мугоджары – 7а. Мугодж.; 8. Эмбенский – 8. Эмб.; 9. Тургайский – 9. Тург. 10. Западный мелкосоп. – 10. Зап. мелкосоп.; 10а. Улутау – 10а Улутау; 11. Восточный мелкосопочник – 11. Вост. мелкосоп.; 11а. Каркаралинский – 11а. Карк.; 12. Зайсанский – 12. Зайс.; 13. Северный Усть-Урт – 13. Сев. Усть-Урт.; 13а. Бузачи – 13а. Бузачи; 13б. Мангышлак – 13б.Мангышл.; 14. Приаральский – 14. Приарал.; 15. Кзыл-Ординский – 15. Кз.-Орд.; 16. Бетпакдалинский – 16. Бетпакд.; 17. Муюнкусский – 17. Муюн-кум.; 18. Балхаш-Алакульский – 18. Балх.-Алак.; 19. Южный Усть-Урт – 19. Южн. Усть-Урт; 20. Кзыл-кумский – 20. Кз.-кум.; 21. Туркестанский – 21. Туркест.; 22. Алтай; 23. Тарбатай – 23. Тарб.; 24. Джунгарский Алатау – 24. Джунг. Алат.; 25. Заилийский Кунгей Алатау – 25. Заил. Кунг. Алат.; 25а. Кетмень-Терской Алатау –25а. Кетм. Терск. Алат.; 26. Чу-Илийские горы – 26. Чу-Ил. горы; 27. Киргизский Алатау – 27. Кирг. Алат.; 28. Каратау – 28. Карат.; 29. Западный Тянь-Шань – 29. Зап. ТШ.

2.2.2 Методика полевых исследований

Изучение флористического состава ценопопуляции *Rh. altaicum* проводился на стандартных площадках 100 м². В пределах каждой популяции закладывалось по 5 пробных площадок. Для флористического описания подбирались участки с наиболее высокой плотностью *Rh. altaicum*. Исследования проводились с 2022 – 2023 годы. Общая площадь популяции определялась с помощью GPS. При обработке флористических описаний использовалась программа IBIS разработанная А. А. Зверевым [190].

При анализе жизненных форм ценофлоры использовались подходы И.Г. Серебрякова [191]. Оценка видов по отношению к увлажнению проводилась по экологическим шкалам А.Н. Шенникова [192] и Л.Г. Раменского [193], а также в соответствии с методологическими разработками Н.Г. Ильминских [194] и А.Ю. Королюка [195]. Для эколого-биологической характеристики растений мы использовали шкалу ценоморф А.Л. Бельгарда [196]. В этой шкале демонстрируется приспособление к фитоценозу в целом и к каждому из структурных элементов экотопа в отдельности. Среди ценоморф выделены силванты (лесные виды), степанты (степные виды), пратанты (луговые виды), палюданты (болотные виды), рудеранты (сорные виды), дезеранты (пустынные виды), гидранты (водные растения). К степантам относятся засухоустойчивые, светолюбивые виды, тяготеющие к почвам с нейтральной или слабощелочной реакцией; к пратантам относятся многолетние, реже малолетние виды, мезофиты; к палюдантам относятся болотные виды, произрастающие в условиях избыточного увлажнения; рудеранты не связаны с определенными условиями фитоценозов, но все же тяготеют к почвам с повышенным содержанием азота; дезеранты характеризуются сильной ксерофитностью, сочетающиеся часто с эфимерностью; для гидрантов характерно полное или частичное погружение в воду.

Название видов даются по сводке С.А.Абдулиной [30] с учетом современных данных (POWO 2025) [197]. Так, название изучаемого вида дано по современной номенклатурной сводке POWO - *Rhaponticum altaicum* (по сводке С.А.Абдулиной - *Rhaponticum serratuloides*, на русском языке – рапонтикум серпуховидный). Семейства цветковых растений расположены по системе А.Л. Тахтаджяна [198]. Виды в родах и роды в семействах расположены по алфавиту.

При оценке проективного покрытия использовалась балльная шкала обилия видов Браун-Бланке [199]:

- г – вид встречается единично с проективным покрытием менее 1%;
- + – проективное покрытие вида – 1-5 %;
- 1 – проективное покрытие вида – 5-10 %;
- 2 – проективное покрытие вида – 10-25 %;
- 3 – проективное покрытие вида – 25-50 %;
- 4 – проективное покрытие вида – 50-75 %;
- 5 – проективное покрытие вида более 75 %.

При определении изменчивости признаков растений исследуемого вида проанализированы морфологические параметры 10 средневозрастных генеративных особей в каждой ценопопуляции на учетных площадках размером 10x10 м². К данным признакам относятся: высота побега; длина и ширина нижнего, среднего и верхнего листьев. Длину и ширину листовой пластинки измеряли электронным штангенциркулем с цифровой индексацией. Изучены следующие статистические показатели: среднее арифметическое значение, ошибка средней арифметической, $CV_{ср}$ – среднее значение внутрипопуляционной изменчивости признака, корреляция. Статистическая

обработка данных проводилась с помощью программ Statistica 12.0 и R для Windows (R версия 3.6.0, 2019).

2.2.3 Методы исследования лабораторной всхожести и семенной продуктивности *Rhaponticum altaicum*

Семенной материал собран в 2022 году во время плодоношения *Rh. altaicum* в Карагандинской (ЦП1, ЦП2, ЦП4) и Акмолинской (ЦП5) областях (таблица 1). В данной работе для удобства использован термин «семена» вместо семянок *Rh. altaicum*, которые рассматриваются нами в качестве репродуктивных диаспор этого растения [200].

Для определения популяционной изменчивости качества семян и семенной продуктивности проанализированы морфологические параметры 30 средневозрастных генеративных особей в каждой ценопопуляции на учетных площадках размером 10x10 м². А именно: высота и диаметр соцветия; количество семян на корзинку, длина, ширина и толщина семян, вес семян. Линейные показатели семян и соцветий измеряли электронным штангенциркулем с цифровой индексацией. Массу 1000 семян определяли по методике М.К. Фирсовой [201] путем взвешивания на аналитических весах по 100 семян в 5-кратной повторности со всех точек сбора.

Изучение семенной продуктивности проводилось по методике И.В. Вайнагия [202]. Для ее характеристики применяли следующие показатели: потенциальная семенная продуктивность (ПСП), фактическая семенная продуктивность (ФСП), коэффициент продуктивности (КП), показывающий отношение ФСП к ПСП, выраженное в процентах.

Лабораторную всхожесть определяли в 3-кратной повторности по 100 шт. в течении месяца. Семена проращивались в чашках Петри на ложе из фильтровальной бумаги через 1,5 года после их сбора при температуре +3°C - +4°C в течении месяца с последующим переносом семян на стол Якобсона. Результаты влияния стратификации на лабораторную всхожесть семян *Rh. altaicum* сравнивались с контрольной группой проращиваемых в течение двух месяцев на столе Якобсона. Семена предварительно обрабатывались слабым раствором перманганата калия (KMnO₄). При изучении прорастания семян учитывались следующие фазы: наклевывание, появление зародышевого корня, появление гипокотилия, выход семядолей, разворачивание семядольных листьев. Проростки описывали, замеряли по всем фазам развития. Статистическая обработка полученных результатов проведена с помощью программы Statistica 12.0

2.2.4 Методика онтогенетических исследований *Rhaponticum altaicum*

Исследование онтоморфогенеза *Rh. altaicum* в природных условиях проводились в пределах ЦП6 и ЦП7.

Для дополнительного изучения общих закономерностей малого (неполного) онтогенеза *Rh. altaicum* были также заложены опыты по первичной интродукции *Rh. altaicum* в Каратауском районе Туркестанской области в апреле 2022 года. Посев сухими семенами был произведен непосредственно в открытый грунт в трех повторностях - по 50 штук. Результаты интродукции *Rh. altaicum* приведен на рисунке 10.

Особенности возрастных состояний изучали *in situ* и *ex situ* согласно методическим указаниям Т.А. Работнова [203, 204], А.А. Уранова (1975) [205], О.В. Смирновой и др. [206]. Выделены следующие возрастные состояния изучаемого растения: проростки (р), ювенильное (j), имматурное (im), виргинильное (v), молодое генеративное (g_1), среднее генеративное (g_2), старое генеративное (g_3) и сенильное (s).



Рисунок 10 – *Rhaponticum altaicum*, выращиваемый в условиях культуры на различных возрастных состояниях:

А – ювенильном; В – имматурном; С – виргинильном состоянии

2.2.5 Методика исследования возрастной структуры ценопопуляций

Онтогенетическую (возрастную, демографическую) структуру и численность растений в ЦП изучали на учетных площадках площадью 1 м². В качестве счетной единицы использовали особь, парциальный куст и парциальный побег. Принятие той или иной счетной единицы определялись конкретной биоморфой, формируемой в конкретном меспообитании. Онтогенетический спектр построен по общепринятой методике [207].

Т.А. Работнов [204], на основании соотношений особей разных возрастных состояний в ЦП выделил инвазионные, нормальные и регрессивные ценопопуляции. В дальнейшем А.А. Жукова [208], А.А. Уранов [209] предложили классификацию нормальных ценопопуляций по абсолютному максимуму онтогенетических групп взрослых растений, разделив их на группы: молодая нормальная ЦП (имеет максимум на виргинильных и g_1 -особях), зрелая (преобладают средневозрастные g_2 -особи), стареющая (с максимумом на g_3 -особях), старая нормальная (с максимумом на субсенильных особях). Классификация Л.А. Животовского «дельта – омега» [210] основывается на двух индексах: «дельта» – Δ и «омега» – ω .

Дельта – это индекс возрастности, разработанный А.А. Урановым [205], предложившим следующую формулу для его расчета, в последствии уточненной Л.А. Животовским [210]:

$$\Delta = \Sigma K_i m_i / \Sigma K_i,$$

где ΣK_i – сумма растений всех возрастных состояний, m_i – возрастность особей [205]

Индекс возрастности изменяется от 0 до 1 он оценивает возрастной уровень ЦП и дает представление о вкладе определенной онтогенетической группы в общую возрастность ЦП. В зависимости от коэффициента возрастности Л.А. Животовский предложил следующие типы ЦП: подростковая 0 – 0,1; взрослеющая 0,1 – 0,2; молодая 0,2 – 0,4; зрелая 0,4 – 0,6; стареющая 0,6 – 0,8; старая 0,8 – 1,0.

«Омега» – ω – индекс эффективности, или средняя энергетическая эффективность ценопопуляции – средневзвешенное значение величин эффективности растений (e_i), который рассчитывается по формуле

$$\omega = \Sigma p_i e_i,$$

где $p_i = n_i / n$ – доля растений i -того состояния в данной популяции,

n_i – абсолютное число растений i -того состояния,

$n = \Sigma n_i$ – общее число растений,

e_i – энергетическая эффективность [210].

По классификации «дельта – омега» выделяют 6 нормальных популяций, на основе критерия абсолютного максимума, то есть соответственно тому, на какое из онтогенетических состояний приходится абсолютный максимум распределения разных возрастных групп.

Эти индексы позволяют охарактеризовать общее состояние популяции и особенно часто используются для сравнения популяций одного вида в разных эколого-ценотических условиях.

Индекс восстановления (I) определялся по формуле:

$$I = \Sigma j \rightarrow v / \Sigma g1 \rightarrow g3,$$

где $\Sigma j \rightarrow v$ – сумма растений всех возрастных состояний прегенеративного периода, $\Sigma g1 \rightarrow g3$ – сумма растений всех возрастных состояний генеративного периода [211].

Тип ценопопуляции определили по Т.А. Работнову [204] и классификации «дельта-омега» Л.А. Животовского [210].

2.2.6 Методика анатомического исследования надземной и подземной частей *Rhaponticum altaicum*

Изучение особенностей анатомического строения *Rh. altaicum* в процессе онтогенеза проводилось на базе исследовательского парка биотехнологии и экомониторинга КарУ им. академика Е.А. Букетова под руководством к.б.н., профессора Ишмуратовой М.Ю. Собранные вегетативные органы изучаемого растения (листья, стебли, черешки и корни) фиксировали в смеси глицерин: спирт 96%-ный; вода дистиллированная в

соотношении 1:1:1 (смесь Страуса-Флеминга) [211, 212]. Поперечные срезы вегетативных органов изготавливали вручную. Для листа микропрепараты изготавливали из центральной части фрагмента среднего листа. Срезы просветляли при помощи глицерина.

По каждому образцу изготавливали не менее 10 микропрепаратов. Препараты фотографировали на микроскопе Альтами с цифровой камерой 3,1 Мпикс, увеличение 16x4 и 16x10. При изготовлении некоторых фотографий применяли синий светофильтр, окрашивание метиленовым синим и ванилином. Обработку фотографий и измерения микропрепаратов выполняли в программе AltamiStudio с использованием Paint 10.1. Статистическую обработку результатов морфометрии и анатомии листовых пластинок проводили при помощи программы Statistica 12.0. При описании анатомического строения использовали принципы, изложенные в трудах Н.А. Анели [213], Л.И. Лотовой [214], P.J. Rudall [215].

2.2.7 Методы качественного и количественного определения основных групп БАВ

Метод экстракции растительного сырья. Для определения качественного и количественного содержания стероидных и полифенольных соединений были получены этанольные экстракты из надземной и подземной частей *Rhaponticum altaicum* на базе лаборатории химии стероидных соединений АО «Международный научно-производственный холдинг «Фитохимия» [216].

Для этого около 100 г сырья *Rh. altaicum* экстрагировали трехкратно 500 мл 70 %-ного водного этанола при температуре кипения растворителя. Полученные экстракты фильтровали и упаривали на ротационном испарителе под вакуумом при температуре не выше 45 °С. Наличие биологически активных веществ в сырье устанавливали методом тонкослойной хроматографии [217].

Физико-химические методы. Физико-химические методы определения качественного и количественного содержания экдистероидов и флавоноидов из полученных этанольных экстрактов были проведены на базе лаборатории фитохимии Сибирского ботанического сада Томского государственного университета.

Высокоэффективная жидкостная хроматография. Изучение качественного и количественного состава экдистероидов и суммы флавоноидов в экстрактах *Rh. altaicum* проводился методом обращенно-фазовой высокоэффективной жидкостной хроматографии. Для этого использован жидкостной хроматограф «Shimadzu LC-20AD» (Япония), с диодно-матричным детектором, хроматографической колонкой Perfect Sil Target ODS – 3; 4.6 x 250 мм, размером зерна сорбента – 5 мкм. Элюент А: смесь ацетонитрила, изопропилового спирта (5 : 2 по объему), элюент В: 0,1 % трифторуксусная кислота. Время анализа 60 мин. Скорость элюирования 1

мл/мин. Режим элюирования: градиент низкого давления; программа градиента: 0-40 мин 15-35% элюент А, 40-60 мин 35% элюент А. Объем пробы 5 мкл. Аналитическая длина волны $\lambda_{\text{max}} = 242$ нм для регистрации экдистероидов и 272 нм – флавоноидов.

Идентификацию сигналов на хроматограммах осуществляли сопоставлением времен удерживания и максимумов поглощения компонентов экстрактов и стандартных образцов. Фенольные соединения идентифицированы с использованием стандартов (Sigma-Aldrich, Lachema; чистота $\geq 95,0\%$). Экдистероиды 20-гидроксиэкдизон, полиподин В, 2-дезоксiekдизон, 2-деокси-20-гидроксиэкдизон, экдизон, макистерон А, используемые в качестве внутренних стандартов, ранее выделены и идентифицированы методами масс-спектрометрии и ядерно-магнитного резонанса [218]. Содержание БАВ рассчитывалось по площадям пиков образца и соответствующих стандартов с помощью калибровочной кривой, построенной с использованием программного обеспечения LC Postrun Calibration Curve. Анализ проводили в трех повторностях, статистические расчеты осуществляли в Microsoft Excel, 2007. Данные представлены в виде среднего арифметического.

2.2.8 Методика изучения биологической активности *Rhaponticum altaicum*

Исследование биологической активности (антирадикальной, антиоксидантной и цитотоксической) полученных экстрактов надземной и подземной частей *Rhaponticum altaicum* проведены на базе научно-исследовательского института новых химических технологий при Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева под руководством куратора к.х.н. Искаковой Ж.Б.

2.2.8.1 Антиоксидантная активность

К 0,1 мл исследуемых веществ в диапазоне концентраций 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 мг/мл добавляется 0,25 мл 0,2 М фосфатного буфера (рН=6,6) и 0,25 мл 1% раствора гексацианоферрата (III) калия. Реакционная смесь инкубируется в течение 20 мин. при 50⁰С, реакция останавливается добавлением 0,25 мл 10% раствора трихлоруксусной кислоты. Смесь центрифугируют 10 мин. (3000 обор./мин.). Верхний слой объемом 0,5 мл смешивается с 0,5 мл дистиллированной воды и 0,1 мл 0,1% FeCl₃. Измерение оптической плотности производится при 700 нм. Антиоксидантную активность (АОА) образцов сравнивали с АОА галловой кислоты.

Разведение производили из расчета 1мг вещества на 1мл растворителя. Каждый образец испытывали в трех параллельных опытах. Проводили при температуре 20±2⁰С, естественном световом периоде. В качестве препарата сравнения использовали галловую кислоту. Образцы проверяли с концентрациями 0,25; 0,5; 0,75 и 1 мг/мл [219].

2.2.8.2 Антирадикальная активность

Для определения ингибирования 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилрадикала (DPPH) к 0,1 мл спиртового раствора исследуемых растворов в диапазоне концентраций 0,1; 0,25; 0,5; 0,75 и 1,0 мг/мл добавляли 3 мл $6 \cdot 10^{-5}$ М раствора радикала. Пробирки находились в штативе, завернутого в черный полиэтилен. После интенсивного перемешивания растворы оставались в темноте на 30 минут, далее измеряли оптические плотности при 520 нм. Значения величины антирадикальной активности (АРА) исследуемых объектов определяли по формуле:

$$АРА (\%) = A_0 - A_t / A_0 \cdot 100,$$

где A_0 – оптическая плотность контрольного образца; A_t – оптическая плотность рабочего образца.

Оптическую плотность исследуемых растворов, зависимость от концентрации измеряли на спектрофотометре при длине волны 520 нм. В качестве препарата сравнения использовали галловую кислоту. Образцы проверяли с концентрациями 0,1; 0,25; 0,5; 0,75 и 1 мг/мл [220].

2.2.8.3 Цитотоксическая активность

Изучение цитотоксической активности проведено методом выживаемости морских рачков *Artemia salina*. Колбу заполняли искусственной морской водой и добавляли яйца *Artemia salina*. Выдерживали в течение 3-х дней при мягкой подаче воздуха пока рачки не вывелись из яиц [221-222]. В качестве препарата сравнения использовали Актиномицин Д. Образцы проверяли с концентрациями 10, 5 и 1 мг/мл.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

3.1 Исследование распространения рода *Rhaponticum* в Казахстане

С целью изучения видового состава и распространения видов рода *Rhaponticum* в Казахстане были проработаны литературные данные и проведена инвентаризация гербарного материала, хранящегося в Гербарном Фонде Института ботаники и фитоинтродукции Республики Казахстан (АА), Института ботаники Академии наук Республики Узбекистан (TASH), Московского государственного университета (MW), Ботанический институт им. В.Л. Комарова Российской академии наук (LE), МНПХ «Фитохимия» (KG), Томского государственного университета (ТК), Кузбасского ботанического сада (KUZ). Просмотрены более 500 гербарных образцов видов рода *Rhaponticum*, в том числе 6 казахстанских видов. Важным дополнением послужили также материалы собственных полевых исследований в 2022-2023 годах в Карагандинскую и Акмолинскую области, что позволило более детально выявить распространение *Rhaponticum altaicum* во флоре Казахстана.

В результате обработки полученных данных была составлена карта, наглядно демонстрирующая характер распространения видов на территории Казахстана (рисунок 11).

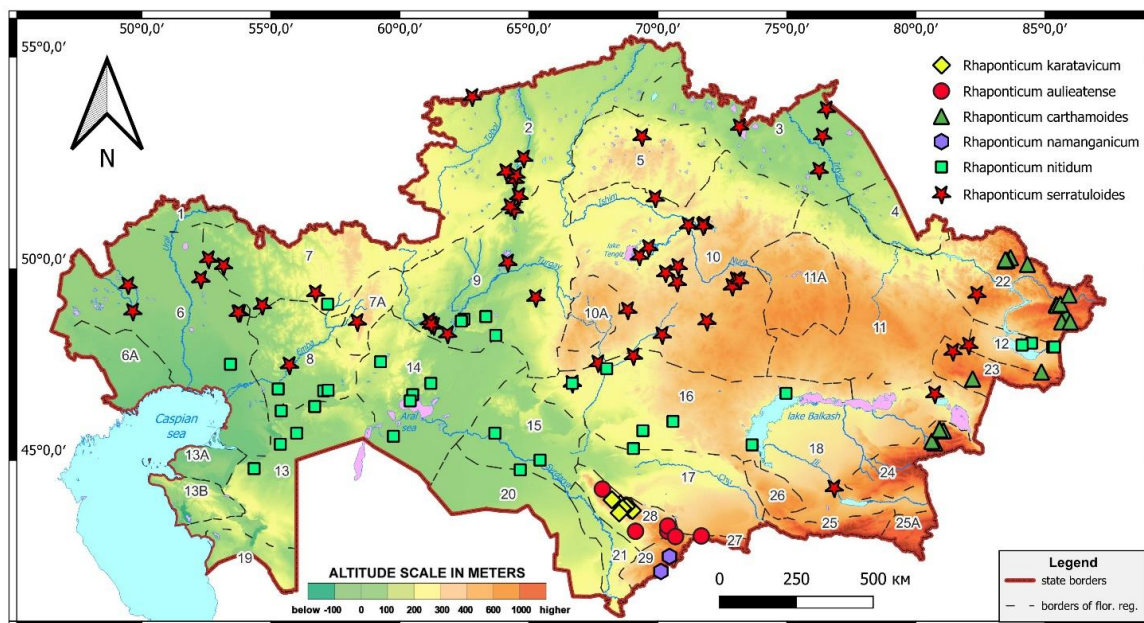


Рисунок 11 – Месторасположения представителей рода *Rhaponticum* на территории Казахстана

Согласно полученным данным в Казахстане произрастает 6 видов *Rhaponticum*, из 2 секций (*Fornicium* (Cass.) Soskov и *Rhaponticellum* Soskov); из которых 3 вида включены в Красную Книгу Казахстана – *Rh. carthamoides* (Willd.) Iljin, *Rh. aulieatense* Iljin и *Rh. karatavicum* Regel et Schmalh. В исследуемом регионе наиболее широко распространенными видами являются

Rh. altaicum (Fisch. ex Spreng.) Soskov (57 местонахождений в 12 ФР) и *Rh. nitidum* Fisch (56 местонахождений в 10 ФР). Относительно редко встречаются *Rh. carthamoides* (Willd.) Iljin (32 местонахождений в 3 ФР), *Rh. aulieatense* Iljin (12 местонахождений в 2 ФР) и *Rh. karatavicum* Regel et Schmalh (27 местонахождений в 1 ФР). Чрезвычайно редкий вид *Rh. namanganicum* Iljin (известен из 2 местонахождений в Западном Тянь-Шане) рекомендован для включения в следующее издание Красной Книги Казахстана (таблица 3). На основании пересмотренных данных также был предложен диагностический ключ для определения видов рода *Rhaponticum* Казахстана (Приложение В).

Таблица 3 – Распространение видов рода *Rhaponticum* по флористическим районам Казахстана

Вид	Распространение по флористическим районам согласно Флоре Казахстана, 1966 [30]	Распространение по флористическим районам по обновленным данным
<i>Rhaponticum carthamoides</i> (Willd.) Iljin	Алтай, Тарбагатай, Джунгарский Алатау	Алтай, Тарбагатай, Джунгарский Алатау
<i>Rhaponticum altaicum</i> (Fisch. ex Spreng.) Soskov	Отроги общего Сырта, Тобольско-Ишимский, Иртышский, Кокчетавский, Прикаспийский, Букеевский, Актюбинский, Мугоджары, Эмбенский, Тургайский, Западный и Восточный мелкосопочник, Зайсанский, Балхаш-Алакульский, Алтай	Тобольско-Ишимский, Иртышский, Кокчетавский, Прикаспийский, Актюбинский, Мугоджары, Эмбенский, Тургайский, Западный мелкосопочник, Зайсанский, Балхаш-Алакульский, Алтай, Тарбагатай
<i>Rhaponticum nitidum</i> Fisch	Кокчетавский, Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский, Кзыл-Ординский, Бетпакдала	Прикаспийский, Актюбинский, Эмбенский, Тургайский, Западный Мелкосопочник, Зайсанский, Приаральский, Северный Усть-Урт, Кзыл-Ординский, Бетпакдала
<i>Rhaponticum karatavicum</i> Regel et Schmalh	Каратау	Каратау
<i>Rhaponticum aulieatense</i> Iljin	Каратау, Киргизский Алатау	Каратау, Киргизский Алатау
<i>Rhaponticum namanganicum</i> Iljin	Вид не был приведен	Западный Тянь-Шань

Rh. carthamoides (Willd.) Iljin.

АЛТАЙ: басс. р. Курчум, высокотравные луга по левой стороне р. Озерная, 31 V 1991, *К.Тайжанов, З.Бескараев* (TASH!); озеро Маркаколь, между редкими лиственничными насаждениями на лугах в средней части гор, 03, VIII 1908, *Б. Келлер* (LE!); Нарымский хребет. Истоки р. Нижн. Теректы, 29 VI 1908, *А. Седельников* (LE!); Южный Алтай. Успенка-Уранхайка, 02 VIII 1914, *W. Saposhnikow* (LE!); Восточно-Казахстанская область, в 4 км от СВ от горы Зимовье, (водохранилище), 16 VIII 1936, *Матвеева* (LE!); Нарымский хребет. Водораздел речных систем Букони и Курчума. 2600 м. Верх.р. Аши бассейн р. Курчума, 13 VIII 1914, *D. Jacowleff* (LE!); Южный Алтай. Южные склоны перевала Чалпан-Даба, 15 VII 1910, *В.Резниченко и А. Резниченко* (LE!); горы Алтай, нижнее течение ручья Матабай - южная часть котловины озера Маркаколь, 28 VI 1908, *В. Резниченко* (LE!); Алтай, средняя часть течения реки Сарымсакты, 05 VII 1909, *В. и А. Резниченко* (LE!); там же, 16 VII 1909, *В. и А. Резниченко* (LE!); верховья и истоки рр.Каратал и Чин-Булак, 21 VIII 1930, *Н. Шипчинский* (LE!); «in subalpinis ad fl. Ulba: in alpebus Karimensibus et in monte Crucis prope Riddersk. Fl. Julio. Augusto», 1840, *Karelin, Kirilow*, (LE!); Восточно-Казахстанская обл., Калба, верховья реки Талыты, 1550 м, 7 VII 1979, *В. Снегирев* (AA!); Южный Алтай, Нарымский хребет, окр. с. Катон-Карагай, 10 VIII 1930, *Смирнов Б.* (MW!); Алтай, Вост. Калба, верх.р. Шибанды; водораздельная часть хребта, 04 VII 1968, *В. Снегирев* (AA!); Восточно-Казахстанская обл., Южный склон горы "Три брата", 30 VII 1937, *Алмат.бот.отряд. КФАН* (AA!); Алтай, Каракольские белки, 17-26 VI 1947, *А. Положий* (AA!); Южный Алтай. Дол. р. Тихой, 20 VII 1936, *Р. Еленевский* (MW!); Нарымский хребет в районе р.р. Балгынды и Лотошни, VIII 1923, *И.Чарковский* (TK!); Алтай, Ивановский хребет (Проходной белок), разнотравно-альпийские, субальпийские луга, лиственнично-кедровый лес [51]; Восточно-Казахст.обл., Между Успенкой и Уряханкой на оз.Марка-куль, 16 VII 1928, *П.Крылов и Л.Сергиевская* (TK!); ТАРБАГАТАЙ: Саур, водораздел рек Б. и М. Джеменея, пояс субальпийских лугов, 17 VII 1930, *Н. Гончаров, А. Борисова* (LE!); Тарбагатай хр., перевал Сай-асу, 21 VI 1915, *В. Сапожников, Т. Триполитова* (LE!); ДЖУНГАРСКИЙ АЛАТАУ: Верховья р. Лепсы, еловые леса на урочище Кокжетсу, 25 VII 1968, *К.Тайжанов* (TASH!); хр. Джунгарский Алатау, район с. Лепсинск, Сартыкт, 12 VIII 1934, *С. Никитин* (LE!); Луга по склону горы Кызасу вблизи пос. Колпаковского, 02 VII 1928, *С. Липшиц*, (LE!, AA!, MW!); горно-луговой скат по р. Жаманты близ пос. Глиновского, 06 VII 1928, *Н. Павлов* (LE!, AA!, MW!); Джунгарский Алатау, водораздел рр. Коксу-Чимбулак (басс.Каратала), уроч. Ак-Тюбе, 2300 м., 07 VIII 1948, *В. Голоскоков* (LE!, AA!); окр. г. Лепсинска, луговой участок на склоне ущелья в хр. Джунгарский Алатау, 20 VI 1928, *С. Липшиц* (LE!, AA!); Джунгарский Алатау: горы к югу от Лепсинска, 02 VII 1909, *R. Roshevitz* (LE!); ущелье р. Каратала в окрестности рудника Текели, 23 VI 1955, *В. Михай* (AA); у реки Киш-Тентек, 09 VII 1909, *R. Roshevitz* (LE!); Джунгарский Алатау, 1840, *Карелин, Кирилов* (MW!) (рис. 3).

Rhaponticum altaicum (Fisch. ex Spreng.) Soskov

ТОБОЛЬСКО-ИШИМСКИЙ: юго-западный берег озера Селеты-Тенгиз, 29 VII 1954, *Исаченко* 1742 (LE!); Междуречье рек Тогузак-Аяк, на склоне к озеру Жубаны, 08 VII 1931, *Штукенберг* 430 (AA!, LE!); там же: берег озера Убаган, 15 VI 1909, *Зелинский* 38 (LE!); там же: долина реки Убагана, 18 VIII 1925, *Русанов* (LE!). ИРТЫШСКИЙ: в 10 км к юго-западу от села Львовка, 1 VII 1955, *Цвелев и др.* 731 (LE!); там же: в верх. от поселка Михайловского к Покровскому; 04 VI 1913, *Кучеровская* 164 (LE!); Окрестности села Лебяжье, пойма Иртыша 9 VI 1975, *Прокопьев и др.* (TK!); КОКЧЕТАВСКИЙ: «По дну лога Сур-Ат в 5 верстах на юг от поселка Мултынбаевского по тракту Кокчетав-Акмолинск», 14 VI 1913, *Дробов* 495 (LE!). ПРИКАСПИЙСКИЙ: около Кзыл кути, 14 VII 1927, *Ильин М. М., Григорьев Ю. С.* 276 (AA!, LE!); там же: Сабан-мола в 20 верстах от Кзыл-Кути, 11 VI 1927, *Ильин М. М., Григорьев Ю. С.* 253 (AA!, LE!); там же: урочище Узень у запрудной оконечности Сасык куля, 17 VII 1927. *Рожевец Р. Ю., Жежель Н. Г.* 215 (AA!); там же: урочище Бейт по Эмбе. 25 VI 1927. *Никитин С. А.* 247 (LE!); Междуречье Большой и Малой Узеней, в 7 км к югу от Фурманово, 10 VI 1955, *В. Грубов и Н. Любарский.* 12 (LE!); у реки Булдурты, 15 VI 1927 *Рожевец Р. Ю. Жежель Н. Г.* 302 (AA!); берег реки Улекты, 09 VII 1927, *Рожевец Р. Ю. Жежель Н. Г.* 560 (AA!); там же: на юго-восток от поселка Сламихина близ реки Большой Узень, 12 VI 1926. *Пояркова Т., Поярков В.* 38 (AA!); там же: озеро Жарык куль, 12 VII 1928, *Никитин С. А.* 159, 160, 160а (LE!). АКТЮБИНСКИЙ: «в 1 км юго-западного отделения совхоза Джамбейт» (ныне село Жымпиты), 10 VII 1953, *Балабаева* (MW 0891014!); долина реки Сагыз, на территории охотничьего хозяйства Бескопа [223]; МУГОДЖАРЫ: горы Мугоджары, Айза-сай, 30 VI 1927, *Русанов Ф. Н.* (LE!); ЭМБЕНСКИЙ: «междуречье Уил-Эмба, пойма Уила у укрепления Уильского» (ныне у села Уил Актюбинской области), 11 VI 1926, *Кнорринг Л.* 196 (AA!); там же: бассейн реки Хобды, долина реки Большой Хобды (против поселка Талдысайского), 02 VII 1926, *Ильин М. М., Аврамчик М. Н.* 277 (LE!). ТУРГАЙСКИЙ: Наурзумский заповедник, близ озера Атбакуль (к северу от Ак-Суаш), 17 VII 1939, *Левецкий С.* (LE!); там же: у озера Байназар-копа, 23 VI 1936, *Воронов А.* 314 (LE!, MW 0891017); там же: вдоль восточного берега озера Байназар-копа, 25 VI 1936, *Викторов С.* (LE!, MW 0891018); по дороге в Курантал, 05 VI 1938, *Сидоров Н.* (LE!, MW 0891019!); в 2 км к юго-востоку от озера Дусар-Куль, 21 VI 1936 *Викторов* (MW 0891020!); урочище Куна по левому берегу реки Иргиз, 09 VII 1930, *Смирнов Л.* 48 (AA!, LE!); там же: Тургайское плато, 40 км к западу от поселка Иргиз, на приречной равнине реки Иргиз 1 VI 1976. *Камелин Р. В. и др.,* 5737; там же: 8 км к северо-западу от поселка Иргиз 5787, 2 VI 1976. *Камелин Р. В. и др.,* (LE!); там же: «5,5 км от первого отделения совхоза Иргиз, берег реки Иргиз», 31 V 1963, *Нухимовский* (MW 0891013!); Кустанайская обл., Терсекский бор, 25 VI 1940, *Шретер А.* (LE!, MW 0891021!); Государственный природный резерват «Алтын-Дала», долина реки Улы-Жиланчик, 1 км к западу от пос. Рахмет, 12 VII 2007; Озеро

Сарыкопа, прибрежная полоса, 20 VII 2007 [65]; Бассейн реки Белеудты, река. Дюсенбай в средней части, 17 VI 1914, *Крашенинников И.М.* 5327 (LE!). ЗАПАДНЫЙ МЕЛКОСОПОЧНИК: км 45–50 от Н-Джезказгана на северо-восток, в пойме реки Джиланды (приток К-Кингира), 09 VI 1939, *Линчевский О. А.* (AA!); между Жайремом и Кызылжаром, южнее поселка Чубаркольский, берег озера, 27 VI 1991, *Пименов М. Г., Ключков Е. В.* (MW 0891016!); Карагандинская обл., бассейн реки Сары-су, истоки реки Сыры-Су, 29 VI 1949, *Голоскоков В. П.* (LE!); Окрестности села Актубек, 25 V 2010, *Куприянов А. Н., Михайлов В.* (KG!, KUZ!); там же: долина реки Жаман-Кон, 16 V 1997, *Михайлов В. Г.* (KG!); там же; окрестности поселка Айнабулак. берег озера Шошкаколь, 29 VI 2013, *Куприянов А.Н.* (KUZ!); окрестности города Караганды, долина реки Сокур, южнее Федоровского разреза, за отвалом, 23 VI 1994, *Куприянов А. Н., Михайлов В.* (KG!); окрестности вахтового поселка Шубарколь, берег водохранилища, 20 км южнее 80 км по дороге, 30 IV 1989, *Куприянов А. Н.* (KG!); Окрестности поселка Карабас, 11 VI 2022.; окр. города Караганда, 02 VII 2022; *Мамырова С.*, (NUR!); Акмолинская область, в долине реки Мукор (притока Нуры) в 20 км к югу от Акмолинска, 27 VI 1932, *Поляков П. П.* (MW!); окрестности города Целинограда (ныне город Астана), берег реки Ишим, 04 VII 1992, *Землякова Е. И.* (KUZ!); окрестности города Темиртау, 13 VI 2023; окрестности села Каражар, долина реки Нура, шоссе Астана–Малиновка, 14 VI 2023, Коргалжинский заповедник, берег озера Есей, придорожная лощина, 28 VI 2022, *Мамырова С* (NUR!); окрестности села Жалтыр, заливной луг, 13 VI 2023, *Мамырова С* (NUR!); южный берег озера Аулиеколь, 08 VII 1955, *Залевф* (MW 0891022!). ЗАЙСАНСКИЙ: Восточно-Казахстанская обл., котловина озера Зайсан, 40 км от поселка Кокпекты, 14 VI 1972, *Пименов М., Боряев К.* 215 (MW 0150077!). БАЛХАШ-АЛАКУЛЬСКИЙ: Алматинская обл., Илийский район, урочище Карой, 1931, *Покровская* (AA!); северный берег озера Сасык-коль, ближе к северо-западному берегу, 05 VII 2005, *Иващенко А. А.* (NUR!). АЛТАЙ: Калбинский хребет [224]. ТАРБАГАТАЙ: Борлу-Акджайляу, 22 VI 1914, *Сапожников В., Генина В.* (LE!), (рисунок 12).

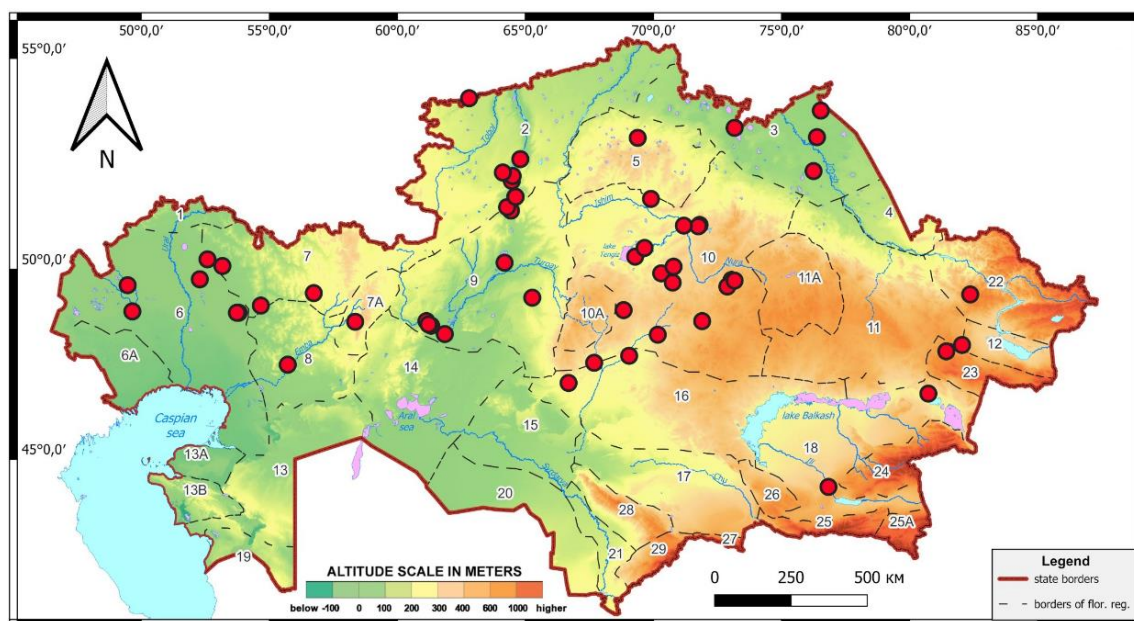


Рисунок 12 – Распространение *Rhaponticum altaicum* на территории Казахстана

Проведенные исследования показали, что *Rh. altaicum* встречается в 13-ти степных флористических районах и подрайонах Казахстана, исключение составляют находки в Балхаш-Алакульском флористическом районе, большая часть которого относится к зоне северных пустынь. Не найдены сведения согласно гербарным материалам о нахождении вида на территории Восточного мелкосопочника (11), Букеевского флористического района (6а), Алтая (22) [30] и Улутау [37, 176, 225]. Согласно литературным источникам единственное местонахождение на Алтае - в Калбинском хребте [224]. Впервые вид отмечен на территории Тарбагатай [12].

Rhaponticum nitidum Fisch.

ПРИКАСПИЙСКИЙ: луга по реке Сагиз, 07 VI 1927, *С. Никитин* 549 (LE!); там же: река Сагиз, *Е. Серова* (LE!); там же: низовья р. Сагиз, 08 VII 1927, *С. Никитин* (LE!); пески Туйесу, 8 V 2019, *Иманбаева и др.* (MANG!). АКТЮБИНСКИЙ: Долина с.Эмба [223]; ЭМБЕНСКИЙ: по лиманам в урочище Донгузтау, 12 6 1956, *Юнатов А., Кузнецов Л.* 529 (LE!); там же: гора Донгызстау, 5 V 2018, *Ишмуратова М.Ю., Колбаева Г.Б.* (MANG!); меловая возвышенность Аксуат, ур. Джаман Канджам, 25 VII 1963, *Г. Черкасов* 579 (LE!); там же: левобережье реки Эмбы, возвыш. Аксуат, 23 VII 1963, *Г. Черкасов* (MW 0891007!). ТУРГАЙСКИЙ: Тургайская низменность, 1 32 км к югоюго-восток от поселка Тургай на реке Тургай, восточный чинк Тургайского плато, 17 VI 1976, *Камелин Р.В. и др.*, 6240 (LE!); там же: пески урочища Сазымбай, по засоленным глинам уступа плато, 16 VI 1976, *Камелин Р.В. и др.*, 6305 (LE!); там же: по выходам пестроцветных глин, 16 VI 1976, *Камелин Р.В. и др.*, 6240 (LE!); овраг Эспесай, на береговых склонах оврага, 1913, *М. Spiridonow* 6276 (LE!); к востоку от озера Челкар-Тенгиз, близ оврага Тегене, 27 VI 1914, *Т. Триполитова* (LE!); река Белеудты, выше реки

Дюсенбай, 12 VI 1914, *Н. Krascheninnikov* 319 (LE!); Бозыткен-Нура, 1898, *И. Крюков* (MW 0891006!). ЗАПАДНЫЙ МЕЛКОСОПОЧНИК: по правому берегу реки Сары-Су, против возвышенности. Аж-Канат, 1914, *М. Spiridonow* 1088 (LE!); урочище Кара-Джир, при слиянии рек Сарысу и Кара-Кенгир, 11 VII 1914, *В.Ф. Семенов* (ТК!). ЗАЙСАН: окрестности села Ордынка, 20 VI 1914, *Б. Шишкин* 5284 (LE!, ТК!); там же: между песчаным мысом на озере Зайсан и горой Тологой, 22 VI 1914, *Б. Шишкин* (LE!, ТК!); Тополевый мыс, глинистая пустыня, 16 VI 1925, *Н. Плотников* (LE!); между реками Кызыл-Каин и Кусто, в предгорьях Монрака, в ложбине между двумя склонами, 29 VI 1928, *П.Крылов и Л.Сергиевская* (ТК); Восточно-Казахстанская обл., глины Кеинкериш, 09 VI 1998, *К. Байков* (AA!, KUZ!); Восточно-Казахстанская обл., гора Шекельмес, каменистый склон, 14 V 2001; там же: промоина на глинистом склоне, 10 V 2001, *Куприянов А.Н., и др.* (KUZ); Маркакольский р-н, гора Ашутас, 13 VI 1998, *Котухов Ю.А. и др.*, (KUZ!). СЕВЕРНЫЙ УСТЬ-УРТ: Актюбинская обл., плато Устюрт. северо-западная часть, 220 км к юго-западу от железнодорожной станции Челкар, 29 V 1976, *Н. Калибернова и др.* 481 (LE!); между рекой Эмбой и Усть-Уртом, склоны чинка Усть-Урта вблизи Аще-Айрыка, 19 VI 1926, *Рожевец и др.* 549 (LE!, AA!); там же: гора Актау, 12 VI 1926, *Рожевец и др.* 83/4 (LE!); лог Иргиз-бай-сай, 13 V 1926, *Ф. Русанов* 330 (LE!); там же, 13 V 1926, *М. Спиридонов* 83 (LE!); восточный склон плоскогорья Усть-Урт, 17 V 1914, *Н. Dessiatoff* (LE!); Северный Устюрт, средняя часть сора Ашик-тайнак, по дну чинка, вдоль русла высохшего ручья, 22 VI 1987, *В. Абенов и др.* (AA!); там же: 35 км северо-запада поселка Сам-1, 18 VI 1987, *Кудабаева и др.* (AA!); западный чинк плато Устюрт, урочище Аксай, 95 км к юго-западу от железнодорожной станции Бейнеу, 25 V 1982, *И. Сафронова и др.* 619 (LE!); западный Чинк, 14 V 1904, *Дубянский В.* 411 (LE!); ПРИАРАЛЬСКИЙ: «desertum Aralense. Regio fluv. Ssyg-Darja» (ныне пустыня Арал, район реки Сырдарья), 29 V 1857, *Borszczow E.* 419 (LE!); Северное Приаралье, к северо-востоку от станции Тогуз, 20 V 1957, *О. Луина* (AA!); по берегу залива Перовского (на севере Аральского моря), посреди долины между береговой возвышенности идущей от Алисмы и начала урочища Кутубай; остров Барса-Келмес на Аральском море, 01 VIII 1921, *Райкова* (TASH!); залив Паскевича, 3 VI 1927, *А. Сергеев* 5163 (LE!); у восточного берега Аральского моря, 4 км восточнее станции Саксаульская, 31 V 1965, *Ю. Сосков, Т. Дускабилов* (LE!); «Ad littora lacus Aral» (на берегу Аральского моря), Кук-тернак, 15 V 1900, *L. Berg* (LE!, ТК!); крутой склон берега Аральского моря у поселка Аке-спе, 08 V 1930, *А. Гожев, Н. Грац-Гусе, А. Мизеров* (LE!). остров Барса-Келмес на Аральском море, 01 VIII 1921, *И. Райкова* (MW 0891004!); Северный берег Аральского моря, долина реки Турангалы, 7 V 1914, *Н. Dessiatoff* 513 (LE!); река Джиланды, 4 VIII 1927, *Волейко Г.И.* (LE!). КЗЫЛ-ОРДИНСКИЙ: Сыр-Дарьинская обл., у аула № 7, 05 V 1911, *В. Никольский* 149 (LE!); окрестности города Кызыл-Орда, саксаульники, 19 V 1958, *Колопов* (LE!); Кызыл-Ординская обл., северная окраина песков Кызыл-Кум в районе сухоречья Жана-Дарья, 04 VII 1956, *А.*

Юнатов, А. Кузнецов (LE!); степной овраг среди увалов за колодцем Бель-Кудук по направлению к пескам Арысум, 13 VI 1929, С. Липищ (LE!, MW 0891005!). БЕТПАКДАЛА: Восточная Бетпак-Дала, западное побережье озера Балхаш, вблизи поселка Мын-Арал, 07 VI 1949, В. Голоскоков (LE!, AA!); Низовья реки Сары-су, чинк у первого мыса, Бетпак-Дала, 01 VI 1929, Е. Коровин (LE!, TASH!); Левый обрывистый высокий берег реки Сыр-Дарьи в 4 км выше по течению от станции Дюрмень-Тюбе, 10 IX 1942, В. Голоскоков (AA!); Центральная Бетпак-Дала, урочище Кобашик, среди красных глин, 25,27 V 1940, Н. Рубцов (AA!); Северное Прибалхашье, побережье залива Бертыс, 05 VI 1935, Н. Рубцов (AA!); Западная Бетпак-Дала, окрестности колодца Уванас, 11 VIII 1946, З. Кубанская (MW!); там же: кл. Кендерлык, красные глины, 27 V 1936, Миронов Б., Пазий В (TASH!). река Сарысу в своих низовьях, окрестности урочища Ир, обрывы левого берега р.Сары-су, 26 V 1914, Н. Krascheninnikov 250/22 (LE!).

Произрастание *Rh. nitidum* на территории Актюбинского и Кокчетавского флористического района [29, 176] гербарным материалом не подтверждается, по литературным данным есть одно местонахождение в Актюбинском районе [223]. Дополнительно к флоре Казахстана *Rh. nitidum* найден в Северном Усть-Урте (13. Сев.Усть-Урт) на основании гербарных материалов.

Rh. aulieatense Iljin

КИРГИЗСКИЙ АЛАТАУ: Александровский хребет, против Уч-Булака, 07 VII 1924, М.Попов, Мокеева 304 (LE!, MW 0890972!). КАРАТАУ: хребет Каратау, верховья ущелья Элект, близ озера Биллика, 13 VII 1957, Ю. Сосков (TASH!); урочище Кара-бас-тау, 30 V 1956, Введенский, Ковалевская (TASH!); Каратау, южная часть, гора Ак-Мурун, 20 V 1934, Чиликина и Волкова (TASH!); Южный Кара-тау, Бассейн реки Асы – Ак тау у реки Тамды. 16 VI 1925, Р. Аболин (TASH!); урочище Джусалы, 1000 м. над. у. м., 19 VI 1937, Г. Микешин (LE!); близ села Леонтьевки, 11 VI 1934, Л. Чиликина 303 (MW 0890960!); там же: каменист. склон горы Кок-тау, 18 VI 1935, Л. Чиликина 43 (MW 0890966!); Куюкские горы, каменистые склоны ущелья реки Бота-кара, 5 VI 1936, Л. Чиликина 288 (LE!, MW 0890969); каменистая вершина восточной части хребта Кара-тау, река Арбатас, 12 VI 1936, Л. Чиликина (LE!, MW0890962!); вост. часть гор Кара-Тау, хребет Б. Актау, 31 V 1936, Л. Чиликина 208 (MW0890961!); хр. Каратау (север), гребень хребта против реки Кумысты, 18 V 1985, Пименов М.Г., Мелибаев 41 (MW0890964!); хребет Сырдарьинский Каратау, ущелье Тамды близ горы Каратау, хребет Улькен-Актау, 14 8 1982, Пименов М.Г. 118 (MW 0890965!); горы Каратау, в расщелинах скал у вершины горы Букут тау, 28 VI 1931, Павлов Н.В. 390 (MW 0890963!); Кенчектау, центр.часть Каратау, 07 IX 2002, Иващенко А.А. (NUR!); Саясу. Малый Каратау, 04 IX 2002, Иващенко А.А. (NUR!).

Rh. karatavicum

КАРАТАУ: Горы Каратау, щебнистый скат подплато Акку, 25 V 1930, С. Липищ 331 (MW 0890991!); от ущелья Кзыл-булак на запад 1 км, осыпи

щебенки на северном склоне, 1934, Г.В. Текутьев 116 (MW 0890992!); урочище Болау-Дегрес, щебнисто-каменистые почвы, 17 VI 1935, У.Хлебникова 428 (MW 0890993!); урочище Менджилке, 6 VII 1935, У.Хлебникова 524 (MW 0890995!); там же: 1-ая горная гряда Мынджилки от Кызыл сая. Склон южной экспозиции. Верхняя часть склона. По россыпям щебенки, 1 VIII 1952, Парфентьева Н. (MW 0890985!); там же, вершина Мин-Джилке, 5 VII 1924, Е. Мокеева 931 (MW 0890990); там же: по дороге от Мин-Джилке к саю Боялдыр, 05 VIII 1923, Е. Макеева (TASH!); там же: гора Доламан-Терек. 19 VIII 1930; там же: верховья сая Джилагон-ата, 27 VIII 1930; там же: гора Ак-Куз, участок №11, 10 VIII 1930, Б. Гомолицкий (TASH!); левый приток реки Боялдыр, склон восточной экспозиции, 15 6 1982, Самойлова В.А. (AA!); там же: к северо-востоку от Биш-Соза, 5 VIII 1923, О. Симонов; там же: склоны горы Мынджилке, 18 VIII 1982, Пименов М.Г. и др., 161 (MW 0890980!); там же ущелье Алмалысай, 25 V 2001, Веселова (NUR!); Урочище Казанбулак, каменистые склоны, 25 IV 2013, Куприянов А.Н., Манаков Ю.А. KAZ 07333 (KUZ!); окрестности села Ащысай (Марусин ключ), каменистые склоны, 18 V 2014, Куприянов А.Н. KAZ 05285 (KUZ!); по трещинам скал под вершиной столовой горы в начале Турланского ущелья, 4 VI 1948, Павлов Н.В. (MW 0890986!); скалисто-каменистый северо-восточный склон Агалок-сай, 7 VI 1936; там же: скалистый северо-западный склон, урочища Конденеп-сай, 29 V 1934; там же: 8 VI 1934; там же: каменисто-скалистый северо-восточный склон урочища Уристата, 26 VI 1935, там же 10 VII 1934; там же: скалистый северо-восточный склон. урочища Кара-сай. 23 V 1934, скалистый северо-западный склон урочища Су-алма, 23 VI 1934; там же: каменисто-щебнистый сай, урочища Уч-кез. 22 VI 1934, Пятаева s.n. (TASH!); Ущелье реки Итмурын, каменистый склон, северо-восточная экспозиция, 12 6 1982, Жанарова s.n. (AA!); Урочище Балакчи. Каменистые вершины над ущельем Ак-сай, 5 6 1930, Липищ С. 407 (MW 0890987! , MW 0890988!); Возле реки Узень, 11 V 1939 Pavlov 257 (AA!, MW 0890984).

Rhaponticum namanganicum Iljin

ЗАПАДНЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ: Западный Тянь-Шань, заповедник Аксу-Джабаглы, левобережье реки Аксу, выше Гидрометеорологической станции (ГМС) Чуулдак, ур. Кенсай, 2300 м, мелкощебнистые пологие склоны, 16 VI 1988, Иващенко s.n (AA!); Угамский хребет, северная экспозиция у гребня склона, левое побережье реки Угам, сырые мелкощебнистые осыпи, 2 VII 1997 [47].

Вид впервые приводился для флоры Казахстана А.А. Иващенко [46,47]. Сведений о его состоянии популяции в пределах Казахстана недостаточно. Нужно проведение специальных полевых исследований.

В результате пересмотра гербарных материалов и литературных источников выявлены новые районы распространения видов рода *Rhaponticum* на территории Казахстана. *Rh. altaicum* ранее в литературе приводился для следующих флористических районов: Восточный мелкосопочник, Букеевский, Улутау [30, 37, 176, 225], однако, гербарных материалов,

подтверждающих нахождение *Rh. altaicum* в этих регионах не найдено. Данный вид относительно недавно был найден на территории Тарбагатай [12]. *Rh. nitidum* впервые приводится для Северного Усть-Урта. В литературе [30, 176] *Rh. nitidum* указан для Кокчетавского флористического района, однако согласно полученным исследованиям произрастание этого вида на территории данного района не подтверждено.

В связи с тем, что на сегодняшний день известно только о двух месторасположениях немногочисленных популяций эндемика Западно-Тяньшанского региона (исключая Каратауский хребет) – *Rh. namanganicum* на территории Аксу-Джабаглы и Сайрам-Угамского заповедника [46, 47], этот вид рекомендуется к включению в следующее издание Красной Книги Казахстана.

Следует отметить, что в настоящее время в пределах Казахстана недостаточно изучено распространение, численность и состояние популяций *Rh. karatavicum* и *Rh. aulieatense*, поэтому необходимо проведение специальных полевых исследований.

3.2 Ботаническое описание *Rhaponticum altaicum*

Rhaponticum altaicum является травянистым, многолетним короткокорневищным растением, которое может достигать в высоту до 40-100 см (рисунок 13). Листья эллиптические, острые, голые или немного паутинистые, особенно с нижней стороны. Листья нижние — черешковые, с зубчатой, цельной или при основании перистораздельной с 1–3 парами продолговатых долей листовой пластинкой 8–30 см длиной и 3–15 см шириной. В средней и верхней частях стебля листья цельные, пильчатые, острые, сидячие. Стебель трубчатый, несет одну очень крупную корзинку 3–6 см в диаметре. Цветки фиолетово-пурпурные, обоеполые, трубчатые. Семянки светло-коричневые, четырехгранные, 6–8 мм длиной и 2 мм шириной с кремовым, в 2–2,5 раза длиннее семянки двурядным волосистым хохолком из короткоперистых щетинок [30, 34].

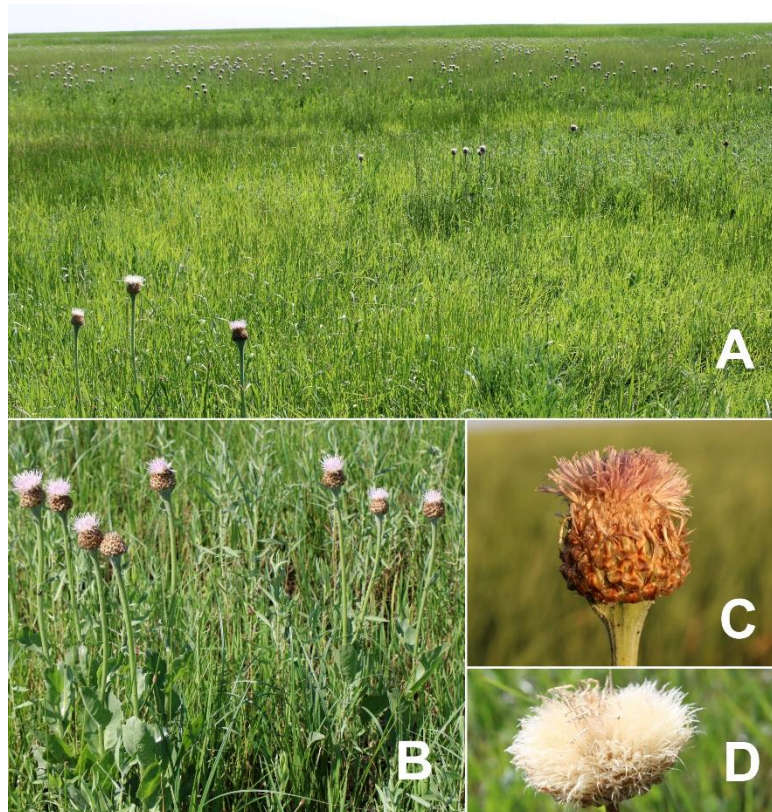


Рисунок 13 – Внешнее строение *Rhaponticum altaicum* (А, В – общий вид, С – генеративная особь в фазе цветения, D – плодоношения)

3.3 Изучение онтоморфогенеза *Rhaponticum altaicum*

При прохождении растениями жизненного цикла в них происходят определенные возрастные перемены, которые могут быть использованы, по выражению А.А. Уранова, «как индикаторы возрастного состояния или возрастного уровня особи» [205]. Поликарпические виды растений проходят неполный (малый) и полный (большой) жизненный цикл своего развития. В малый цикл развития входит период от посева семян до отмирания годичных побегов в связи с наступлением зимних холодов. По мнению Л.А. Жуковой [208], под полным онтогенезом следует понимать генетически обусловленную последовательность всех этапов развития одной или нескольких поколений особей от зиготы или любой диаспоры до естественной смерти на завершающих этапах вследствие старения.

Из рода *Rhaponticum* в литературе известно детальное изучение онтогенеза только двух видов - *Rh. carthamoides* [51] и *Rh. integrifolium* [226], возрастные состояния *Rh. altaicum*, ранее не изучались.

При изучении полного онтогенеза данного вида было выделено 8 возрастных состояний – от проростков до сенильных растений. В результате отмечены следующие особенности онтогенетических состояний [227]:

Латентный период. Соцветие *Rh. altaicum* – одиночная крупная корзинка на конце плодущего побега $5,46 \pm 0,14$ см в диаметре (рисунок 14). На средневозрастном растении формируется 2-5 побегов с корзинками.

Цветки обоеполые. В молодом генеративном состоянии в корзинке формируется 90-120 завязей, среднегенеративном состоянии 150-200 завязей. Коэффициент продуктивности составляет в среднем 49,97 % (таблица 4). Плоды – семянки: светло-коричневые, четырехгранные, ребристые чуть поперечно-морщинистые, 6.78 ± 0.32 мм длиной, $2,63 \pm 0,15$ мм шириной (таблица 5), на верхушке с мелкими шипиками (рисунок 14), семена темно-коричневые узко-яйцевидные. Попадая в почву, созревшие семена подвергаются естественной стратификации в течение 7-8 месяцев.



Рисунок 14 – Семянки и соцветие *Rhaponticum altaicum*

Таблица 4 – Семенная продуктивность *Rhaponticum altaicum*

Название ЦП	Высота соцветия, см	Диаметр соцветия, см	ПСП, шт	ФСП, шт	КП, %
ЦП1	$2,97 \pm 0,06$	$5,17 \pm 0,13$	$197,93 \pm 13,42$	$90,26 \pm 13,00$	45,6
ЦП2	$3,31 \pm 0,11$	$5,74 \pm 0,19$	$209,7 \pm 17,38$	$118,83 \pm 12,25$	56,67
ЦП4	$3,23 \pm 0,09$	$5,42 \pm 0,14$	$146,7 \pm 7,59$	$67,3 \pm 9,95$	45,87
ЦП5	$3,5 \pm 0,08$	$5,53 \pm 0,13$	$171,31 \pm 10,73$	$88,61 \pm 9,88$	51,72

Согласно таблице 4 коэффициент продуктивности *Rh. altaicum*, произрастающего в изученных ценопопуляциях относительно высок по сравнению с данным показателем у растений, произрастающих в разных областях России и варьируется в пределах от 45,6 % (ЦП5) до 56,67% (ЦП2) (таблица 4). Так в Ульяновской области [56] КП составляет 16,5%, Алтае – 23,4% [57], Башкирском Зауралье - 33-37% [53]. Только при благоприятных условиях коэффициент продуктивности может достигать 82% [57].

Вес 1000 семян изменяется у разных популяций незначительно: от 9 мг (ЦП-2) до 13 мг (ЦП-4) и в среднем составляет $11,75 \pm 1,01$ мг (таблица 5).

Таблица 5 - Морфометрические показатели семян *Rhaponticum altaicum*

Показатель	ЦП1	ЦП2	ЦП4	ЦП5
Длина семян мм	6,91±0,08	5,75±0,14	6,78±0,09	6,96±0,07
Ширина семян, мм	2,68±0,04	2,2±0,04	2,78±0,1	2,52±0,06
Толщина семян, мм	1,96±0,04	1,6±0,04	2,11±0,07	1,9±0,04
Вес 1000 семян, мг	12,38±0,4	9,06±0,14	13,00±0,01	10,31±0,39

Прегенеративный период. Прорастание семян надземное. Первым трогается в рост и выходит из оболочки семени зародышевый корешок, затем гипокотиль, выносящий на поверхность семядоли. Семядоли удлинённо обратно-яйцевидные. Через три-пять дней после прорастания наблюдается быстрорастущий стержневой корень. Семядоли также увеличиваются в размерах и к моменту появления над поверхностью почвы составляют 20-25 в длину и 7-8 в ширину соответственно. Обычно оболочка семени сохраняется 3-5 дней, после чего семядоли расходятся и оболочки сбрасываются. Надземные и подземные части проростков продолжают увеличиваться и достигают максимума ко времени появления первого настоящего листа (рисунок 15). Продолжительность этой фазы 20-30 дней.

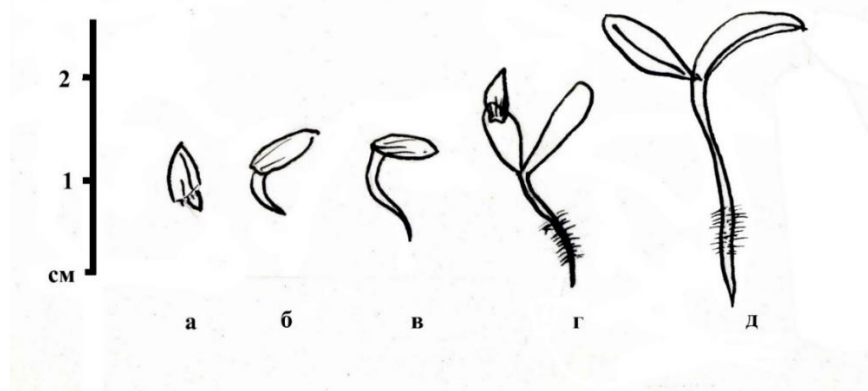


Рисунок 15 – Прорастание семян *Rhaponticum altaicum*: а-в – рост корешка; г – рост гипокотиля; д – формирование проростка

В лабораторных условиях наклевывание семян наблюдалось на 3-4 сутки, на 5-7 сутки на суженной части появляется белый зародышевый корешок длиной 2-2,5 мм и шириной 1 мм, с хорошо развитыми корневыми волосками. Выход гипокотиля наблюдался на 8-11 день, к этому времени длина корешка составляла 3,5-5 мм. На 12-17 сутки происходил вынос вместе сложенных семядолей, гипокотиль светло-зеленого цвета слегка удлинялся до 8-9 мм длиной и шириной до 1-1,5 мм, длина корешка составляла 13-15 мм. Раскрытие семядолей происходило на 19-20 сутки. К этому времени длина корня увеличивалась до 26-28 мм, шириной до 1 мм. Семядоли удлинённо-эллиптической формы, зеленого цвета, гладкие, цельнокрайние длиной 9-12 мм, шириной до 5,5 мм, длина черешка составляла 5 мм (рисунок 16).



Рисунок 16 - Биология прорастания семян *Rhaponticum altaicum* в лабораторных условиях: 1 – выход гипокотиля, 2 – удлинение гипокотиля и вынос наружу семядольных листьев, 3 и 4 – раскрытие семядольных листьев

В таблице 6 и на рисунке 17 представлены результаты влияния стратификации на лабораторную всхожесть семян *Rh. altaicum* по сравнению с контрольной группой. Полученные данные сопоставлены с результатами лабораторной всхожести *Rh. altaicum* в жидком азоте (-196°C) и их замораживании в холодильнике (-18°C), проведенных ранее в 2023 году [228].

Таблица 6 – Всхожесть семян *Rhaponticum altaicum*, в %

Назв. ЦП	Режим обработки				
	Контроль 1, %	Холодильник, %	Жидкий азот, %	Контроль 2, %	Стратификация, %
ЦП1	7.5 ± 3.23	17.5 ± 7.64	10 ± 7.82	18.67 ± 3.19	30.67 ± 4.26
ЦП2	11.25 ± 1.25	16.25 ± 4.33	10 ± 4.08	16.0 ± 3.08	26.67 ± 4.32
ЦП4	8.75 ± 2.40	10 ± 5.27	3.75 ± 2.76	4.0 ± 1.87	19.33 ± 2.16
ЦП7	3.75 ± 1.25	2.5 ± 1.67	6.25 ± 4.33	5.67 ± 1.78	12.67 ± 2.48

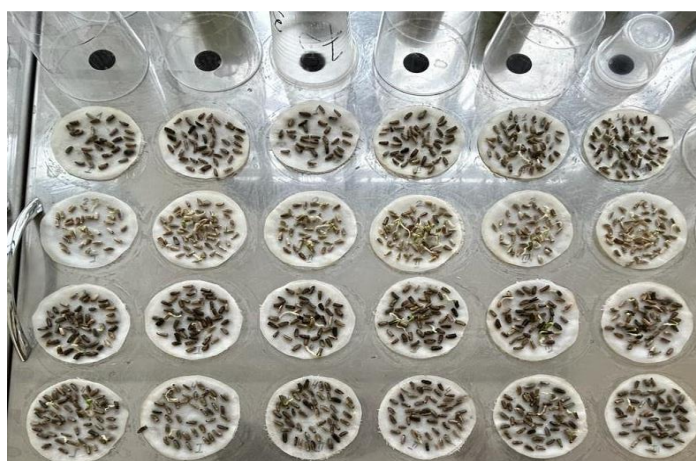


Рисунок 17 - Лабораторная всхожесть семенного материала *Rhaponticum altaicum* после стратификации (4 день после переноса на стол Якобсона)

Как видно из таблицы 6 контрольная всхожесть семян низкая и составляет 9-11 %. Следует отметить, что после стратификации всхожесть семенного материала *Rh. altaicum* значительно увеличилась во всех изученных ценопопуляциях в 1,5-4 раза по сравнению с контрольной группой и составила от 12,67 % (ЦП7) до 30,67% (ЦП1). Аналогичные значения всхожести стратифицированных семян отмечены также у *Rh. integrifolium*, где оно колеблется в пределах от 27-38% [226].

Применение методов холодной стратификации и криоконсервации, оказывающих положительное влияние на повышение всхожести *Rh. carthamoides* [229] незначительно увеличил всхожесть семян *Rh. altaicum*. Замораживание при сверхнизких температурах повлияло отрицательно на общую всхожесть семян, собранных с Карагандинской области (ЦП1, ЦП2 и ЦП4).

Причиной низкой всхожести и семенной продуктивности является массовое повреждение вредителями - личинками долгоносика (*Larinus jacea*) и обыкновенной сердцевидной совки (*Gortyna flavago*) соцветий растения [55, 57, 59]. При выедании которыми внутренних тканей корзинок ослабляется питание семян, а часть из них повреждаются. В.А. Агафонов с соавторами [57] отметил, что *Gortyna flavago* образует с *Rh. altaicum* кроме трофических также топические консортивные связи. Самка откладывает кладку яиц на листья, а гусеницы после вылупления внедряются внутрь стебля, где питаются и окукливаются.

Переход в ювенильное состояние (j) происходит после отмирания семядолей и образования настоящих листьев. Для растений в этом возрастном состоянии характерна простота организации, несформированность признаков и свойств, присущих взрослому состоянию. Первые настоящие листья узколанцетные $3,86 \pm 0,52$ см длиной, $1,47 \pm 0,52$ шириной, оттянуты в длинный черешок (до 50% от общей длины листа.). Корневая система представлена длинным слабо ветвистым стержневым корнем. В некоторых случаях растение зимует в этом состоянии и тогда у него формируется небольшое корневище с 1-2 придаточными корнями, но листья остаются узколанцетными (рисунок 18). В условиях культуры формируются более широкие узко-яйцевидные листья $6,79 \pm 1,02$ см длиной и $2,13 \pm 0,36$ см шириной на довольно обособленных черешках – $3,65 \pm 0,61$ см (таблица 7). В этом возрастном состоянии растения находятся 20-30 дней.

Имматурные особи (im). В природных условиях в этом возрастном состоянии листья узколанцетные по краю редко-зубчатые с длинными черешками равными листовой пластинке, в длину достигают $7,66 \pm 0,44$ см, в ширину $1,76 \pm 0,19$ см (рисунок 18). В условиях культуры формируются листья различной формы от широколанцетных до яйцевидных цельных, образующих прикорневую розетку. В розеточных побегах имматурных особей могут встречаться и листья ювенильного типа. Наблюдается постепенное отмирание главного корня и усиленный рост корней второго-третьего порядка. Образование новых корней приводит к погружению гипокотилия в почву. В

этом состоянии у растений формируется короткое корневище и появляются первые толстые придаточные корни. Календарный возраст имматурного состояния в природе 1-2 года, в культуре 60-70 дней.

В *виргинильном состоянии* (v) (рисунок 18) происходит нарастание количества почек возобновления и розеточных модулей, формирование мощного корневища с многочисленными почками возобновления. Продолжается увеличение количества листьев они становятся видоспецифичными для взрослого растения. Длина листьев $24,59 \pm 0,97$ см, ширина $9,93 \pm 0,49$ см. Кроме типичных цельнокрайних листьев появляются листья с непарноперистораздельной листовой пластинкой, состоящей из одной крупной и 2-3 мелких долей, которая может достигать в длину до $15,91 \pm 0,98$ см и $5,5 \pm 0,34$ см в ширину. В условиях культуры размеры листьев их рассеченность, больше, чем у растений, произрастающих в естественных условиях (таблица 7).



Рисунок 18 – Прегенеративные возрастные состояния *Rhaponticum altaicum*: p – проросток, j – ювенильное состояние, im – имматурное состояние; v – виргинильное состояние

Таблица 7 – Основные морфометрические параметры развития *Rhaponticum altaicum* в условиях *ex situ* в прегенеративный период

Возраст. сост-ие	Кол-во листьев, шт	Длина, см		Ширина, см		Высота растения, см
		простого листа	рассеченного листа	простого листа	рассеченного листа	
P	2-3	$1,13 \pm 0,18$	-	$0,38 \pm 0,05$	-	$2,8 \pm 0,10$
J	3-4	$6,79 \pm 1,02$	-	$2,13 \pm 0,36$	-	$7,1 \pm 0,41$
Im	5-7	$12,95 \pm 0,46$	-	$5,41 \pm 0,11$	-	$12,6 \pm 0,61$
V	8-16	$17,47 \pm 0,64$	$28,3 \pm 1,24$	$6,88 \pm 0,53$	$7,45 \pm 0,32$	$18,16 \pm 0,95$

Генеративный период. *Молодое генеративное* возрастное состояние (g_1) характеризуется появлением генеративных органов. Процессы новообразования преобладают над отмиранием. Особи к этому возрастному состоянию в природных условиях переходят, как правило, на третий год. В середине мая в одном из розеточных побегов развивается один ортотропный

генеративный побег. Высота побега $48,76 \pm 2,32$ см, диаметр побега $0,59 \pm 0,04$ см, диаметр цветочной корзинки $4,22 \pm 0,04$ см. На побеге формируются 5-6 стеблевых листьев (нижние к моменту цветения засыхают). В этом возрастном состоянии листья в большей части цельнокрайние с пильчато-городчатым краем, средний стеблевой лист $12,79 \pm 1,08$ см длиной и $4,38 \pm 0,21$ см шириной. В верхней части побега размеры листьев в значительной степени уменьшаются (рисунок 19). Календарный период этого возрастного состояния 2-4 года. В культуре может переходить в генеративное состояние на 2 год вегетации.

В *среднем генеративном* состоянии (g_2) формируются многочисленные корневища с розеточными и ортотропными побегами (рисунок 19). Их число достигает 3-5 на растение, там же формируется 2-3 ортотропных вегетативных побега. Высота побега достигает $77,68 \pm 2,46$ см, количество листьев - 7-8 шт., нижние листья как правило перисто-лопастные с крупной верхушечной долей, $16,99 \pm 0,69$ см дл и $7 \pm 0,37$ см шириной, верхне-стеблевые листья широко-овальные, цельнокрайние – $12,65 \pm 0,65$ см длиной и $6,02 \pm 0,36$ см шириной. Диаметр побега в средней части достигает 9-12 мм. Отличительной чертой этого возрастного состояния – крупные корзинки, достигающие $6,85 \pm 0,13$ см в диаметре. Продолжительность этого возрастного состояния 3-6 лет. Продуктивный период зависит от двух факторов: интенсивность антропогенного воздействия (покос, вытаптывание) и экология местообитания (длительность затопления или высыхание местообитаний).

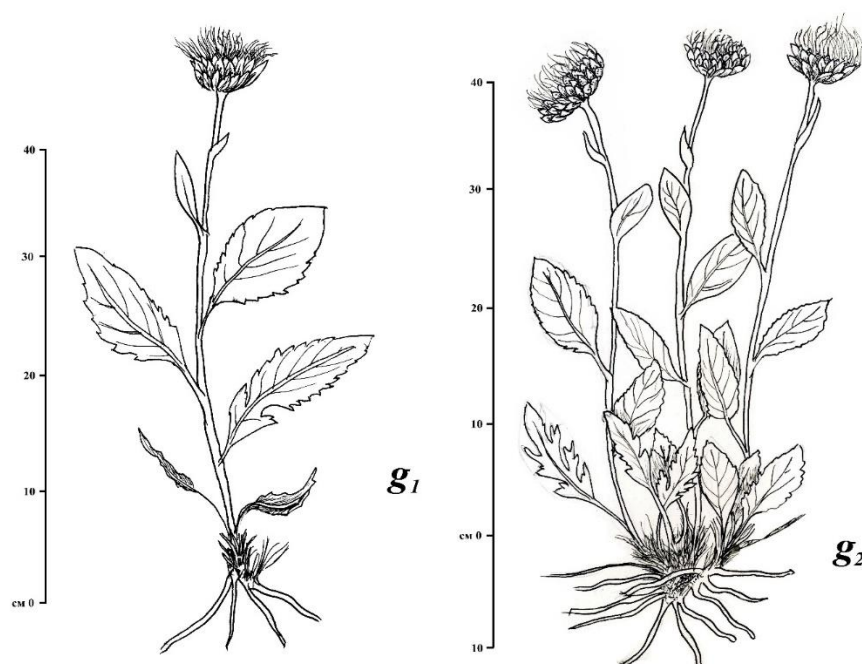


Рисунок 19 – Генеративное состояние: g_1 – молодое генеративное состояние; g_2 – средневозрастное генеративное состояние

В *старом генеративном* состоянии (g_3) увеличивается количество розеточных побегов, образующиеся плодущие побеги обычно малочисленные, многие остаются недоразвитыми и не цветут. Нижние листья рассечены на

узкие доли. Корневище разветвляется на несколько парцелл, на которых формируются только розеточные побеги (рисунок 20).

Полевые исследования показали, что переход из средневозрастного в старовозрастное состояние зависит от экологических условий произрастания и прежде всего высыхание многих озерно-болотных угодий. Возможно это обратимый процесс и улучшение экологических условий приведет к частичному омоложению отдельных особей.

Сенильный период. В *сенильном состоянии* (s) растения представлены системой отмирающих корневищ, с одиночными вегетативными розетками (рисунок 20). Происходит мацерация корневищ и особь распадается на отдельные клоны с пониженной жизненностью. Размеры листовых пластинок несколько уменьшаются, но сохраняют видоспецифичность.

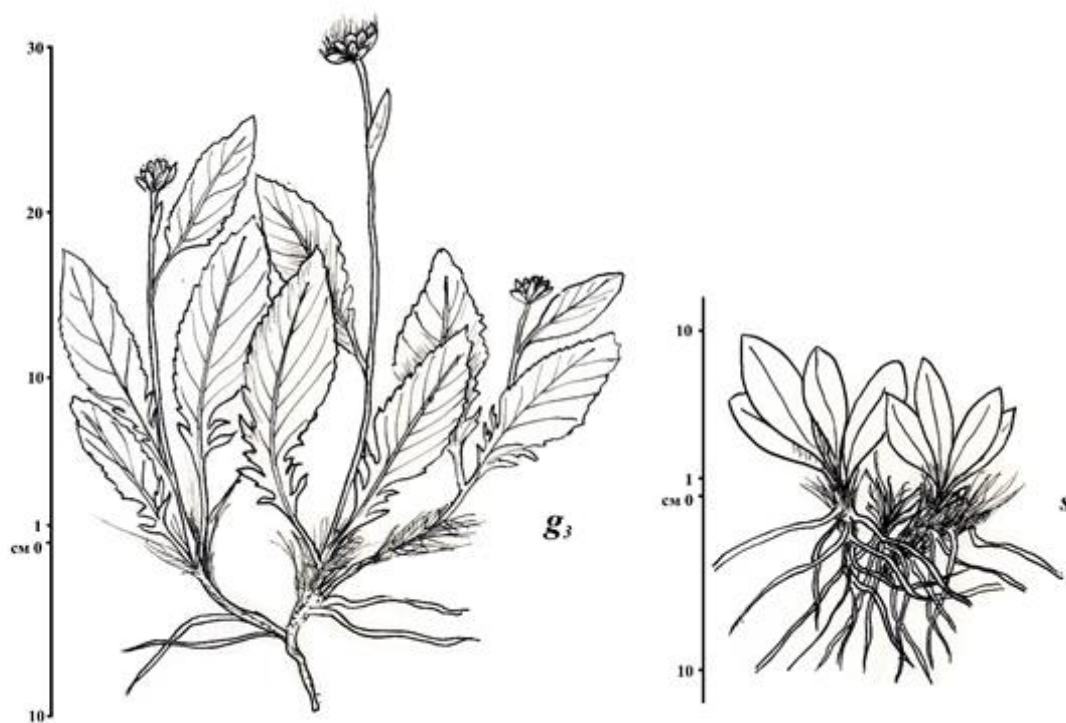


Рисунок 20 – Старое генеративное состояние (g_3), сенильное состояние (s)

3.4 Ценопопуляционные исследования *Rhaponticum altaicum*

3.4.1 Ценофлора *Rhaponticum altaicum*

Флористический состав сообществ с участием *Rhaponticum altaicum* или его ценофлора – совокупность видов растений типичных местообитаний данного вида.

По данным О.М. Деминой [64] в сообществах с участием *Elytrigia repens* в степных и полупустынных районах Казахстана ценофлора *Rh. altaicum* насчитывает 31 вид из 14 семейств.

По данным А.А. Иващенко с савторами [65] во флоре государственного природного резервата «Алтын-Дала» *Rh. altaicum* зарегистрирован в составе трех типов растительности: болотном, луговом и кустарниковом. Ценофлора по данным авторов насчитывает 35 видов.

По сравнению с предыдущими исследованиями флористический состав растительных сообществ с участием *Rh. altaicum* на территории Карагандинской и Акмолинской областях более разнообразен и насчитывает 67 видов, относящихся к 23 семействам и 38 родам. Видовой состав и экологические-фитоценотические особенности сообществ приведены в таблице 8.

Таблица 8 – Состав ценофлоры *Rhaponticum altaicum*

Виды растений	1	2	3	4	5
Семейство Ranunculaceae Juss.					
<i>Thalictrum minus</i> L.	Мн	Кк	М	Ге	Луговой
Семейство Caryophyllaceae Juss.					
<i>Gypsophila perfoliata</i> L.	Мн	Ск	М	Ге	Луговой
Семейство Amaranthaceae Vent.					
<i>Atriplex verrucifera</i> Bieb.	Мн	Пк	МК	Ха	Степной
<i>Grubovia sedoides</i> (Pall.) G.L.Chu	О	Ск	К	Те	Степной
<i>Chenopodium album</i> L.	О	Ск	МК	Те	Сорный
<i>Petrosimonia triandra</i> (Pall.) Simonk.	О	Ск	К	Те	Пустынный
<i>Suaeda acuminata</i> (C.A.Mey.) Moq.	О	Ск	К	Те	Пустынный
Семейство Polygonaceae Juss.					
<i>Rumex stenophyllus</i> Ledeb.	Мн	Ск	ГМ	Ге	Луговой
Семейство Plumbaginaceae Juss.					
<i>Limonium gmelini</i> (Willd.) O. Kuntze	Мн	Ск	КМ	Ге	Луговой
Семейство Brassicaceae Burnett					
<i>Lepidium latifolium</i> L.	Мн	Ск	М	Ге	Луговой
Семейство Euphorbiaceae Juss.					
<i>Euphorbia virgata</i> Waldst. et Kit.	Мн	Кск	МК	Ге	Сорный
Семейство Rosaceae Juss.					
<i>Filipendula ulmaria</i> (L.) Maxim.	Мн	Дк	М	Ге	Луговой
Семейство Lythraceae J. St.-Hil.					
<i>Lythrum virgatum</i> L.	Мн	Дк	М	Ге	Луговой
Семейство Fabaceae Lindl.					
<i>Glycyrrhiza uralensis</i> Fisch. ex DC.	Мн	Кск	КМ	Ге	Луговой
Семейство Geraniaceae Juss.					
<i>Geranium collinum</i> Stephan ex Willd.	Мн	Ск	КМ	Ге	Луговой
Семейство Apiaceae Lindl.					
<i>Cenolophium fischeri</i> (Spreng) W.P.J.Koch	Мн	Ск	М	Ге	Луговой
<i>Sium latifolium</i> L.	Мн	Дк	МГ	Ге	Болотный
<i>Oenanthe aquatica</i> (L.) Poir.	Мн	Дк	ГГ	Кр	Болотный
Семейство Asteraceae Juss.					
<i>Achillea salicifolia</i> Besser	Мн	Дк	ГМ	Ге	Болотный
<i>Artemisia nitrosa</i> Web. ex Stechm.	Мн	Пк	МК	Ха	Степной
<i>Artemisia pontica</i> L.	Мн	Дк	М	Ге	Степной
<i>Artemisia abrotanum</i> L.	Мн	Пк	М	Ха	Степной
<i>Centaurea glastifolia</i> subsp. <i>intermedia</i> (Boiss.) L.Martins	Мн	Дк	КМ	Ге	Степной

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
<i>Cirsium arvense</i> var. <i>vestitum</i> Wimm. & G	Мн	Кск	МК	Кр	Луговой
<i>Cirsium arvense</i> var. <i>arvense</i>	Мн	Кск	МК	Ге	Луговой
<i>Galatella dahurica</i> DC.	Мн	Дк	КМ	Ге	Степной
<i>Pentanema caspicum</i> (F.K.Blum ex Ledeb.) G.V.Boiko, Korniy. & Mosyakin	Мн	Дк	М	Ге	Луговой
<i>Lactuca tatarica</i> (L.) C.A. Mey.	Мн	Дк	КМ	Ге	Степной
<i>Rhaponticum altaicum</i> (Fisch. ex Spreng.) Soskov	Мн	Кк	МГ	Кр	Болотный
<i>Saussurea amara</i> (L.) DC.	Мн	Дк	М	Ге	Степной
<i>Saussurea salsa</i> (Pall.) Spreng.	Мн	Ск	МК	Ге	Степной
<i>Scorzonera pratorum</i> (Krasch.) Stankov	Мн	Ск	М	Ге	Луговой
<i>Takhtajianantha austriaca</i> (Willd.) Zaika, Sukhor. & N.Kilian	Мн	Дк	КМ	Ге	Степной
<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg	Мн	Ск	М	Ге	Сорный
Семейство Boraginaceae Juss.					
<i>Asperugo procumbens</i> L.	О-Д	Ск	М	Те	Луговой
Семейство Plantaginaceae Juss.					
<i>Plantago media</i> L.	Мн	Ки	М	Ге	Луговой
<i>Plantago salsa</i> Pall.	Мн	Ки	КМ	Ге	Степной
<i>Plantago urvillei</i> Opiz.	Мн	Ки	КМ	Ге	Степной
Семейство Alismataceae Vent.					
<i>Alisma plantago-aquatica</i> L.	Мн	Кк	ГГ	Кр	Болотный
Семейство Amaryllidaceae J.St.-Hil.					
<i>Allium angulosum</i> L.	Мн	Клк	МГ	Кр	Луговой
Семейство Iridaceae Juss.					
<i>Iris halophila</i> Pall.	Мн	Дк	КМ	Кр	Степной
Семейство Juncaceae Juss.					
<i>Juncus compressus</i> Jacq.	Мн	Дк	ГМ	Кр	Луговой
<i>Juncus gerardii</i> Loisel.	Мн	Дк	ГМ	Ге	Луговой
Семейство Juncaginaceae L.C. Rich.					
<i>Triglochin maritima</i> L.	Мн	Дк	М	Ге	Луговой
Семейство Cyperaceae Juss.					
<i>Bolboschoenus maritimus</i> (L.) Palla	Мн	Клк	ГГ	Ге	Болотный
<i>Carex diluta</i> Bieb.	Мн	Дк	МГ	Ге	Болотный
<i>Carex riparia</i> Curtis	Мн	Дк	ГГ	Ге	Болотный
<i>Carex stenophylla</i> Wahlenb.	Мн	Дк	М	Ге	Болотный
<i>Carex supina</i> Willd. ex Wahlenb.	Мн	Дк	МК	Ге	Степной
<i>Carex vesicaria</i> L.	Мн	Дк	МГ	Ге	Болотный
<i>Eleocharis palustris</i> (L.) Roem. et Schult.	Мн	Дк	Г	Кр	Болотный
Семейство Poaceae Barnhart					
<i>Agropyron cristatum</i> (L.) Gaertn	Мн	Пк	М	Ге	Степной
<i>Agrostis gigantea</i> Roth	Мн	Кск	М	Ге	Луговой
<i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.	Мн	Дк	МГ	Те	Луговой
<i>Alopecurus arundinaceus</i> Poir.	Мн	Дк	М	Ге	Луговой
<i>Beckmannia syzigachne</i> (Steud.) Fern.	Мн	Кк	М	Ге	Луговой
<i>Bromus inermis</i> Leyss.	Мн	Дк	ГМ	Кр	Луговой
<i>Calamagrostis epigeios</i> (L.) Roth	Мн	Дк	М	Ге	Луговой
<i>Elymus repens</i> (L.) Gould	Мн	Дк	МГ	Ге	Луговой
<i>Festuca valesiaca</i> Schleich. ex Gaudin	Мн	Пд	МК	Ге	Степной
<i>Koeleria pyramidata</i> (Lam.) P.Beauv.	Мн	Пд	МК	Ге	Степной
<i>Phalaroides arundinacea</i> (L.) Rauschert	Мн	Дк	Г	Ге	Луговой
<i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud.	Мн	Дк	Г	Кр	Луговой

Продолжение таблицы 8

1	2	3	4	5	6
<i>Poa palustris</i> L.	Мн	Рд	ГМ	Ге	Луговой
<i>Poa pratensis</i> L.	Мн	Рд	М	Ге	Луговой
<i>Puccinellia tenuissima</i> Litv. ex. Krecz.	Мн	Рд	М	Ге	Луговой
Семейство Typhaceae Juss.					
<i>Typha angustifolia</i> L.	Мн	Дк	Г	Кр	Болотный
Примечания В колонке 1 приведена длительность жизни особей: Мн – многолетники; О-Д – длительно вегетирующие одно-двулетники; В колонке 2 – представлены жизненные формы по Серебрякову: Дк – длинокорневищные травы; Кк- короткокорневищные травы; Ск – стержнекорневые травы; Ки – кистекарневые травы; Рд-рыхлодерновинные травы, Пд – плотнодерновинные травы; Кск-корнеотпрысковые травы, Клк-клубнекорневищные травы; Пк - полукустарник В колонке 3 приведены экологические группы растений по отношению к влагообеспеченности местообитаний; К – ксерофиты; КМ – ксеромезофиты; М – мезофиты, МК – мезоксерофиты, МГ – мезогигрофиты, ГМ – гигромезофиты; Г – гигрофиты, ГГ – гигрогидрофиты В колонке 4 представлены жизненные формы по Раункиеру: Ге – гемикриптофиты, Ха – хамефиты, Те – терофиты, Кр – криптофиты; В колонке 5 - Эколого-ценотические группы по Бельгарду.					

На долю семи ведущих семейств приходится 51 вид, что составляет 76,1 % от общего состава ценофлоры. Наиболее богаты по видовому составу семейства Asteraceae – 16 видов, Poaceae – 15 видов, на третьем и четвертом местах располагаются Cyperaceae и Amaranthaceae – 7 и 5 видов, соответственно, далее следуют Apiaceae (3 вида), Plantaginaceae (4 вида) и Juncaceae (2 вида). Ведущими родами являются *Carex* (5 видов); *Artemisia* и *Plantago* - по 3 вида (таблица 9, рисунки 21, 22)

Таблица 9 – Ведущие семейства ценофлоры *Rhaponticum altaicum* по числу видов

Семейство	Ценофлора <i>Rhaponticum altaicum</i>		
	Место по числу видов	Число родов, % от общего числа	Число видов, % от общего числа
Asteraceae	I	11/21,2	16/23,9
Poaceae	II	13/25	15/22,4
Cyperaceae	III	3/5,8	7/10,4
Amaranthaceae	IV	5/9,6	5/9,2
Plantaginaceae	V-VII	3/5,8	3/4,5
Apiaceae	V-VII	3/5,8	3/4,5
Juncaceae	VII	1/1,9	2/3
Ranunculaceae, Rosaceae, Fabaceae, Boraginaceae, Caryophyllaceae, Polygonaceae, Plumbaginaceae, Brassicaceae, Euphorbiaceae, Lythraceae, Geraniaceae, Alismataceae, Amaryllidaceae, Iridaceae, Juncaginaceae, Typhaceae	VIII-XXIII	1 (16) 30,8	1 (16)/23,9
Всего	23	52/100	67/100

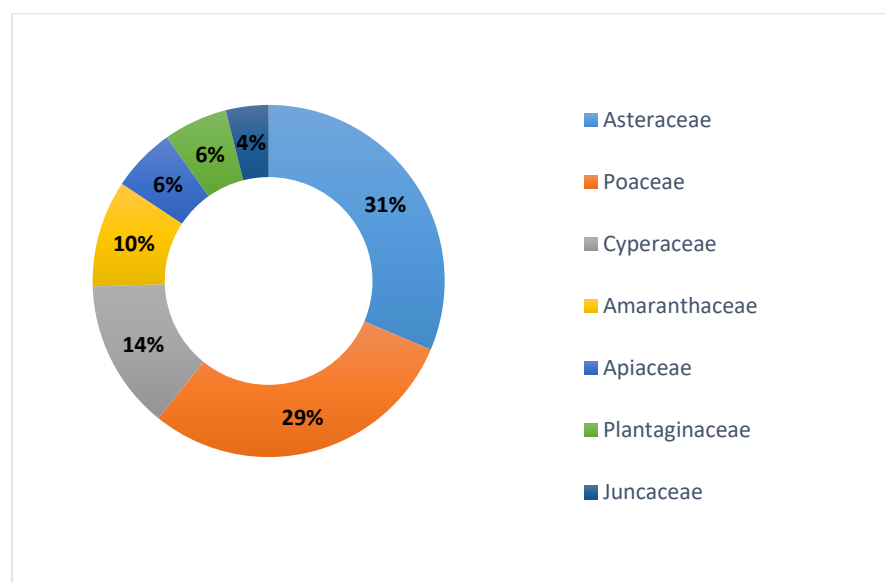


Рисунок 21 – Спектр ведущих семейств в составе сообществ с участием *Rhaponticum altaicum*

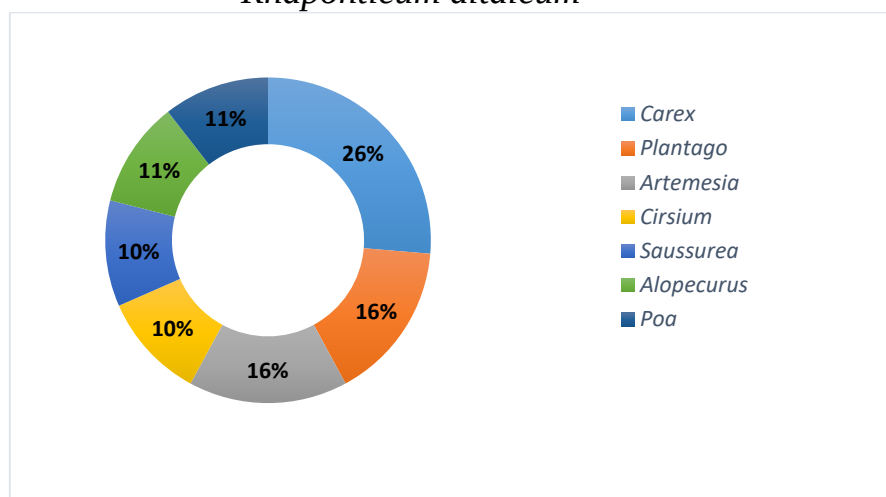


Рисунок 22 – Спектр ведущих родов в составе сообществ с участием *Rhaponticum altaicum*

Наибольшее количество видов относится к многолетним видам (62), что составляет 92,5 %. Одно-двулетники составляют 4 вида, более всего их в семействе Amaranthaceae (*Grubovia sedoides* (Pall.) G.L.Chu, *Chenopodium album* L., *Petrosimonia triandra* (Pall.) Simonk., *Suaeda acuminata* (C.A.Mey.) Moq.). Среди травянистых растений более всего длиннокорневищных растений – 30 видов (44,8 %), далее идут стержнекорневые виды – 13 (19,4 %), далее корнеотпрысковые и дерновинные растения – по 5 видов (7,5%). Полукустарничков, короткокорневищных и кистекарневых растений насчитывается по 3 вида (4,5%).

Распределение по экологическим группам, согласно классификации А.П. Шенникова [191] (рисунок 23) показало, что в составе обследованных сообществ доминируют мезофиты – 22 вида (32,8%), далее идут

ксеромезофиты – 11 видов (16,4%), мезоксерофиты– 10 видов (14,9%). мезогигрофиты и гигромезофиты- 6 видов (9%). Гигрофиты и гигрогидрофиты в изученных сообществах составляют 4 % - 3 и 4 вида соответственно, что подтверждает лугово-болотный статус *Rhaponticum altaicum*. Минимальна доля ксерофитов – всего 3 вида (*Petrosimonia triandra*, *Suaeda acuminata*, *Grubovia sedoides*) Следует отметить, что в группе мезоксерофитов и ксерофитов представлены преимущественно галофильные растения: *Atriplex verrucifera* Bieb., *Artemisia nitrosa* Web. ex Stechm., *Saussurea salsa* (Pall.) Spreng., *Petrosimonia triandra*, *Suaeda acuminata*, *Grubovia sedoides*.

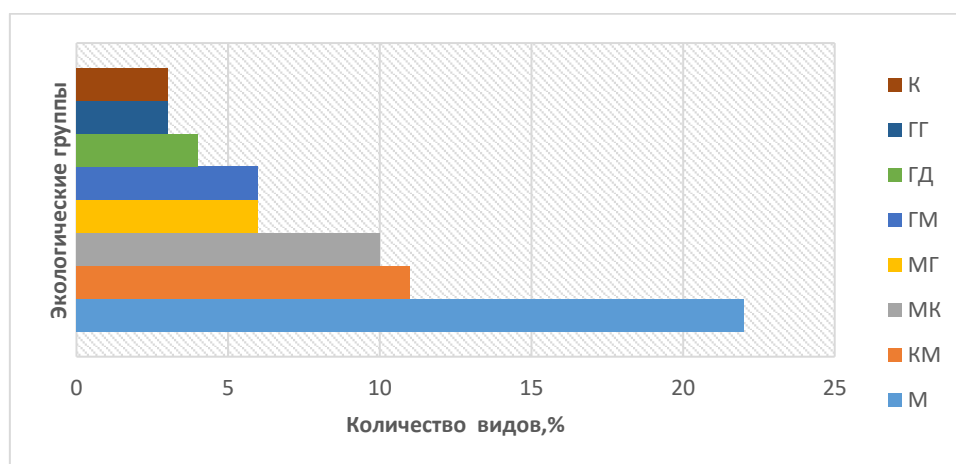


Рисунок 23 –Анализ распределения растений по экологическим группам в составе сообществ с участием *Rhaponticum altaicum*

Анализ жизненных форм по Раункиеру, показал, что преобладающее большинство среди травянистых растений составляют гемикриптофиты - 68,7%. На втором месте по количеству видов находится группа криптофитов - 19,4%. Доля терофитов и хамефитов составляет 9% и 2,9%, соответственно (рисунок 24).

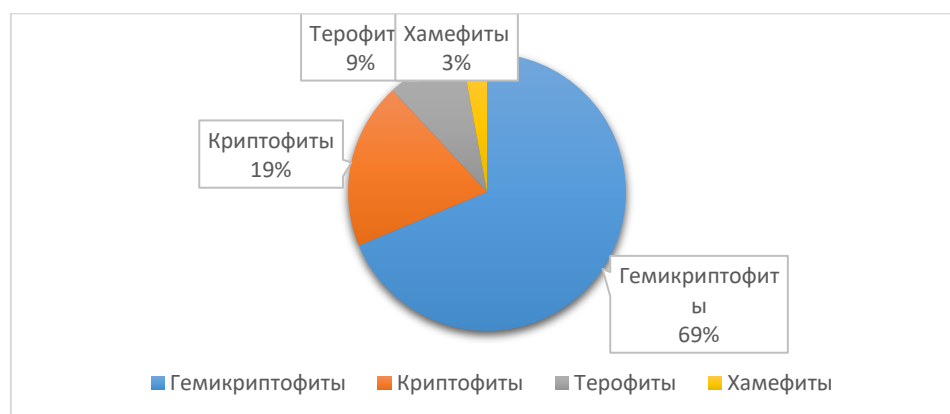


Рисунок 24 – Распределение видов по жизненным формам в составе сообществ с участием *Rhaponticum altaicum* (По Раункиеру)

Среди ценологических групп доминируют луговые виды – 32 или (47,8 %) далее степные виды – 18 видов или 26,8% и болотные виды – 12 видов, что составляет 17,9 % (*Sium latifolium* L., *Oenanthe aquatic* (L.) Poir., *Achillea salicifolia* Besser, *Rh. altaicum*, *Alisma plantago-aquatica* L., *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Carex diluta* Bieb., *C. riparia* Curtis, *C. stenophylla* Wahlenb., *C. vesicaria* L., *Eleocharis palustris* (L.) Roem. et Schult., *Typha angustifolia* L.); сорные виды представлены тремя видами (*Chenopodium album*, *Euphorbia virgate* Waldst. et Kit., *Taraxacum officinale* F.H.Wigg (рисунок 25).

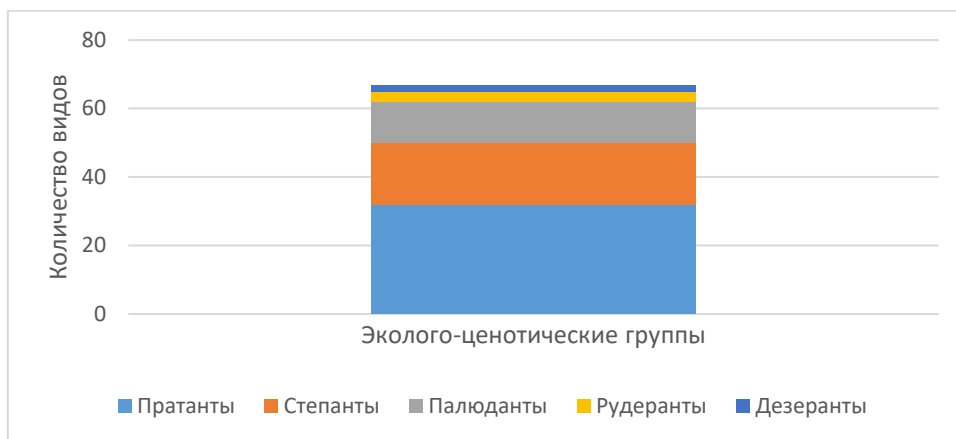


Рисунок 25 – Распределение видов по ценологическим группам в составе сообществ с участием *Rhaponticum altaicum* (по Бельгарду, 1980) [195]

Подавляющее большинство изученных видов растений обладает различными полезными свойствами. На исследованной территории встречаются значительное количество ресурсно-значимых видов - 56, или 83,6% от всего флористического разнообразия. В основе положена классификация Ильина с методическими рекомендациями по экологически значимым видам [230, 231]. Количественное распределение их представлено на рисунке 26

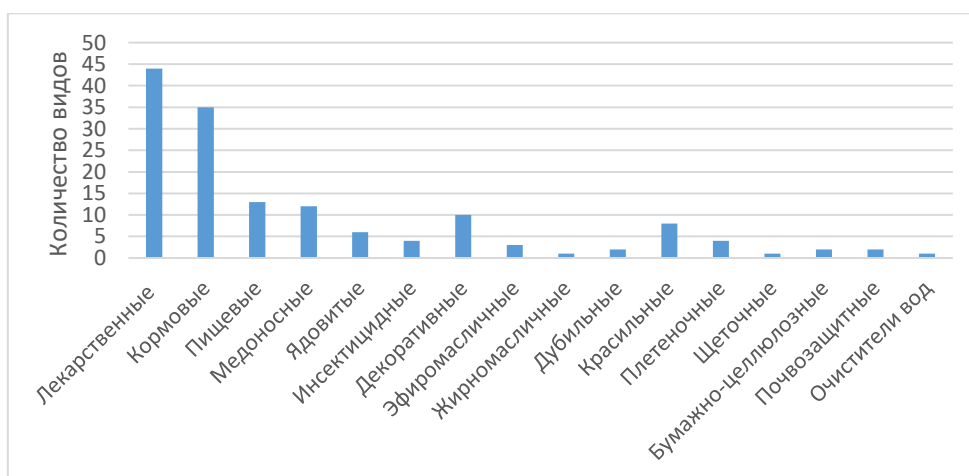


Рисунок 26 – Основные ресурсные виды растений

Таким образом, основную долю флористического состава составляют лекарственные растения – 44 вида, к наиболее известным из них относятся: *Glycyrrhiza uralensis* Fisch. ex DC., *Taraxacum officinale*, *Artemisia nitrosa* и *Artemisia abrotanum* L.. На втором месте кормовые растения – 35 видов. Далее идут пищевые и медоносные виды по 13 и 12 видов соответственно. Декоративных видов насчитывается всего 10 видов, красильных – 8 видов, ядовитых – 6 видов, инсектицидных – 4 вида. К плетеночным растениям относятся 4 вида – это *Juncus compressus* Jacq., *Bolboschoenus maritimus*, *Carex riparia*, *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, эфирномасличным – 3 вида: *Chenopodium alba*, *Cenolophium fisheri* (Spreng) W.P.J.Koch, *Artemisia pontica* L.; дубильным – 2 вида: *Rumex stenophyllus* Ledeb., *Limonium gmelini*; щеточным – 1 вид: *Juncus gerardii*, *Phragmites australis* и *Glycyrrhiza uralensis* могут быть использованы в качестве бумажно-целлюлозных материалов. Также встречаются 3 экологически значимых вида, применяющихся в очистке вод и укреплении почв: *Bromus inermis* Leyss., *Phalaroides arundinacea* (L.) Rauschert и *Agrostis gigantea* Roth.

3.4.2 Возрастная структура ценопопуляций *Rhaponticum altaicum*

Возрастная структура популяции демонстрирует способность к самоподдержанию и отображает ее устойчивость [207]. Растения имеют разные степени редкости и уязвимости по отношению к неблагоприятным факторам в отдельных частях своего ареала. Это обстоятельство обуславливает и разное состояние популяций в пределах всего ареала или его отдельной части. Под термином «популяция» в демографических исследованиях обозначается совокупность особей одного вида, совместно живущих на определенной территории, связанных между собой отношениями родства (поток поколений) и системой внутренних взаимоотношений и отграниченных от других подобных совокупностей [206].

В большинстве случаев реальные границы скопления особей вида распознать трудно или невозможно, тогда популяцией называют совокупность особей исследуемого вида в рамках пространства, ясно ограниченного пределами некоторого природного объекта.

Самый низкий ранг популяции – это ценотическая популяция. Чаще всего она является частью конкретной популяции, которая состоит из особей, сходных по тем или иным показателям.

Многие авторы дают следующее определение понятия «ценопопуляция». Ценопопуляция – совокупность особей данного вида в пределах однородного экотопа [203-205, 209]. Так как однородный экотоп занят одним фитоценозом, то границы ценопопуляции часто совпадают с границами фитоценоза [204].

Как считают многие исследователи, при изучении редких видов растений удобнее иметь дело именно с их ценопопуляциями. Преимуществами её исследования являются: легкое выделение в природе и

доступность для изучения по площади. При исследовании состояния биологических систем целесообразно сочетать анализ состояния системы в целом с анализом состояния ее элементов. По отношению к ценопопуляции — это анализ особей и ценопопуляции вообще.

Изучение возрастной (онтогенетической) структуры ценопопуляций отдельных видов является крайне необходимым для оценки состояния растений.

Rhaponticum altaicum ценотически довольно редкий вид и сведений о структуре популяций этого вида крайне недостаточно.

Исследования проводились на территории Карагандинской, Акмолинской областей. Для флористического описания подбирались участки с наиболее высокой плотностью *Rh. altaicum*. Всего обследовано 7 ценопопуляций *Rh. altaicum* (рисунок 27).

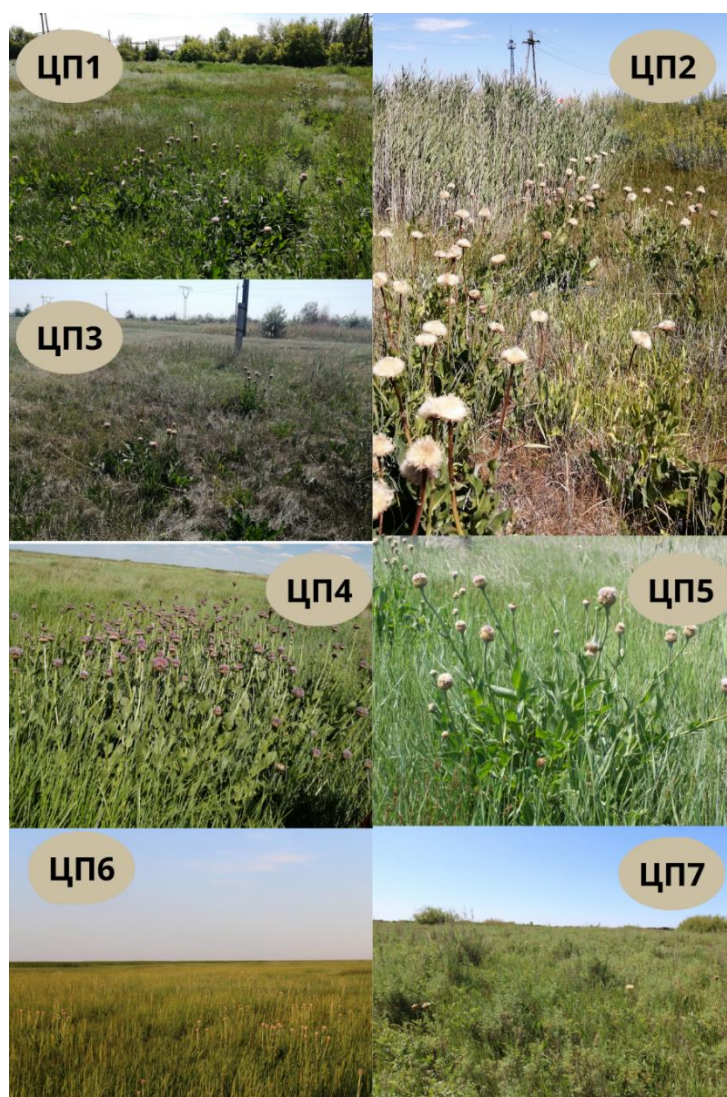


Рисунок 27 – Общий вид ценопопуляций *Rhaponticum altaicum*

ЦП-1. Карагандинская обл., окр. пос. Карабас, 49°34'48.0"с.ш., 72°53'38.1"в.д. Злаково-полынный луг вблизи дороги. Почвы каштановые,

почти не засоленные. Антропогенная нарушенность фитоценоза – высокая. Площадь ЦП-1 450 м². ОПП – 73%; ПП *Rhaponticum altaicum* – 2%, ЦП-1 насчитывает 18 видов. Сообщество полынно-пырейное (*Elymus repens*, *Artemisia nitrosa*). Наибольшее участие кроме доминантов в растительном покрове имеют *Artemisia abrotanum*, *Plantago urvillei* Opiz., *Phragmites australis*, *Rh. altaicum*.

ЦП-2. Карагандинская обл., окр. г. Абай. 49°38'03.4" с.ш., 72°50'38.3" в.д. Хорошо увлажняемая ложбина возле дороги. Почвы каштановые, слабо засоленные. Антропогенная нарушенность фитоценоза средняя. Площадь ЦП-2 – 300 м². ОПП – 90%; ПП *Rhaponticum altaicum* – 15%, ЦП-2 насчитывает 16 видов. Сообщество рапontiкумово-ситниково-осоковое (*Carex stenophylla*, *Juncus gerardii*, *Rh. altaicum*) Наибольшее участие имеют кроме доминантов *Agrostis gigantea* и *Elymus repens*.

ЦП-3. Карагандинская обл., окр. г. Абай. 49°40'31.3" N, 72°51'50.3" в.д. Почвы каштановые со слабым засолением. Косимый луг, растения расположены пятнами, антропогенная нарушенность фитоценоза средняя. Территория данной ценопопуляции, была полностью распахана, на ней посеян житняк (*Agropyron cristatum* (L.) Gaertn) и возобновление *Rh. altaicum* происходит медленно, он образует небольшие пятна разновозрастных особей. Площадь ЦП-3 1000 м². ОПП – 80%; ПП *Rhaponticum altaicum* – 0,5 %, ЦП-3 насчитывает 11 видов. Сообщество полынно-кострецовое (*Artemisia abrotanum*, *Bromus inermis*). Наибольшее участие в растительном покрове имеют *Agropyron cristatum*, *Saussurea amara* и *Elymus repens*.

ЦП-4. Карагандинская обл., между г. Абай и г. Сарань. 49°40'57.6" с.ш., 72°51'37.2". Почва темно-каштановая, средnezасоленная. Заливной луг, по окраинам высыхающих озер, антропогенная нарушенность фитоценоза низкая. Площадь ЦП-4 – 4000 м². ОПП – 65%; ПП *Rhaponticum altaicum* – 0,5 %, ЦП-4 насчитывает 16 видов. Сообщество кострецово-солодково-вейниковое (*Calamagrostis epigeios*, *Glycyrrhiza uralensis*, *Bromus inermis*). Наибольшее участие в растительном покрове имеют *Juncus compressus*.

ЦП-5. Карагандинская обл., окр. г. Темиртау. 50°04'49" с.ш. 73°13'30" в.д. Почвы лугово-каштановые, средnezасоленные. Заболоченный луг, антропогенная нарушенность фитоценоза средняя. Ценопопуляция расположена вблизи железной дороги, что сказывается на состоянии популяции *Rh. altaicum*. Площадь ЦП-5 – 800 м². ОПП – 70%; ПП *Rhaponticum altaicum* – 1,5 %, ЦП-5 насчитывает 23 вида. Сообщество ситниково-тростниковое (*Phragmites australis*, *Juncus gerardii*). Наибольшее участие в растительном покрове имеют *Calamagrostis epigeios*, *Alopecurus arundinaceus*, *Artemisia nitrosa*, *Elymus repens*.

ЦП-6. Акмолинская обл. окр. с. Жалтыр. 51°44'05.7" с.ш., 69°54'42.1", 297 м. над у. м. Почвы слабо засоленные темно-каштановые, луговые. Заливной луг, антропогенная нарушенность фитоценоза достаточно высокая. Площадь ЦП-6 – 60 000 м². ОПП – 98%; ПП *Rhaponticum altaicum* – 3,8 %, ЦП-6 насчитывает 27 видов. Сообщество пырейное (*Elymus repens*). Наибольшее

участие в растительном покрове имеют *Bolboschoenus maritimus*, *Eleocharis palustris*, *Elymus repens*, *Rh. altaicum*, *Juncus compressus*.

ЦП-7. Акмолинская обл. 51°05'27.9''с.ш., 71°11'05.3''в.д. Почвы темно-каштановые, луговые, средnezасоленные. Заболоченный луг, антропогенная нарушенность фитоценоза высокая. Площадь ЦП-7 – 2400 м². ОПП – 95%; ПП *Rh. altaicum* – 1,2 %, ЦП-7 насчитывает 18 видов. Сообщество вейниково-полынное (*Artemisia abrothanthum*, *Calamagrostis epigeios*). Наибольшее участие в растительном покрове имеют *Galatella dahurica* DC., *Saussurea amara*.

По экологическим условиям произрастания местообитания *Rh. altaicum* можно условно разделить на благоприятные и не благоприятные. К благоприятным местообитаниям *Rh. altaicum* отнесены ЦП-2, ЦП-4, ЦП-6. Как правило, они расположены на хорошо увлажняемых слабо и средnezасоленных почвах при невысокой степени нарушенности фитоценозов.

К неблагоприятным местам произрастания отнесены ЦП-1 ЦП-3 ЦП-5, ЦП-7. Для территории этих ценопопуляций характерно среднее и сильное антропогенное влияние.

В исследованных растительных сообществах *Rh. altaicum* занимает промежуточное положение между лугово-болотными и луговыми сообществами. В числе основных формаций лугового типа растительности, где произрастает *Rh. altaicum* следует назвать пырейные (*Elymus repens*) луга по западинам и заливаемым обширным понижениям. Кроме того, встречаются вейниковые (*Calamagrostis epigeios*), кострцовые (*Bromus inermis*), тростниковые (*Phragmites australis*), и ситниковые (*Juncus gerardii*) луга [188, 189].

В зависимости от изменения основного экологического фактора-степени увлажненности почвы, наблюдается постепенный переход от настоящих лугов к остепненным, где в качестве субэдификатора выступают *Artemisia nitrosa* и *Artemisia abrotanum*. Появление *Artemisia nitrosa* свидетельствуют о процессе опустынивания степных участков. Такой спектр местообитаний вида подтверждается и другими исследователями [63, 64].

Следует отметить, что преобладающими ассоциациями с участием *Rh. altaicum* – пырейные сообщества (пырейное и пырейно-полынное). Пырейная ассоциация, характерная для ЦП 6, представлена заливными лугами в условиях периодического кратковременного затопления.

Наиболее часто сопутствующие виды во всех изученных сообществах на территории Карагандинской и Акмолинской областей: *Saussurea amara*, *Limonium gmelini*, *Lactuca tatarica*, *Juncus gerardii*, *Elymus repens*, *Cirsium setosum*, *Calamagrostis epigeios*, *Artemisia abrotanum*, *Artemisia nitrosa*, *Chenopodium album*, *Glycyrrhiza uralensis*, *Lepidium latifolium*. Наиболее часто встречающимся доминантом во всех изученных нами и другими исследователями сообществах является *Elymus repens* [60, 62, 64, 65], общими сопутствующими видами - *Lepidium latifolium*, *Phragmites australis*, *Saussurea amara*, *Lythrum virgatum*, *Limonium gmelini*, *Artemisia nitrosa* [56-59, 62-65].

В исследованных ценопопуляциях проективное покрытие растительных сообществ с *Rh. altaicum* достаточно высокое и составляет 73-98%. Проективное покрытие *Rh. altaicum* наиболее высокое в ЦП-2 (15 %) и ЦП-6 (3,8 %). По плотности особей все ценопопуляции распределены на две группы: невысокая численность 100-300 шт/100 м² и высокая численность ≥ 700 шт/100 м² (таблица 10).

Таблица 10 – Характеристика ЦП *Rhaponticum altaicum*

Показатель	ЦП-1	ЦП-2	ЦП-3	ЦП-4	ЦП-5	ЦП-6	ЦП-7
Проективное покрытие, %	73	90	80	65	70	98	95
Проективное покрытие <i>Rh. altaicum</i>	2	15	0,5	0,5	1,5	6,5	1,2
Площадь ПП, м ²	450	300	1000	4000	800	60 000	2400
Плотность особей, шт/1 м ²	2,1	2,7	2,90	1,1	1,1	7,4	7,2
Количество репродуктивных особей в ЦП, шт/1м ²	1,1	1,7	1,0	0,7	0,5	1,4	1,0

Плотность растений изучаемого растения и его генеративных особей в ценопопуляциях относительно низкая от 1,1 до 7,4 шт./м² по сравнению со средней плотностью *Rh. altaicum*, произрастающих в Южном Урале, где средняя плотность растений может достигать 69,8 шт./м² (от 23,5 до 69,8 шт./м²) [56]. В Саратовской области плотность изучаемого вида колеблется в пределах от 7,1 до 14,8 шт./м² [62], в Ульяновской области - от 2 до 16 особей на м² [58]. Ревякина, отмечает, что плотность растения на отдельных участках берега оз. Кулундинское составляет 3-4 генеративных побегов на 1 м² [59].

В период проведения исследований, в фазе цветения *Rh. altaicum*, зафиксировано интенсивное прорастание семян изучаемого вида в пределах ЦП6 и быстрый переход проростков в ювенильное и имматурное состояния. При этом доленое участие ювенильных и имматурных растений в ценопопуляции *Rh. altaicum* составил 51,5 % соответственно. В трех ценопопуляциях ЦП1, ЦП2, ЦП4 преобладают генеративные особи. Доля их в популяциях варьирует в пределах 52,4% - 63,6%. Основную долю в возрастном спектре ЦП3 и ЦП5 составляют виргинильные (54,5% - 62,1%) особи, отмечено выпадение ювенильных и имматурных растений. Неполночленность возрастных спектров данных популяций связана с высокой степенью антропогенной нарушенности. Например, территория ЦП3 в 2023 году была полностью распахана, на ней посеян *Agropyron cristatum* и возобновление *Rh. altaicum* происходит медленно, он образует небольшие пятна разновозрастных особей. В ЦП 7 очень низка доля генеративных особей – всего 1,4%. Но скорее всего это аномальный случай и связан он с быстрым высыханием луга. В этих условиях потенциально генеративные особи не зацвели и остались в вегетативном состоянии [232]. Данные по онтогенетической структуре и возрастным спектрам изученных ценопопуляций приведены в таблице 11.

Таблица 11 - Структура ценопопуляций (ЦП) *Rhaponticum altaicum* (100 м²)

Возрастные состояния	ЦП: 1-7; в числителе количество, в знаменателе % от общего числа особей						
	ЦП1	ЦП2	ЦП3	ЦП4	ЦП5	ЦП6	ЦП7
J	20/9,1	10/3,2	10/3,7	0	0	190/26,4	160/22,2
Im	20/9,1	40/12,9	0	0	0	180/25,0	100/13,9
V	70/31,8	90/29,0	180/62,0	40/36,4	60/54,5	210/29,2	450/62,5
G ₁	30/13,7	50/16,1	20/6,8	20/18,2	30/27,3	50/6,9	10/1,4
G ₂	70/31,8	110/35,5	80/27,5	50/45,4	20/18,2	70/9,7	0
G ₃	10/4,5	10/3,3	0	0	0	20/2,8	0
S _s			0	0	0	0	0
S			0	0	0	0	0
Общая численность <i>Rh. altaicum</i>	220	310	290	110	110	720	720
Репродуктивная численность <i>Rh. altaicum</i>	110	170	100	70	50	140	10

С небольшими отклонениями все исследованные ценопопуляции можно отнести к нормальным, неполночленным (рисунок 28). При этом онтогенетические спектры первых четырех оцениваются как двувершинные с преобладанием виргинильных и среднегенеративных особей. Две ценопопуляции имеют ярко выраженные левосторонние спектры с преобладанием молодых растений. Следует отметить частичное выпадение ювенильных (j) и имматурных особей (im) в ЦП3-5, практически полное отсутствие старовозрастных и отмирающих особей *Rh. altaicum* во всех изученных ценопопуляциях. Это связано, как с трудностью диагностики, так и экологическими условиями, что достаточно часто встречается в ценопопуляционных исследованиях. В ЦП 3,5,7 отсутствие в спектрах сенильных особей связано с сокращением онтогенеза за счет быстрого отмирания растений в старом генеративном состоянии: особи проходят полный онтогенез только при благоприятных условиях произрастания, достаточно высокой влажности почвы и при отсутствии антропогенных нарушений [232].

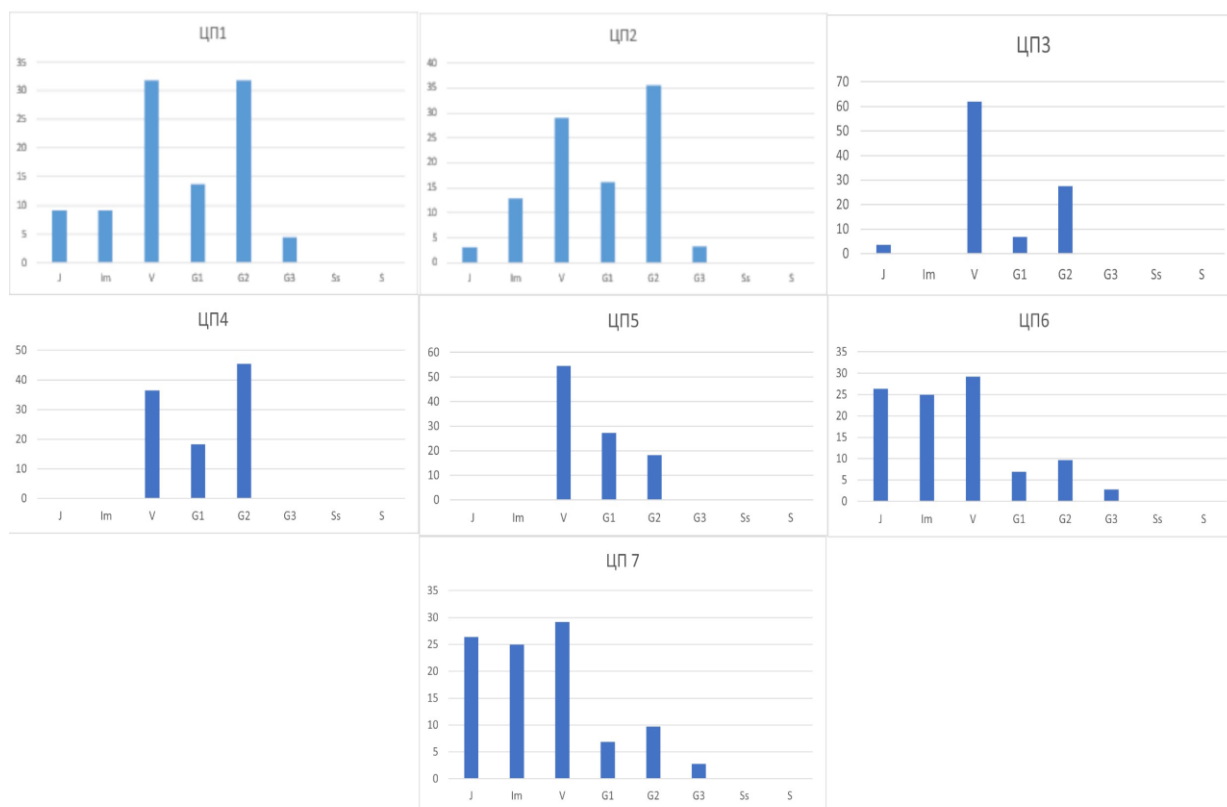


Рисунок 28 – Возрастные спектры ЦП 1-7 *Rhaponticum altaicum*

Индекс восстановления практически во всех популяциях высокий и составляет в ЦП-1-5 от 0,57 до 1,2. Очень высокий индекс восстановления 4,14 в ЦП-6. В ЦП-7 практически не обнаружены генеративные особи, поэтому индекс восстановления запредельно высок – 71. Данное явление, свидетельствует о том, что в неблагоприятных для *Rh. altaicum* условиях (засушливое лето, чрезмерный выпас скота) возрастает доля виргинильных особей, то есть растения не цветут, переживая условия в энергетически не затратном, виргинильном состоянии. В этом случае состояние популяции по критерию «дельта-омега» ошибочно оценивается как «молодая». Этот показатель демонстрирует угнетенное состояние, свидетельствующее о нахождении данной ЦП7 в состоянии пессимума. Демографические показатели ЦП *Rh. altaicum* представлены в таблице 12.

Таблица 12 – Демографические индексы ценопопуляций (по Животовскому, 2001) [210]

Показатель	ЦП-1	ЦП-2	ЦП-3	ЦП-4	ЦП-5	ЦП-6	ЦП-7
Индекс возрастности популяции (Δ)	0,23	0,24	0,20	0,27	0,21	0,12	0,09
Индекс эффективности (ω)	0,62	0,65	0,59	0,75	0,62	0,36	0,31
Индекс восстановления (I)	1,0	0,82	1,9	0,57	1,2	4,14	71,0

Согласно классификации популяций по их возрасту [210] ЦП 6-7 ($\Delta = 0,09-0,12$, $\omega = 0,31-0,36$) относятся к молодым популяциям; ЦП-3 ($\Delta = 0,20$, $\omega = 0,59$) занимает промежуточное состояние между зреющими и молодыми популяциями; ЦП 1, ЦП 2, ЦП 4-5 ($\Delta = 0,21-0,27$, $\omega = 0,62-0,75$) относятся к зреющим популяциям (рисунок 29).

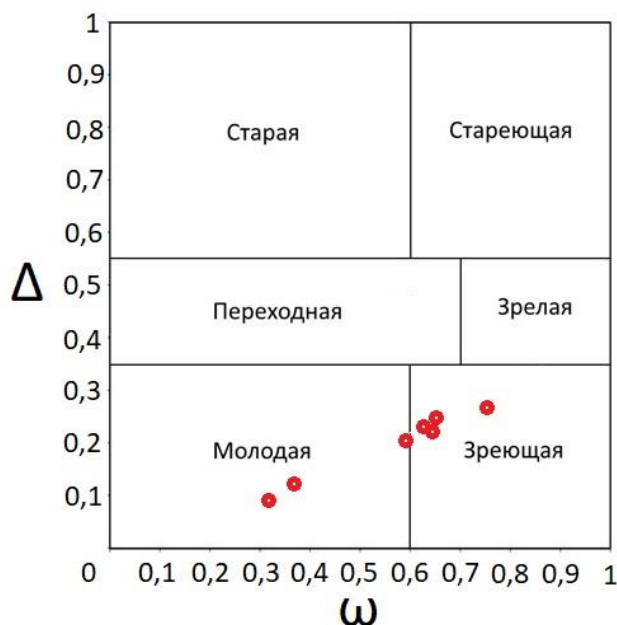


Рисунок 29 – Индексы эффективности и возрастности *Rh. altaicum* по Животовскому, 2001 [210]

Состояние и структура популяций во многом зависит от экологических условий и прежде всего режима увлажнения. Первая половина лета 2023 года характеризовалась высокой степенью засушливости, что повлияло на выпадение отдельных возрастных состояний. Кроме экологических условий максимальный ущерб природным популяциям *Rh. altaicum* на изученных территориях имеют антропогенный характер, в большинстве это неумеренный выпас скота, массовое сенокошение, и распашка земель. Для разработки мероприятий по сохранению каждого конкретного вида нужны, в первую очередь, сведения о численности и состоянии его популяций, а также (на неохраемых территориях) степени и вариантах антропогенных нагрузок. Для ресурсных видов, каким является *Rh. altaicum*, необходима разработка рационального режима заготовок. Исследования подобного типа проводились по *Rh. carthamoides* совсем недавно в границах Русского Алтая Е.В. Жмудь с соавторами [233]. В результате установлено решающее влияние состояния вегетативной сферы растения (зоны возобновления) на фитоценотическую устойчивость вида. В условиях усиленного антропогенного воздействия наиболее уязвимы именно вегетативные структуры, поэтому, ослабление их приводит к нарушению не только вегетативного, но и семенного размножения, а в конечном итоге – не только к уменьшению численности и сырьевых запасов, но и к уменьшению генетического разнообразия вида. Таким образом,

наиболее благоприятные условия сложились на ЦП-6, представленной заливными лугами, высокой влажностью и умеренным засолением темно-каштановой почвы.

3.4.3 Морфологическая изменчивость *Rhaponticum altaicum*

Морфологическая изменчивость *Rhaponticum altaicum* была оценена на основе измерения нескольких ключевых признаков, включая высоту растения длины и ширины нижнего, среднего и нижнего листа [227]. Высота растений в изученных популяциях в среднем составила 65,52 см, что является довольно обычной для вида (таблица 13). В отдельных популяциях она изменяется от 52,44 (ЦП3) до 84,4 (ЦП4) см., коэффициент вариации составил 16,89 %. Длина нижнего стеблевого листа составила 15,6 см, ширина составила 6,7 см, что так же укладывается в диапазон вида. Изменчивость этих показателей в разных популяциях не значительная: max. 17,5 см (ЦП4), min. 13,4 (ЦП-3). Длина среднего стеблевого листа в среднем составила 12,24 см, ширина составила 5,92 см., что несколько меньше, чем у нижних стеблевых листьев. Изменчивость этих показателей в разных популяциях незначительная: max. 6,54 см (ЦП-1), min. 5,8 (ЦП-7). Длина верхнего стеблевого листа составила 6,08 см, ширина составила 2,53 см. Изменчивость этих показателей в разных популяциях незначительная: max. 3,28 см (ЦП-1), min. 1,59 (ЦП-5). Для большинства популяций *Rh. altaicum* ширина верхнего листа является сильно варьирующим признаком (CV – 35,25%), Значительное варьирование отмечено для длины среднего и нижнего листа (22,65% и 22,38%), соответственно. Длина верхнего листа по популяциям характеризуется низкой изменчивостью в ЦП1, средней в ЦП4, ЦП6 и высокой в ЦП 2,3,5,7.

Таблица 13 – Популяционная изменчивость морфометрических признаков, см

Показатель	Морфометрические показатели, см						
	H	LUL	WUL	LML	WML	LLL	WLL
ЦП 1							
M±m	71,12±3,83*	7,74±0,25*	3,28±0,25*	11,57±0,39*	6,54±0,61 ^{ns}	15,12±0,61*	6,75±0,49 ^{ns}
CV %	16,18	9,82	22,42	10,33	27,77	12,24	21,67
ЦП 2							
M±m	74,95±6,02*	6,05±0,46*	2,89±0,45*	14,04±0,94*	5,99±0,79 ^{ns}	17,07±1,11*	6,44±0,59 ^{ns}
CV %	26,64	25,16	51,90	22,31	44,23	20,62	29,15
ЦП 3							
M±m	52,44±3,2*	5,51±0,39*	1,88±0,14*	12,22±0,59*	5,47±0,21 ^{ns}	13,41±0,52*	5,77±0,48 ^{ns}
CV %	18,32	21,34	22,40	14,48	11,57	11,57	25,34
ЦП 4							
M±m	84,40±3,66*	6,58±0,36*	2,82±0,40*	10,64±0,72*	5,46±0,47 ^{ns}	17,54±0,56*	7,72±0,52 ^{ns}

Продолжение таблицы 13

1	2	3	4	5	6	7	8
CV %	13,69	16,48	42,62	21,51	27,10	10,11	21,42
ЦП5							
M±m	54,38±3,69*	5,43±0,40*	1,59±0,22*	14,68±0,90*	6,33±0,43 ^{ns}	14,50±0,58*	6,90±0,30 ^{ns}
CV %	20,38	22,05	40,60	18,38	20,40	11,91	13,02
ЦП6							
M±m	80,83±3,37*	5,23±0,25*	2,23±0,19*	12,24±0,48*	5,88±0,27 ^{ns}	16,55±0,45*	6,12±0,45 ^{ns}
CV %	12,52	14,17	25,62	11,83	13,54	8,12	21,96
ЦП7							
M±m	61,5±1,73*	6,01±0,49*	3,02±0,4*	10,28±0,48*	5,80±0,27 ^{ns}	14,99±0,7*	7,17±0,58 ^{ns}
CV %	10,53	24,24	41,22	13,90	13,93	14,03	24,10
m _{ср.}	65,52	6,08	2,53	12,24	5,92	15,60	6,70
CV _{ср} %	16,89	19,04	35,25	16,12	22,65	12,66	22,38
Примечание – Н- высота растения; LUL – длина нижнего листа; WUL - длина верхнего листа; LML - длина среднего листа; WML - ширина среднего листа; LLL - длина нижнего листа, WLL - ширина нижнего листа; M ±m - средние значения с погрешностью; m _{ср} – среднее арифметическое значение; CV % коэффициенты вариации для каждого признака, CV _{ср} % – среднее значение внутривидовой изменчивости признака. * - показывает достоверное отличие показателей в ряду измерений (P<0.05); ns – нет достоверной разницы по результатам замеров (P>0.05).							

Высота растений варьируется от 52,44 см (ЦП 3) до 84,40 см (ЦП 4), что говорит о различиях в условиях произрастания. Показатели длины и ширины листьев различаются среди ценопопуляций, наибольшие значения длины нижнего листа и длины верхнего листа отмечены в ЦП 2, что указывает на более благоприятные условия произрастания. Наибольшая изменчивость наблюдается в ЦП 3, ЦП5 и ЦП7 для большинства признаков, что обусловлено условиями среды: менее обильным увлажнением, большей степенью засоления почв и антропогенной нарушенностью. В среднем, высота *Rhaponticum altaicum* составляет 65,52 см с коэффициентом вариации 16,89%, что подтверждает наличие адаптивных механизмов в пределах вида. Эти данные имеют важное значение для дальнейшего изучения адаптации данного вида к экологическим условиям, а также для разработки стратегий его сохранения и использования.

Анализ статистической значимости средних значений высоты и линейных размеров листьев изучаемого растения во всех ценопопуляциях представлено на рисунке 30 и 31.

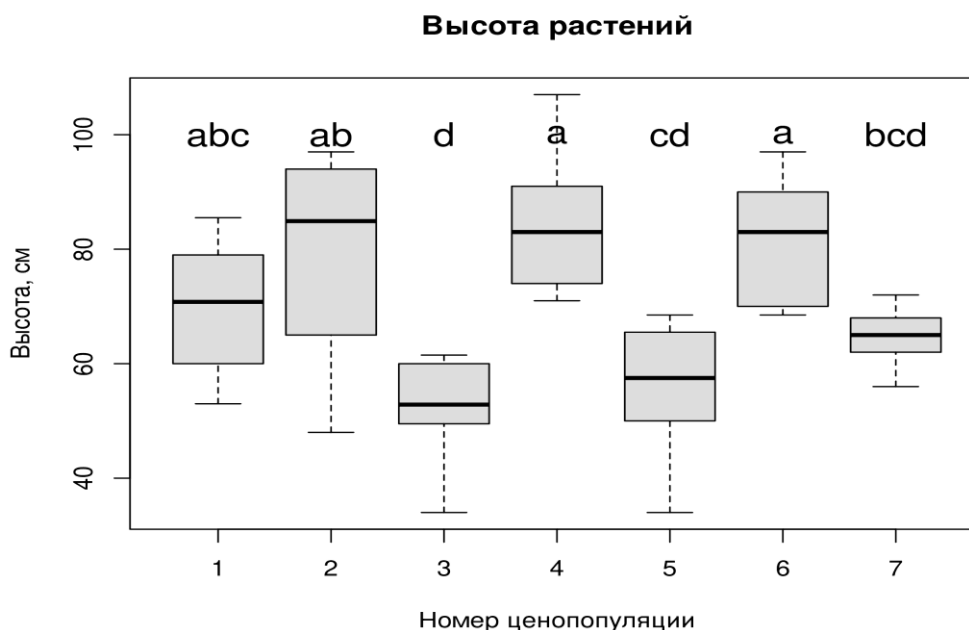


Рисунок 30 – Варьирование высоты растений в разных ЦП

Рисунок 30 иллюстрирует распределение высоты *Rh. altaicum* в различных популяциях (ЦП 1-7), как наиболее значимого морфологического параметра из рассмотренных нами. Данный рисунок позволяет визуально оценить основные статистические характеристики распределения данных, включая медиану, квартиль, выбросы, а также достоверное различия между средними значениями. Центральная линия в каждом ящике отображает медиану высоты растений, что дает представление о типичной высоте в каждой группе. График показывает диапазон от первого (Q1) до третьего квартиля (Q3), отображая 50% центральных значений высоты. Вертикальные линии указывают на диапазон данных за пределами квартилей, включая возможные выбросы, которые могут свидетельствовать о экстремально высоких или низких значениях. Буквенные значения показывают достоверные различия средних среди ценопопуляций, разделяя их на несколько групп, так наблюдается значительное разнообразие высоты между ними. На рисунке 30 отчетливо видно разделение ценопопуляций *Rh. altaicum*: в первую группу вошли ЦП1, ЦП2, ЦП4 и ЦП6, где средние значения высоты растений наиболее высокие, что указывает на более благоприятные условия произрастания. В ЦП 3, ЦП 5 и ЦП7 отмечены более низкие значения высоты, что может говорить о менее подходящих условиях. Если есть выбросы, они отображаются в виде точек за пределами отрезков и могут указывать на растения, значительно отличающиеся от остальных по высоте. Таким образом полученные результаты предоставляют ценные данные о морфологической изменчивости высоты *Rh. altaicum* в различных ценопопуляциях, позволяя оценить адаптацию и устойчивость данного вида в разных экологических условиях и способствуя разработке стратегий его сохранения.

При анализе морфометрических параметров выявлено, что различия между средними значениями высоты, длины и ширины верхних листьев, а также длины средних и нижних листьев являются статистически значимыми и достоверно отличаются во всех изученных популяциях. Не выявлено достоверной разницы по результатам замеров ширины средних и нижних листьев, т.е. они являются стабильными признаками. Длина нижних листьев во второй и шестой ценопопуляции, а также в первой и седьмой ценопопуляции имеют сходные значения попарно. Средние значения длины верхнего листа достоверно не отличаются между собой в ЦП3, 5, 6 и 7, и в ЦП2 и 4. По морфометрическому параметру ширина – найдены сходства средних значений между 2, 4 и 7 ценопопуляциями. Не выявлено достоверной разницы между ЦП 1,3,5 и 6, и в группе ЦП4 и 7 средних показателей длины среднего листа (рисунок 31).

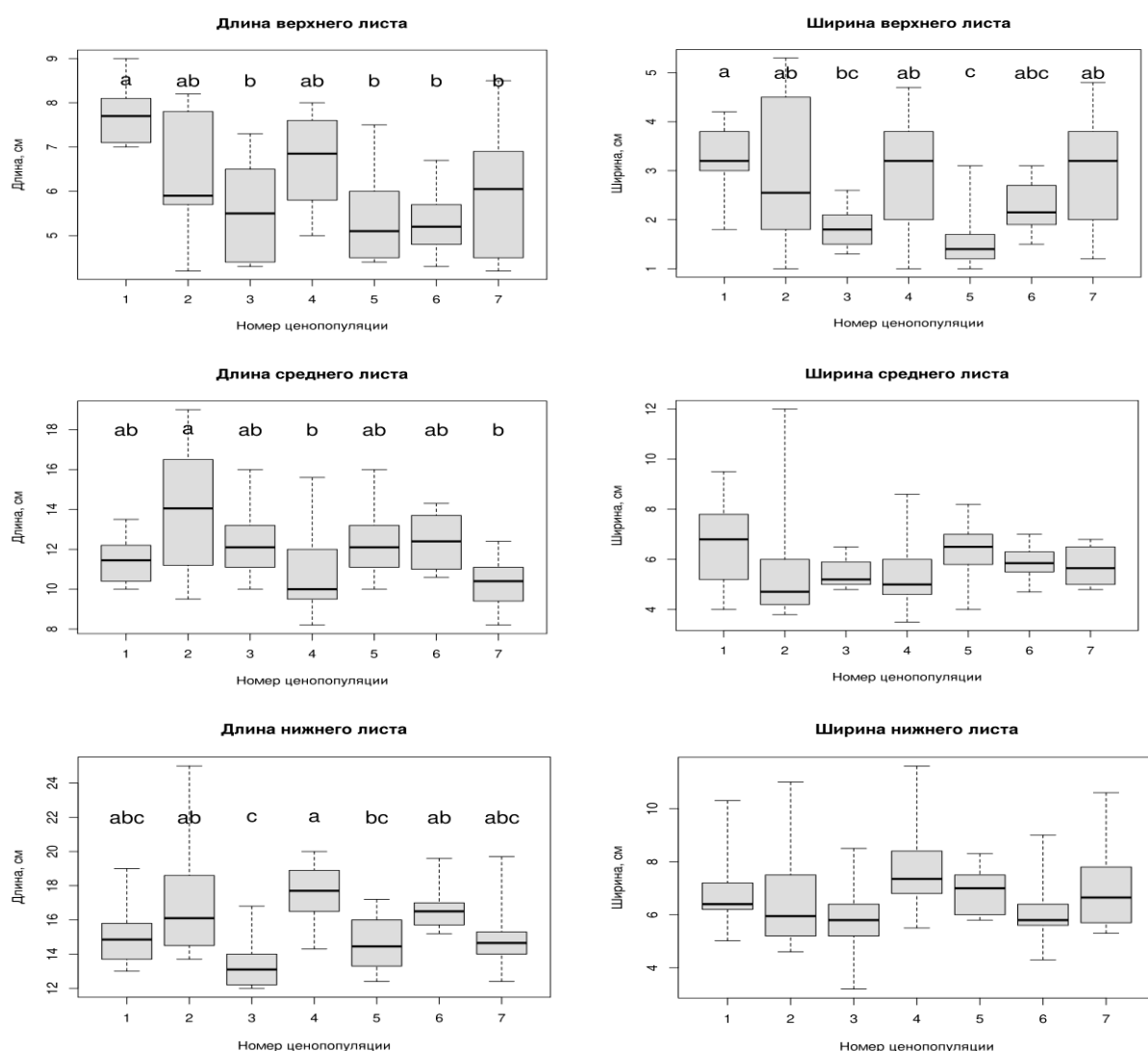


Рисунок 31 – Средние значения морфометрических параметров листовых пластинок *Rhaponticum altaicum*

Корреляционная матрица показывает взаимосвязь между различными морфометрическими признаками *Rh. altaicum* в разных популяциях. Каждая ячейка матрицы отображает коэффициент корреляции между двумя признаками, варьирующий от -1 до +1, где темно-синий цвет указывает на сильную положительную корреляцию (близкую к +1), а красный — на сильную отрицательную корреляцию (близкую к -1).

Наиболее высокая положительная корреляция (при $p=0,05$) наблюдается между высотой растения (H) и длиной нижнего листа (LLL), что указывает на то, что более высокие растения имеют тенденцию к более длинным нижним листьям. Значительная положительная связь также наблюдается между длиной и шириной верхнего листа.

На рисунке 32 представлена корреляционная матрица морфологических признаков *Rh. altaicum*.

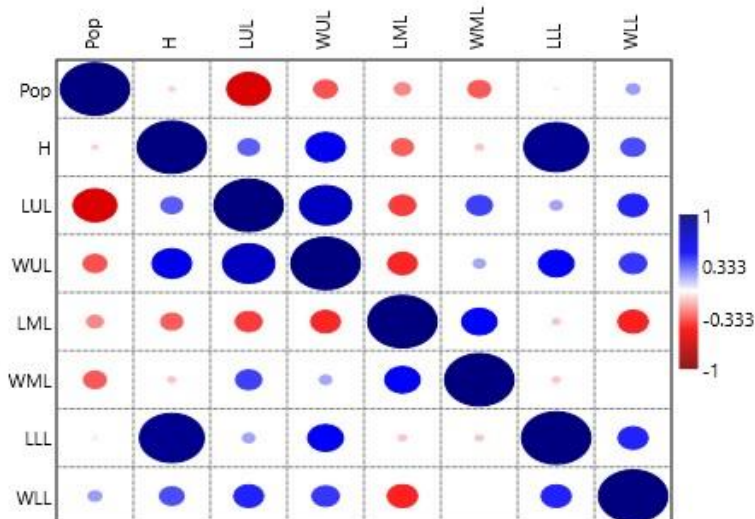


Рисунок 32 – Корреляционная матрица морфометрических показателей *Rhaponticum altaicum* в ЦП1- ЦП7

Полученные корреляции свидетельствуют о том, что высокие растения имеют более длинные нижние листовые пластинки, а длина и ширина нижних листьев взаимно пропорциональны между собой. Множество коэффициентов находится в диапазоне от 0,3 до 0,5, что указывает на наличие умеренных взаимосвязей между морфометрическими признаками. Таким образом, корреляционная решетка и матрица служат важным инструментом для понимания взаимосвязей между морфометрическими признаками *Rh. altaicum* и может помочь в дальнейших исследованиях, направленных на изучение адаптивных механизмов данного вида и его устойчивости к изменяющимся экологическим условиям.

Таким образом, установлено, что высота побега *Rh. altaicum* является наиболее важным показателем популяционной изменчивости, и составляет в

данных исследованиях в среднем 65,52 см, что является довольно обычной для вида. Высота растений варьируется от 52,44 см (ЦП 3) до 84,40 см (ЦП 4). Похожие результаты представлены в статье Смирновой где высота растения колебалась в пределах от 42,5 до 125,2 см [62]. Это говорит о наличии значительных различий в высоте среди популяций, произрастающих в разных экологических условиях. В этом же исследовании [62] подтверждена положительная связь между высотой растения и длиной нижних листьев, где у растений выше 80 см, длина нижних листьев составляла $29 \pm 5,4$ см. Полученные корреляции свидетельствуют о том, что высокие растения имеют более длинные нижние листовые пластинки.

3.5 Исследование особенностей анатомического строения *Rhaponticum altaicum* в процессе онтогенеза

Среди видов рода *Rhaponticum* наибольшее хозяйственное значение имеет *Rh. carthamoides*, корни с корневищами и листья которого входят в государственную фармакопею РФ [7] и БР [8]. Это побудило к детальному изучению анатомических признаков различных частей этого растения, в том числе анатомические особенности и ультраструктуру всех вегетативных органов и секреторных элементов *Rh. carthamoides* [234]. Анатомо-морфологическое строение листьев и стеблей другого вида - *Rh. karatavicum* приводилось А. К. Беркеновым [153].

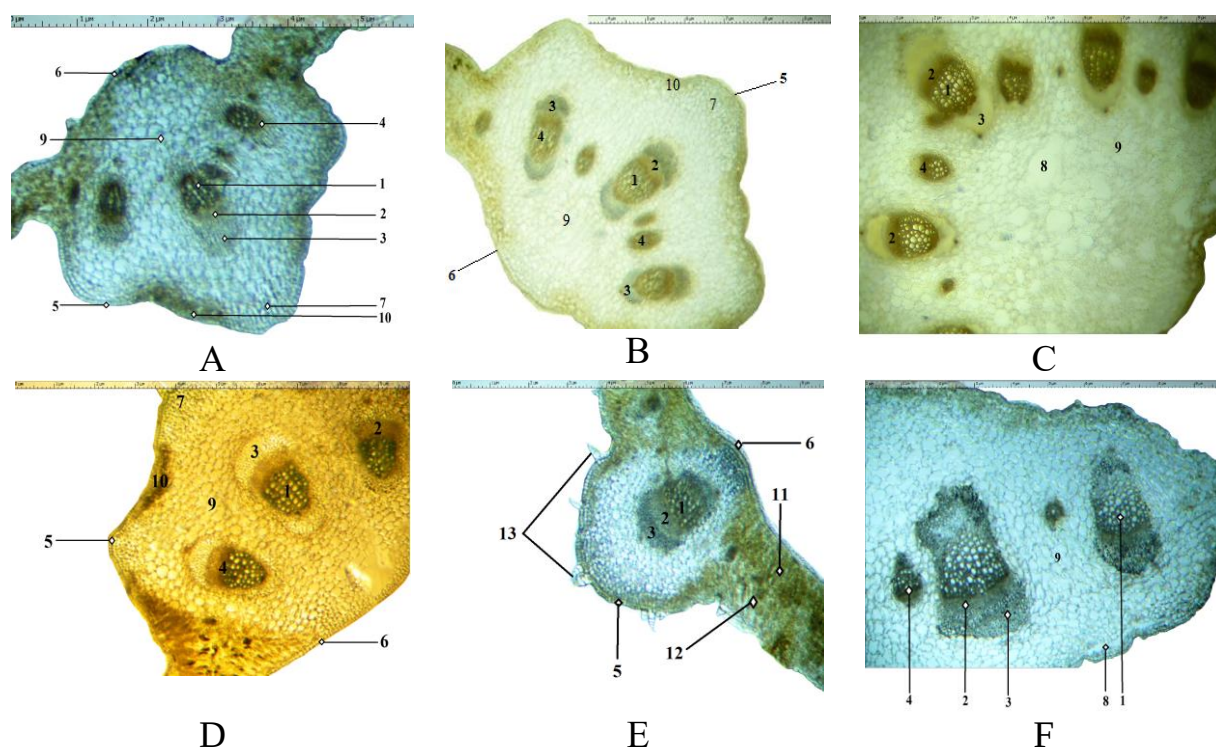
Анатомическое исследование *Rh. altaicum* начато Г.Ж. Султангазиной [13], которая впервые определила диагностические признаки лекарственного сырья этого вида в сравнении с *Rh. carthamoides*. Так, имеются различия в строении корней, стебля, эпидермиса листьев и трихом. Также в этих же целях А.В Котылевской с соавторами [235] изучены петиолярные признаки черешка *Rh. altaicum*.

Следует отметить, что в работе Султангазиной [13] были изучены анатомические признаки вегетативных (листья и стебли) и генеративных (цветок и листья обертки соцветия) органов *Rh. altaicum* 1, 4 и 5-года года вегетации, т.е. виргинильных и генеративных особей.

Целью же данного исследования является изучение особенностей анатомии и морфологии надземных и подземных вегетативных органов *Rh. altaicum* в процессе всего онтогенеза, за исключением стадии проростков. Исследование анатомической структуры листьев *Rh. altaicum* позволяют выявить общие и индивидуальные особенности изучаемого вида по сравнению с другими представителями этого рода, определить некоторые закономерности его онтогенеза, а также дополнить сведения о видовых диагностических признаках *Rh. altaicum*.

Характеристика поперечного строения листа. На поперечном срезе лист плоский, дорзовентрального типа (рисунок 33). Жилки листа значительно выступают с нижней стороны листа. Лист с обеих сторон окружен клетками верхней и нижней эпидермы; форма четковидная, с утолщенными наружными

стенками. На поверхности эпидермиса с нижней стороны, преимущественно в области средней жилки отмечены только простые многоклеточные трихомы (рис. 28 Е). В исследовании Г.Султангазиной [13] отмечено, что у виргинильных листьев на обеих поверхностях эпидермиса, а у генеративных растений преимущественно на верхнем эпидермисе встречаются еще и мелкие головчатые волоски с секреторной одноклеточной головкой. Столбчатый мезофилл состоит из 2-х слоев клеток, губчатый – многослойный. Проводящий пучок коллатеральный, закрытого типа (отсутствует камбий); центральный пучок – яйцевидной формы, боковые – овальные. Тяж ксилемы ориентирован к верхнему эпидермису, флоэмы – к нижней стороне. С обеих сторон проводящий пучок армирован склеренхимой. Над центральным проводящим пучком под эпидермисом локализован участок пластинчатой колленхимы. В сенильном возрастном состоянии отмечено отделение нижнего и верхнего эпидермиса от паренхимы листа с образованием воздухоносных полостей [236]. В исследованиях Султангазиной [13] этот процесс наблюдался у листьев 1-года вегетации, т.е виргинильных.



Примечание – 1- ксилема, 2 – флоэма, 3 – склеренхима, 4 проводящий пучок, 5 – верхний эпидермис, 6 нижний эпидермис, 7 – уголковая колленхима, 8 – воздухоносная полость, 9 – паренхима, 10 – хлоренхима, 11 – столбчатый мезофилл, 12 – губчатый мезофилл, 13 – трихомы

Рисунок 33 – Фотографии микропрепаратов фрагментов поперечных срезов листа *Rhaponticum altaicum* на разных возрастных состояниях (А - ювенильном, В - иматурном, С - виргинильном, D – генеративном, Е – генеративном, в области средней жилки, F – сенильном).

Особенности анатомических показателей листовых пластинок по мере роста и развития *Rh. altaicum* представлены в таблице 14 и рисунке 34.

Таблица 14 – Количественные показатели отдельных клеток и тканей листа *Rhaponticum altaicum* в процессе онтогенеза (в мкм)

Показатели	Возрастные состояния <i>Rh. altaicum</i>				
	j	im	v	g	s
Толщина листа в области средней жилки, мкм	4,80±0,02*	7,64±0,02*	12,10±0,31*	7,35±0,18*	11,18±0,07*
CV, %	0,83	2,36	3,35	4,97	6,75
Ширина листа в боковой части, мкм	1,25±0,08*	2,22±0,02*	1,73±0,08*	2,33±0,22*	1,49±0,09*
CV, %	15,64	1,80	10,38	19,29	13,35
Длина проводящего пучка, мкм	1,38±0,02*	2,04±0,04*	2,56±0,05*	3,36±0,08*	2,67±0,08*
CV, %	3,27	4,57	4,49	5,4	3,71
Ширина проводящего пучка, мкм	0,7±0,02*	0,9±0,09*	1,32±0,05*	1,23±0,09*	1,7±0,03*
CV, %	6,67	8,51	8,14	10,9	3,28
Толщина нижнего эпидермиса, мкм	0,06±0,003 ^{ns}	0,08±0,002 ^{ns}	0,13±0,001 ^{ns}	0,1±0,01 ^{ns}	0,09±0,01 ^{ns}
CV, %	11,95	4,76	1,43	20,64	13,83
Толщина верхнего эпидермиса, мкм	0,07±0,002*	0,09±0,007*	0,12±0,002*	0,12±0,004*	0,12±0,008*
CV, %	4,80	13,32	13,71	5,97	22,22
Длина трихомы, мкм	0,31±0,02	0,31±0,02	0,74±0,06	0,68±0,07	0,8±0,01
CV, %	15,8	15,8	2,83	27,59	2,5

* - показывает достоверное отличие показателей в ряду измерений (P<0.05); ns – нет достоверной разницы по результатам замеров (P>0.05).

Анализ анатомического строения листа *Rh. altaicum* показал, что по мере роста и развития растения для листовых пластинок характерно увеличение линейных параметров проводящих пучков и трихом. Минимальное значение их размеров для листьев ювенильного растения составляет: 1,38 ±0,02 мкм в длину и 0,7 ±0,02 мкм в ширину. В генеративном возрастном состоянии этот показатель достигает максимального значения – 3,36±0,08 мкм в длину и 1,23±0,03 в ширину. Линейные параметры проводящих пучков обладают низкой изменчивостью, где коэффициент вариации колеблется в пределах от 3,28 до 11 %. В виргинильной и сенильной стадиях развития листа достигают максимальной толщины в области средней жилки – 12,10±0,31 мкм и 11,18±0,07, соответственно. Максимальная ширина листа в боковой части наблюдается у *Rh. altaicum* в имматурном (2,22±0,02 мкм) и генеративном (2,33±0,22 мкм) возрастных состояниях. Не обнаружено существенных различий между клетками нижнего и верхнего эпидермиса ювенильных и имматурных особей. У генеративных и сенильных листьев клетки нижнего эпидермиса несколько мельче верхнего.

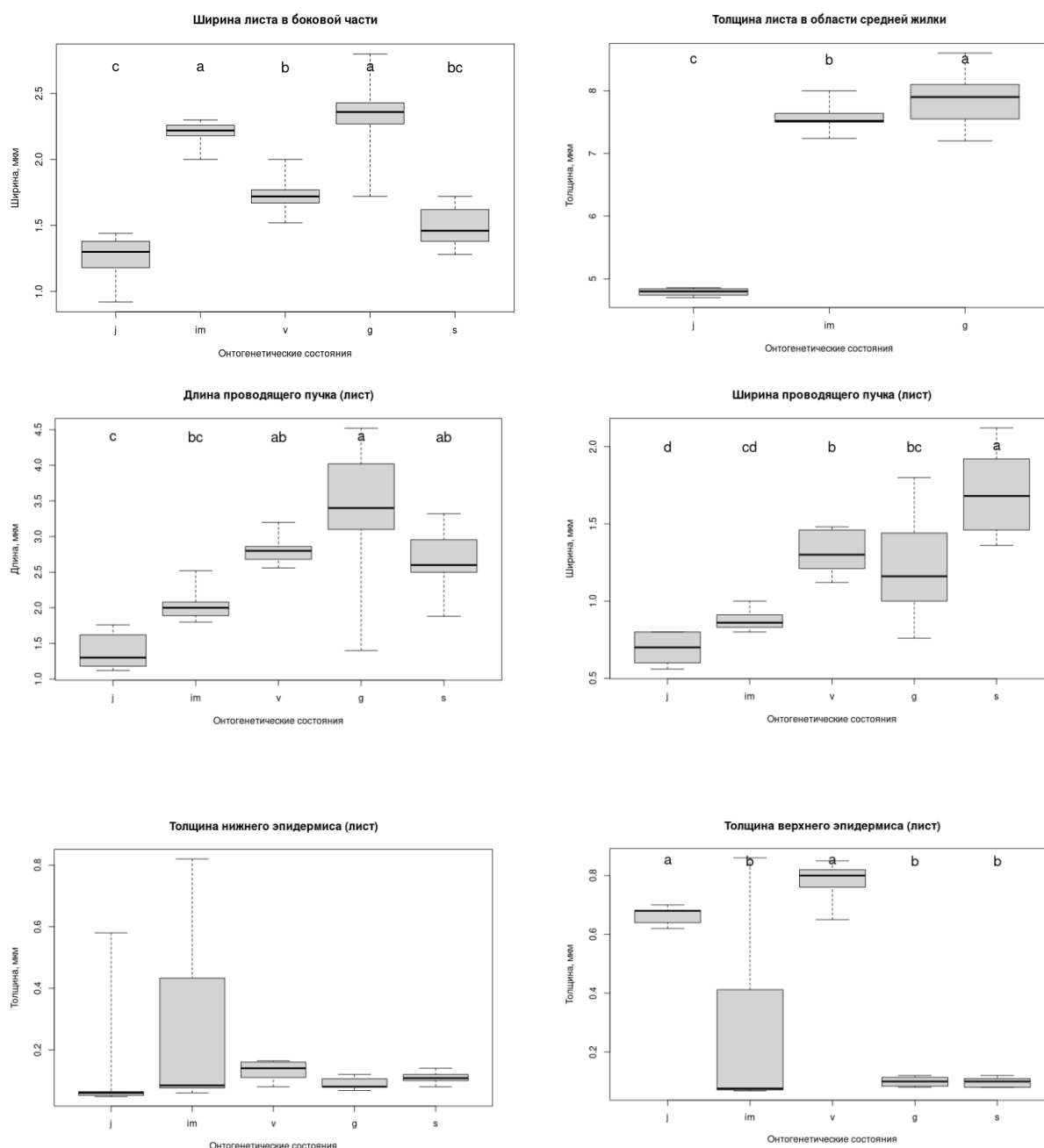
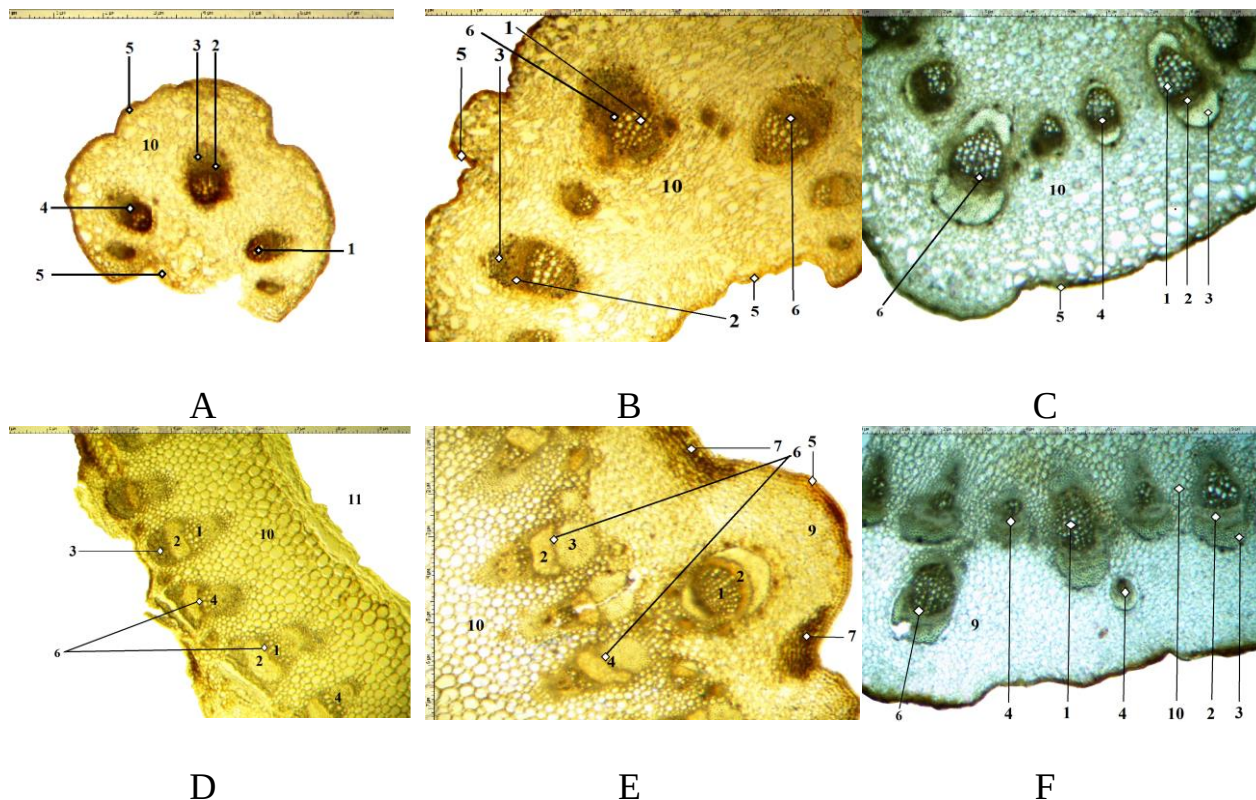


Рисунок 34 - Различия средних значений метрических данных анатомических структур листовых пластинок по возрастным состояниям *Rhaponticum altaicum*

Средние значения морфометрических параметров длины и ширины проводящих пучков, верхнего эпидермиса, толщины в области средней жилки и боковой части листа, а также длины трихом являются статистически значимыми и достоверно отличаются во всех возрастных состояниях. Не выявлено достоверной разницы толщины нижнего эпидермиса в процессе онтогенеза. Также найдены сходства средних значений толщины верхнего эпидермиса между имматурными, генеративными и сенильными особями и между ювенильными и виргинильными особями. Средние значения ширины

листа в боковой части достоверно не отличаются между собой у имматурных и генеративных растений в связи со схожей формой листовой пластинки.

Анатомическое строение стебля. Стебель *Rh. altaicum* имеет анатомическое строение, характерное для двудольных растений. На поперечном срезе стебель округлый, полый, без опушения (рис. 35 D).



Примечание – 1-ксилема, 2- флоэма, 3- склеренхима, 4 - проводящий пучок, 5- эпидермис, 6 –камбий, 7 – хлоренхима, 8 – уголковая колленхима, 9 – хлоренхима, 10 – паренхима, 11 – полость

Рисунок 35 – Фотографии микропрепаратов фрагментов поперечных срезов побегов *Rhaponticum altaicum* на разных возрастных состояниях (А - ювенильном, В - имматурном, С - виргинильном, D –молодом генеративном состоянии(ув.*4), Е – среднем генеративном состоянии (ув.*10), F – сенильном)

Периметр побега окружен однослойным эпидермисом. Клетки его округлые, со значительно утолщенными наружными клетками и кутикулой, слой которой более толстый в местах соединения клеток. Под эпидермисом расположена многослойная уголковая колленхима, между ними залегает многослойная хлоренхима (от 2 до 6 слоев). Характерная черта стебля – наличие полости, в результате чего стебель приобретает трубчатый характер. Проводящая зона пучкового типа, коллатеральные проводящие пучки открытого типа. Пучки разных размеров; крупные, овальные или яйцевидные; мелкие – овальные; коллатеральные, открытого типа, расположены по кольцу. По мере роста, начиная с генеративного возрастного состояния пучки увеличиваются в количестве, могут размещаться по второму кругу. С обеих

сторон пучок армирован участками склеренхимы. Внутренняя часть заполнена рыхлыми и тонкостенными клетками из остатков сердцевинной паренхимы, которая может разрушаться с образованием воздухоносных полостей. В целом наши исследования подтверждают данные, полученные Г. Султангазиной [13].

Особенности анатомических показателей стеблей по мере роста и развития *Rh. altaicum* представлены в таблице 15 и на рисунке 36.

Таблица 15 – Количественные показатели отдельных клеток и тканей стеблей *Rhaponticum altaicum* в процессе онтогенеза (в мкм)

Показатели	Возрастные состояния <i>Rh. altaicum</i>				
	j	im	v	g	s
Длина проводящего пучка, мкм	1,62±0,02*	2,43±0,04*	3,06±0,08*	3,31±0,1*	2,8±0,08*
CV, %	2,79	4,43	6,49	10	8,25
Ширина проводящего пучка, мкм	1,02±0,02 ^{ns}	1,41±0,02 ^{ns}	1,58±0,04 ^{ns}	1,98±0,07 ^{ns}	1,47±0,04 ^{ns}
CV, %	5,00	3,83	5,99	11,18	7,93
Толщина эпидермиса, мкм	0,13±0,01*	0,16±0,001*	0,27±0,02*	0,12±0,01*	0,16±0,01*
CV, %	17,06	14,43	16,57	20,64	18,89

* - показывает достоверное отличие показателей в ряду измерений (P<0.05); ns – нет достоверной разницы по результатам замеров (P>0.05).

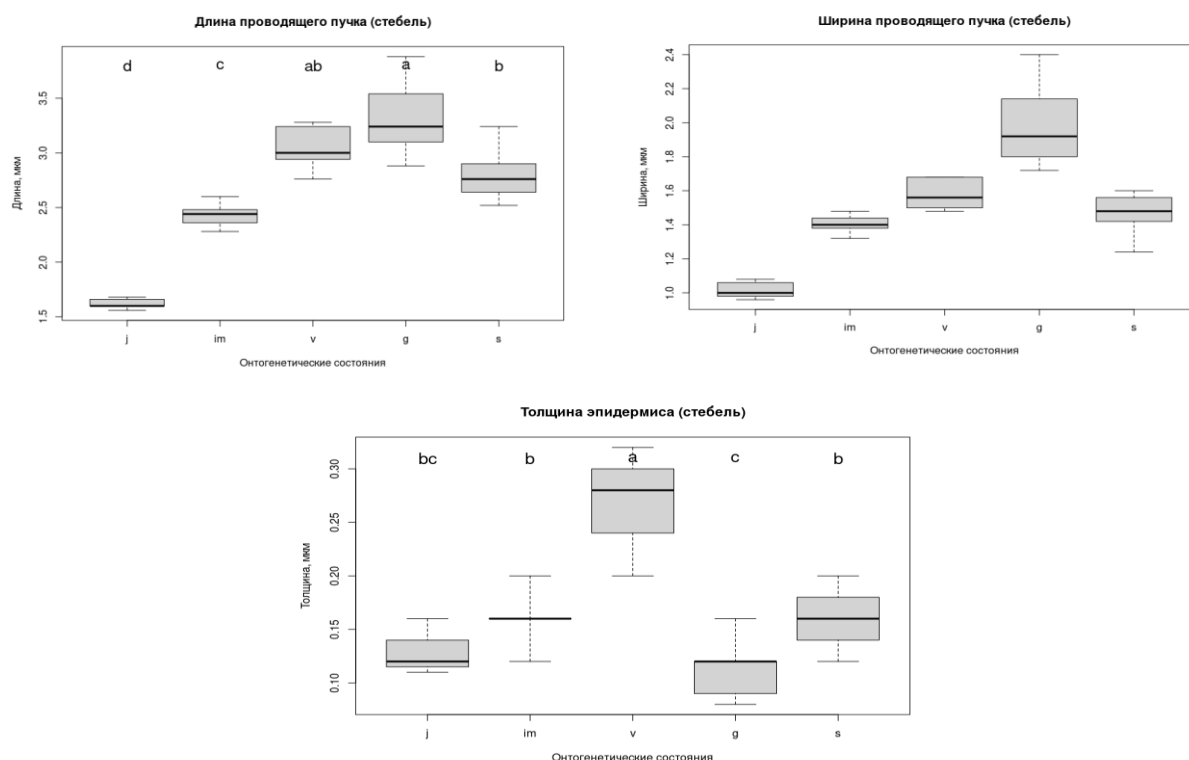
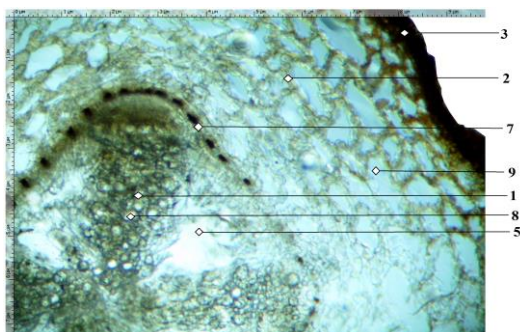


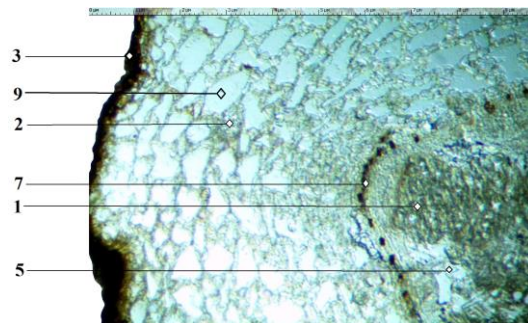
Рисунок 36 - Различия средних значений метрических данных анатомических структур листовых пластинок по возрастным состояниям *Rhaponticum altaicum*

Анализ анатомического строения стебля *Rh. altaicum* показал, что по мере роста и развития растения характерно увеличение линейных параметров проводящих пучков. Минимальное значение их размеров для побегов ювенильного растения составляет: $1,62 \pm 0,02$ мкм в длину и $1,02 \pm 0,02$ мкм в ширину. В генеративном возрастном состоянии этот показатель достигает максимального значения - $3,31 \pm 0,1$ мкм в длину и $1,98 \pm 0,07$ мкм в ширину. Линейные параметры проводящих пучков обладают низкой изменчивостью, где коэффициент вариации колеблется в пределах от 2,79 до 11,18 %. Толщина эпидермиса генеративного растения и первичной коры *Rh. altaicum* в остальных возрастных состояниях обладают средней изменчивостью и составляет от 14,43 до 20,64%. Для длины проводящих пучков и толщины эпидермиса стебля генеративных растений и эпидермиса стебля остальных изучаемых возрастных состояний выявлены достоверные различия этих показателей в процессе онтогенеза. Длина проводящего пучка по мере перехода между возрастными состояниями до генеративного включительно увеличивается, что обусловлено количественными и качественными преобразованиями. Начиная с сенильного состояния отмечается уменьшение длины проводящих пучков. Аналогичная ситуация наблюдается у ширины проводящих пучков (рисунок 36).

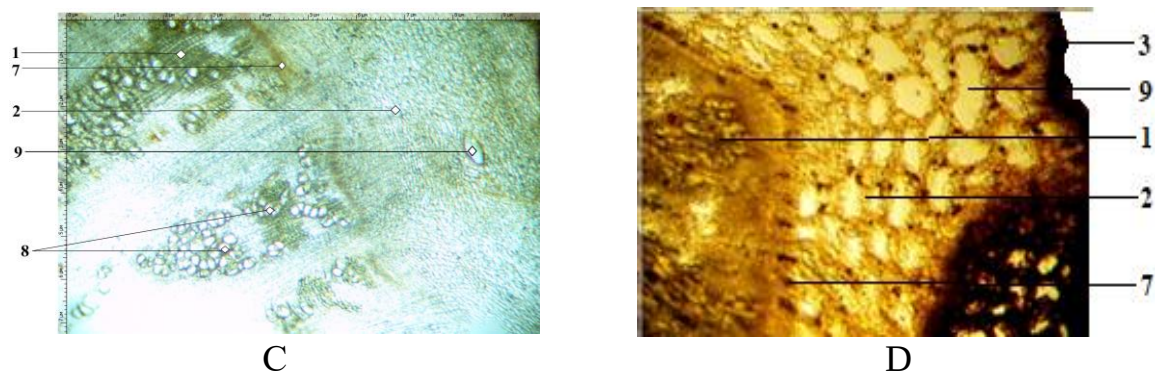
Анатомическое строение корня. Для *Rh. altaicum* характерен проводящий пучок радиального типа начиная с имматурного возрастного состояния (рисунок 37). На поперечном срезе видны 2 основные зоны: первичная кора и центральный осевой цилиндр. Первичная кора состоит из трех-четырёхрядной экзодермы, клетки которой темноокрашены и плотно сомкнуты, а также мезодермы и однослойной эндодермы. Мезодерма представлена многочисленными рядами округлых тонкостенных клеток паренхимы. Центральный осевой цилиндр представлен однорядным перициклом в виде одного слоя клеток и радиальным проводящим пучком, в котором группы элементов первичной и вторичной ксилемы чередуются с участками первичной флоэмы. В середине осевого цилиндра находится центральный паренхимный тяж, состоящий из клеток запасающей паренхимы, некоторые из которых лигнифицированы. Корни *Rh. altaicum* в коровой части имеют множество мелких воздухоносных полостей. С возрастом воздухоносные полости становятся шире и аэренхимная структура занимает весь объем коровой паренхимы. В тонких корнях полости отсутствуют.



А



В



Примечание – 1 - ксилема, 2 – мезодерма, 3-экзодерма, 4-коровая паренхима, 5 – флоэма, 6 – полость, 7 – эндодерма, 8 – ксилемные сосуды, 9 – воздухоносная полость

Рисунок 37 – Фотографии микропрепаратов фрагментов поперечных срезов корня *Rhaponticum altaicum* на разных возрастных состояниях (А – имматурном, В – виргинильном, С - генеративном, D - сенильном)

При сравнении количественных показателей длины и ширины сердцевинного луча ксилемы и толщины первичной коры выявлены следующие особенности, которые представлены в таблице 16.

Таблица 16 – Количественные показатели отдельных клеток и тканей корней *Rhaponticum altaicum* в процессе онтогенеза (в мкм)

Показатели	Возрастные состояния <i>Rh. altaicum</i>			
	im	v	g	s
Длина сердцевинного луча, мкм	3,8±0,09*	5,57±0,09*	6,27±0,06*	3,74±0,28*
CV, %	6,6	4,65	2,37	18,36
Ширина сердцевинного луча, мкм	1,7±0,03*	2,01±0,03*	2,17±0,08*	1,67±0,13*
CV, %	5,22	4,85	8,88	19,67
Толщина первичной коры, мкм	1,71±0,07*	2,29±0,03*	2,05±0,09*	2,05±0,06*
CV, %	9,54	3,19	10,97	7,01
* - показывает достоверное отличие показателей в ряду измерений (P<0.05).				

Таким образом, средние значения изученных морфометрических параметров анатомических структур корней *Rh. altaicum* достоверно отличаются между собой. Максимальные значения линейных параметров сердцевинного луча (ксилема) наблюдаются у генеративных растений – 6,27 ± 0,06 в длину и 2,17 ± 0,08 мкм в ширину. Максимальные значения толщины первичной коры корня – 2,29±0,03 мкм отмечены в виргинильном возрастном состоянии *Rh. altaicum*. В процессе онтогенеза для всех морфометрических показателей корневой системы характерна низкая изменчивость, кроме морфометрических показателей ксилемы в сенильном возрастном состоянии, где отмечена ее высокая изменчивость.

Особенности анатомического строения по возрастным состояниям.

Лист *Rh. altaicum* дорзовентрального типа, не имеет характерного для *Rh. carthamoides* опушения, на нижнем эпидермисе отмечены только простые многоклеточные волоски (трихомы) в области средней жилки. Листовые

пластинки имеют закрытый тип коллатеральных пучков, для стеблей характерны коллатеральные пучки – открытого типа. Особенности их расположения зависят от возрастного состояния. В листьях виргинильных и сенильных особей крупные проводящие пучки чередуются с мелкими. В ювенильной, имматурной и генеративной стадиях это 3 центральных крупных пучка, между ними могут располагаться мелкие пучки. В побегах генеративных и сенильных особей проводящие пучки разных размеров расположены в два круга. Для *Rh. altaicum* характерен трубчатый стебель (наличие полости), со слаборебристой поверхностью и корни с радиальным проводящим пучком, начиная с имматурного возрастного состояния. Особенности корневой системы этого растения является наличие множества мелких воздухоносных полостей. С возрастом воздухоносные полости становятся шире и аэренхимная структура занимает весь объем коровой паренхимы. В тонких корнях полости отсутствуют. Воздухоносные полости характерны и для паренхимы черешка генеративных растений, а также листьев сенильных особей. Наличие воздухоносных полостей во всех вегетативных органах растения связано со средой обитания, т.к. *Rh. altaicum* произрастает на заливных лугах, по берегам озер и болот.

3.6 Изучение содержания экистероидов и флавоноидов *Rhaponticum altaicum*

Во всех исследованиях, направленных на изучение экистероидов и сопутствующих им других вторичных метаболитов растений, до сих пор недостаточное внимание уделяется динамичному изменению их содержания в растениях в процессе развития. Исследование большого числа экистероидсодержащих растений показало, что концентрация фитоэкистероидов в них не статична [237,238]. Различные части и органы растения содержат разные концентрации этих соединений. В этом аспекте проводились исследования содержания основных низкомолекулярных биологически активных веществ изучаемого вида.

Перечень и характеристику исследуемых образцов приводим в таблице 17. Результаты исследования качественного и количественного содержания фитоэкистероидов, а также суммы флавоноидов в этанольных экстрактах надземной и подземной частей *Rh. altaicum*, произрастающего на территории Северного и Центрального Казахстана в разные фазы развития представлены на рисунках 38 - 43, таблицах 18, 19 и в таблице С.1 приложения С. Вследствие того, что в этанольных образцах надземной части Карагандинского происхождения не обнаружен мажорный компонент – 20-гидроксиэкизон была предпринята попытка выделить комплекс экистероидов из образцов 3, 4 и 5 с помощью селективной экстракции бутиловым спиртом. Хроматографические параметры бутанольных образцов 3-5 также приведены в таблицах 18 и 19 и в таблице С.2 приложения С.

Таблица 17. Характеристика этанольных образцов *Rhaponticum altaicum*.

Наименование образца	Происхождение или место сбора	Часть растения	Фенофаза
Образец 1	Акмолинская область	Подземная часть	Плодоношение
Образец 2	Акмолинская область	Надземная часть	Плодоношение
Образец 3	Карагандинская область	Подземная часть	плодоношения
Образец 4	Карагандинская область	Надземная часть	Плодоношение
Образец 5	Карагандинская область	Надземная часть	Цветение

Идентификацию 20-гидроксиэкдизона (экдистерона) в растительном объекте проводили методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) [239]. Фитоэкдистероиды проявляются в виде желто-зеленых пятен при опрыскивании хроматограммы раствором ванилина в серной кислоте и последующем нагревании. В УФ-свете данные пятна приобретают темную окраску (рисунок 38).

Хроматографическое исследование методом ТСХ (элюент: хлороформ - этанол 20:1 - 3:1) этанольного экстракта *Rh. altaicum* показало, что в нем наряду с фитоэкдистероидами содержатся вещества полифенольной природы (флавоноиды) с широким диапазоном полярности.



Примечание. 1 - образец 2; 2 - образец 5; 3 – образец 3; 4. Стандартный образец 20-гидроксиэкдизона; 5 - образец 1; 6 – образец 4.

Рисунок 38 – ТСХ хроматограмма экстрактов *Rhaponticum altaicum* в УФ свете на наличие экдистерона

Для фитоэкдистероидов, в том числе и экдистерона, не существует универсального способа выделения из растительных объектов. В каждом конкретном случае применяют наиболее оптимальный метод или сочетание

методов с учетом физико-химических и хроматографических свойств целевых компонентов и особенностей растительного сырья.

В этом плане метод жидкость-жидкостной экстракции (этанол, а затем бутанол) является одним из самых простых и удобных методов разделения и концентрирования фитоэкдистероидов, что обуславливает его широкое использование в процессе экстракции и других БАВ.

В этой связи, была разработана методика качественного анализа экдистероидной суммы и количественного анализа экдистерона с использованием обращенно-фазовой ВЭЖХ. УФ детектирование при 254 нм (для экдистероидов) и 272 нм и 350 нм с батохромным сдвигом в области длинных волн (для флавоноидов).

Как видно, на хроматограммах этанольных экстрактов подземной и надземной частей *Rh. altaicum* обнаружено множество пиков, из которых по времени удерживания в сравнении с метчиками достоверных образцов идентифицированы экдистероиды: 20 - гидроксизекдизон (экдистерон) (15,9 мин), макистерон А (19,6 - 19,9 мин) и 2-дезоксизекдизон (2-дезоксизекдистерон) (28,0 мин) и ряд неидентифицированных стероидных компонентов и флавоноидов (рисунок 39-43).

В результате хроматографических исследований установлено их количественное содержание в надземной и подземной частях исследуемого растения.

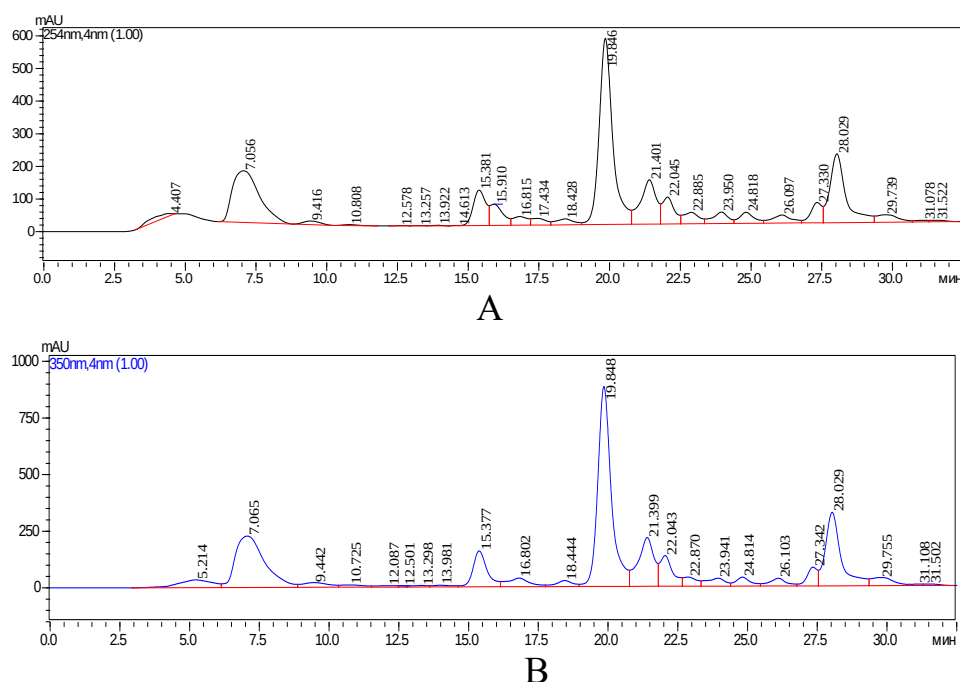


Рисунок 39 – Хроматограмма этанольного экстракта образца подземной части *Rhaponticum alaticum*, собранные с Акмолинской области во время плодоношения, детектирование при длинах волн: 254 нм (А), 272 нм (В)

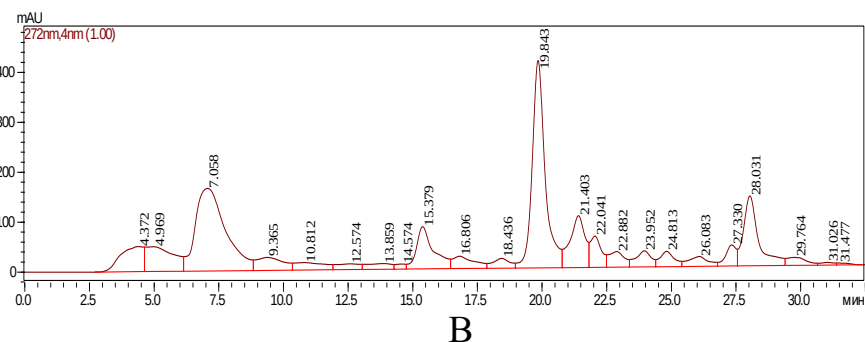
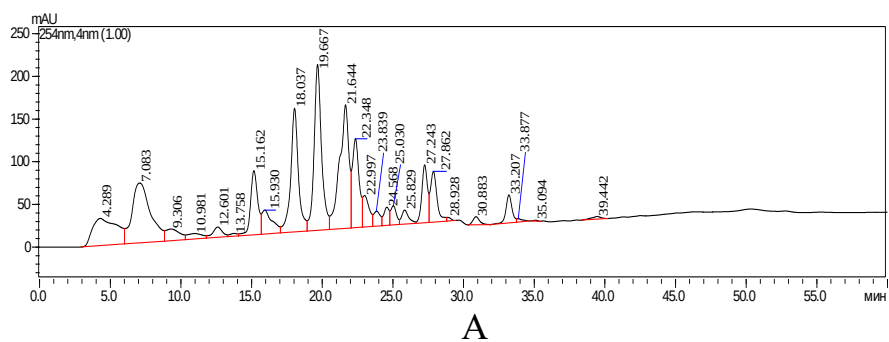


Рисунок 40 – Хроматограмма надземной части *Rhaponticum alaticum*, собранные в фазу плодоношения в Акмолинской области, детектирование при длинах волн: 254 нм (А), 272 нм (В)

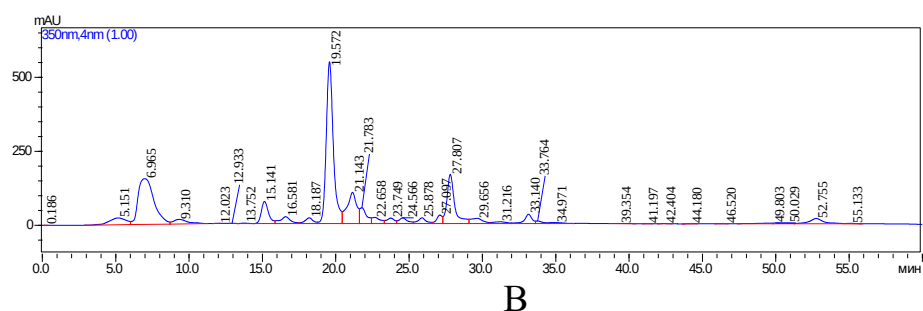
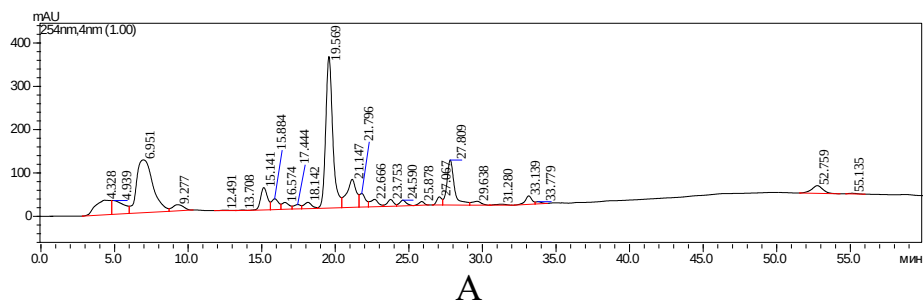
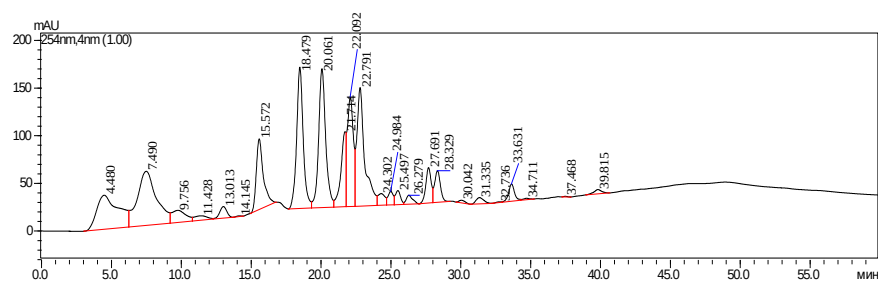
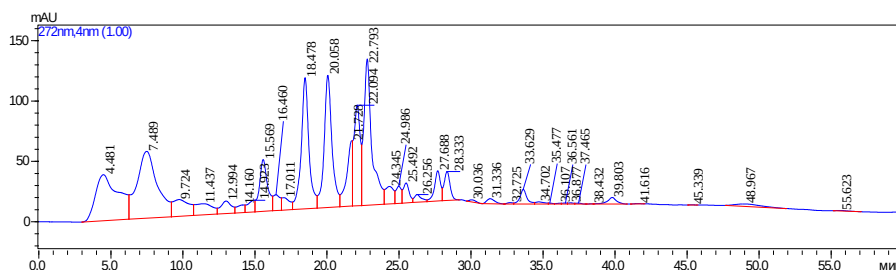


Рисунок 41 – Хроматограмма этанольного экстракта подземной части *Rhaponticum alaticum*, собранной в фазу плодоношения в Карагандинской области, детектирование при длинах волн: 254 нм (А) и 350 нм (В)

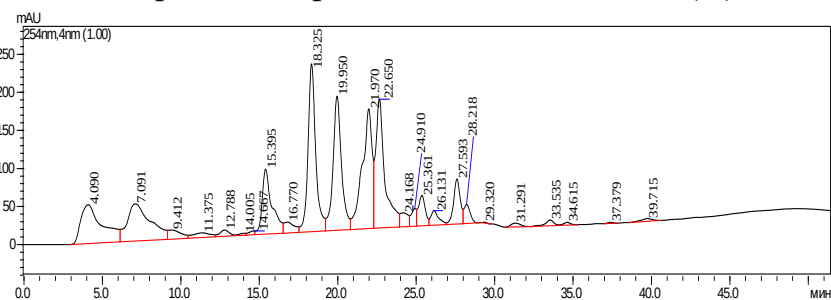


A

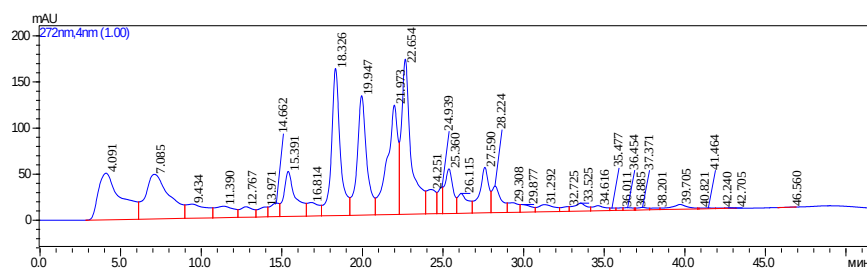


B

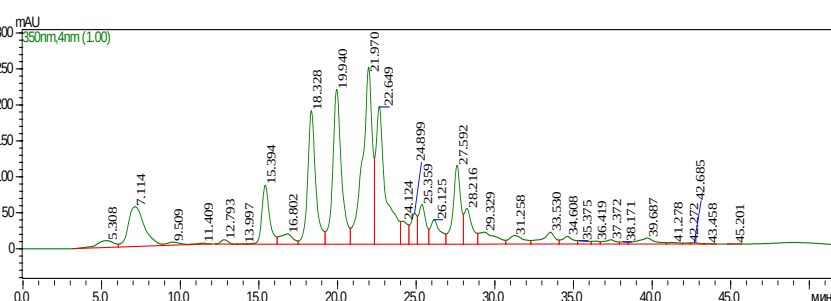
Рисунок 42 – Хроматограмма этанольного экстракта надземной части *Rhaponticum alaticum*, собранной в фазу плодоношения в Карагандинской области: детектирование при длинах волн 254 нм (A) и 272 нм (B)



A



B



C

Рисунок 43 – Хроматограмма этанольного экстракта надземной части *Rhaponticum alaticum*, собранной в фазу цветения в Карагандинской области: детектирование при длинах волн 254 нм (A), 272 нм (B) и 350 нм (C)

Таблица 18 – Идентификация экистероидов в образцах *Rhaponticum altaicum*

№ обр- ца	Образцы	Время удерживания, мин	Длина волны, нм	Экдистероиды	Содержание экдистероида в по 20- гидроксиэкди зону, %
1	Корни, плодоношение, Акмолинская область	15,910	244	20-гидроксиэкдизон	0,01997
		19,846	242	Макистерон А	0,18466
		28,029	242	2-дезоксид-20- гидроксиэкдизон	0,07988
2	Надземная часть, плодоношение, Акмолинская область	19,667	244	Макистерон А	0,15425
3	Корни, плодоношение Карагандинская область	15,884	240	20-гидроксиэкдизон	0,00398
		19,565	242	Макистерон А	0,05494
4	Надземная часть, плодоношение Карагандинская область	-	-	-	-
5	Надземная часть, цветение Карагандинская обл.	19,950	247	Макистерон А	0,05791
6	Корни, плодоношение Карагандинская область, <i>бутанольный комплекс</i>	15,837	243	20-гидроксиэкдизон	0,00148
		20,177	242	Макистерон А	0,00507
7	Надземная часть, плодоношение Карагандинская область, <i>бутанольный комплекс</i>	20,499	244	Макистерон А	0,01977
8	Надземная часть, цветение Карагандинская область <i>бутанольный комплекс</i>	8,510	249	НИЭ	0,01303
		17,047	248	НИЭ	0,00836
		20,058	246	Макистерон А	0,04143
Примечание – НИЭ – неидентифицированный экдистероид; «-» - не обнаружены экдистероиды.					

В подземной части *Rh. altaicum* методом ТСХ и ВЭЖХ обнаружено стероидное соединение – 20-гидроксиэкидизон (экистерон), характерное для рода *Rhaponticum*. Во всех частях изучаемого растения впервые выявлен другой стероидный компонент – макистерон А, а также впервые был обнаружен 2-дезоксид-20-гидроксиэкидизон в подземной части *Rh. altaicum*, собранной в Акмолинской области во время плодоношения. В *Rhaponticum altaicum* экистероид – макистерон А является характерным. Наибольшее содержание его отмечено в образцах из Акмолинской области (0,185 и 0,154 %), тогда как в образцах из Карагандинской области – 0,055 и 0,058 %. Уровни 20-гидроксиэкидизона варьируют в интервале 0,004 % (образец 3) – 0,020 % (образец 1).

Таблица 19 - Общее содержание экистероидов и флавоноидов в нативных экстрактах и выделенных комплексах *Rhaponticum altaicum*

Образец	Содержание экистероидов, % на а.с.с. в этанольном экстракте	Содержание флавоноидов, % на а.с.с. в этанольном экстракте	Содержание экистероидов, % на а.с.с. в бутанольном экстракте	Содержание флавоноидов, % на а.с.с. в бутанольном экстракте
Образец 1	0,317	0,016	-	-

1	2	3	4	5
Образец 2	0,154	0,146	-	-
Образец 3	0,059	0,003	0,007	0,001
Образец 4	Не обнаружены	0,569	0,020	0,054
Образец 5	0,058	0,140	0,063	0,156

Наибольшее содержание экистероидов (0,317%) отмечено в надземной и подземной частях *Rhaponticum alaticum* в фазу плодоношения, собранную в Акмолинской области (образцы 1,2). Высокое содержание флавоноидов характерно в надземных частях *Rhaponticum alaticum* в фазу цветения в Карагандинской области (образец 5) и в фазу плодоношения в Акмолинской области (образец 2) (0,140 % и 0,146 %, соответственно). Наивысшее содержание флавоноидов (0,569%) отмечено в надземной части изучаемого растения в фазу плодоношения в Карагандинской области (образец 4).

Таким образом, методами ТСХ и последующей ВЭЖХ полностью подтверждены и расширены предварительные литературные данные [13-15] о присутствии экистерона - главного хемотаксономического маркера и других экистероидов, а также важных полифенольных компонентов растения – флавоноидов в *Rh. alaticum*.

3.7 Исследование биологической активности экстрактов *Rhaponticum altaicum*

Широким спектром терапевтических эффектов обладают препараты и биологически активные добавки из корней и корневищ различных видов рода *Rhaponticum*. Очень важно использование этих, как и других видов растений, для получения лекарственных препаратов природного происхождения, которые в отличие от широко распространенных синтетических препаратов, ценятся из-за меньшего побочного воздействия. Этот эффект приобретает особое значение в связи с расширением диапазона и «омоложением» особо опасных заболеваний (онкология, аллергия, сердечно-сосудистые заболевания), сопровождающиеся развитием окислительного стресса организма и образованием свободных радикалов, связанные с усиливающимся загрязнением окружающей среды, глобальным изменением климата и т.д. На этом фоне препараты из природных соединений дают более комплексный и стойкий эффект. Именно поэтому следует изучать новые виды растений, внедряя их в медицинскую практику.

В этом отношении большие перспективы представляют препараты на основе лекарственного растительного сырья, содержащие комплекс веществ, обладающих антиоксидантным эффектом. Согласно литературным данным [4], среди природных антиоксидантов, сочетающих низкую токсичность со способностью эффективно ингибировать процессы свободнорадикального окисления в живых организмах, ведущую роль играют фенольные соединения. В этой связи актуально изучение и практическое использование

представителей рода *Rhaponticum*. Так, известно, что *Rh. carthamoides* и *Rh. uniflorum* содержат полифенольные соединения - флавоноиды и их сопутствующие компоненты, как фенольные кислоты, антоцианы, органические кислоты и аскорбиновую кислоту, способные проявлять антиоксидантный эффект [4, 9, 12]. В недавних исследованиях была доказана также антиоксидантная активность других представителей данного рода: *Rh. acaule*, *Rh. coniferum* и *Rh. karatavicum*.

Согласно данным А.Г. Бердина [14] надземная часть *Rh. altaicum* может применяться в качестве дополнительного источника лекарственного растительного сырья, обладающего антивирусной и антипротозойной видами активности, благодаря присутствию основных действующих веществ - эхдистерона и сесквитерпеновых лактонов, которые проявляют также выраженную цитотоксическую активность.

На основании изученности биологической активности других видов рода и выявления их антиоксидантного потенциала, а также вследствие выявления достаточного количества флавоноидов и сесквитерпеновых лактонов в надземной и подземной частях *Rh. altaicum* [14], представляет интерес проведение исследований антиоксидантной, антирадикальной и цитотоксической активностей этанольных экстрактов *Rh. altaicum* и выявление перспективности использования данного растения в качестве лекарственного растительного сырья.

Нами проведен биологический скрининг 5 образцов полученных экстрактов из надземной и подземной частей *Rh. altaicum*, собранной в разные фазы развития в Карагандинской и Акмолинской областях на антиоксидантную, антирадикальную и цитотоксическую активности.

Полученные результаты наглядно представлены в таблицах 20-22 и рисунках 44, 45.

Таблица 20. Изменение ОП растворов в зависимости от концентрации рабочих растворов

Образцы	Величина оптической плотности при разной концентрации (мг/мл)			
	0,25	0,5	0,75	1,0
Галловая кислота	1,5559 ± 0,0250	1,6342 ± 0,0019	1,6656 ± 0,0150	1,9522 ± 0,0160
Образец 1	0,5519 ± 0,045	0,8141 ± 0,0200	1,3578 ± 0,0090	1,6808 ± 0,0060
Образец 4	0,5920 ± 0,0120	0,9691 ± 0,0210	1,2767 ± 0,0200	1,8231 ± 0,4700
Образец 2	0,6477 ± 0,0130	1,2049 ± 0,0330	1,7489 ± 0,0040	1,7543 ± 0,0007
Образец 5	0,6839 ± 0,0160	1,1618 ± 0,0120	1,5566 ± 0,0080	1,6929 ± 0,0050
Образец 3	0,6887 ± 0,0200	1,0800 ± 0,0120	1,1669 ± 0,0360	1,8322 ± 0,0160

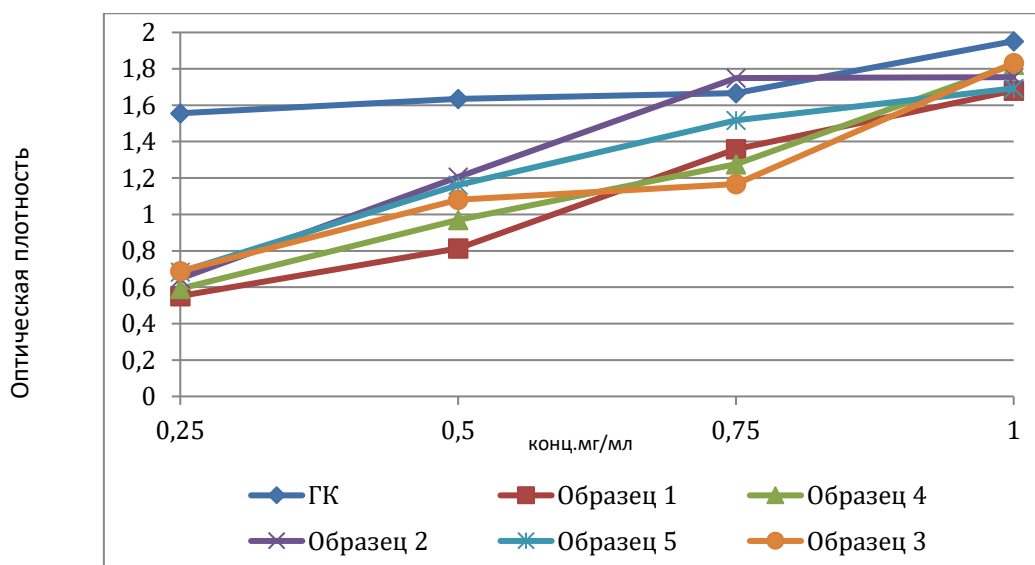


Рисунок 44 - Влияние различной концентрации веществ на изменение антиоксидантной активности

На основании полученных данных из таблицы 20 и графика на рисунке 38 следует, что этанольные экстракты подземной и надземной частей *Rhaponticum altaicum* с Карагандинской области, собранных во время плодоношения (образцы 3,4) в концентрации 1 мг/мл и экстракты надземной части *Rhaponticum altaicum* с Акмолинской области собранную в фазу плодоношения (образец 2) и *Rhaponticum altaicum* с Карагандинской области собранную в фазу цветения (образец 5) в концентрациях 0,75 и 1 мг/мл проявляют высокую антиоксидантную активность по сравнению с референтным препаратом – галловой кислотой.

Таким образом, все полученные этанольные экстракты в концентрации 0,25 мг/мл имеют низкую, а в концентрации 0,5 - среднюю антиоксидантную активность по сравнению – галловой кислотой.

Результаты исследования антирадикальной активности экстрактов *Rhaponticum altaicum* представлены в таблице 21 и рисунке 43.

Таблица 21. Антирадикальная активность (%) экстрактов при разных концентрациях

Исследуемые вещества	Концентрация экстрактов (мг/мл)				
	0,1	0,25	0,5	0,75	1,0
Галловая кислота (ГК)	80,29	80,90	82,29	83,49	83,77
Образец 1	28,02	35,67	71,85	75,45	81,09
Образец 4	28,09	34,11	39,77	74,68	75,79
Образец 2	39,99	70,02	75,62	80,36	81,76
Образец 5	28,70	39,50	73,06	78,47	82,47
Образец 3	29,19	38,47	70,01	75,44	0,22

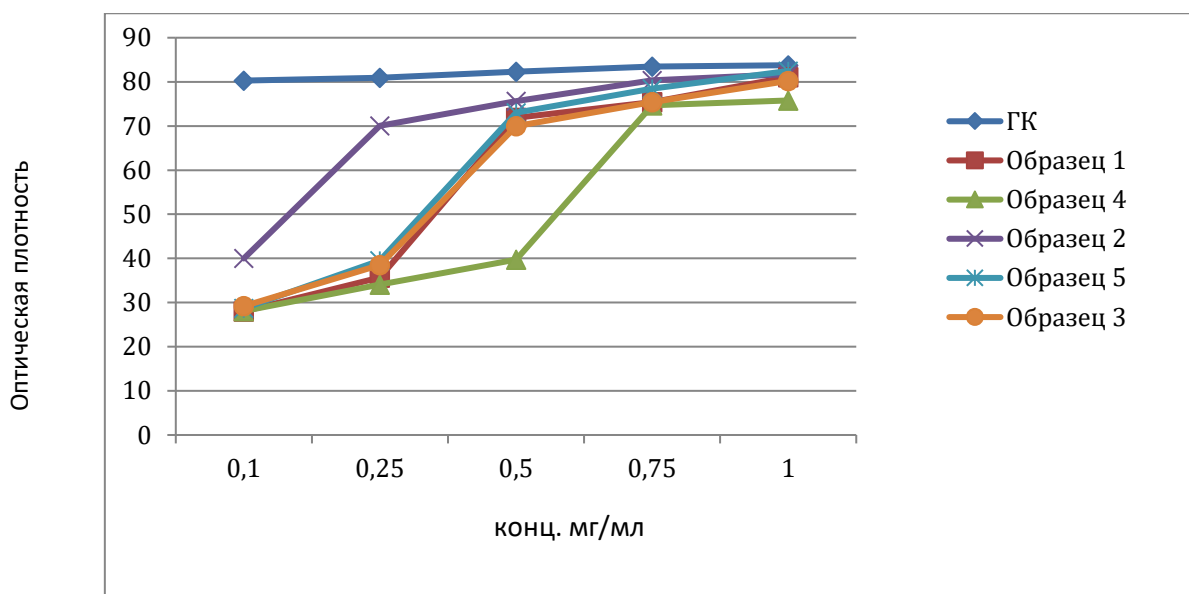


Рисунок 45 - Динамика антирадикальной активности при изменении концентрации веществ

Полученные данные показывают, что этанольные экстракты надземной и подземной частей *Rh. alaticum* собранных в фазу плодоношения в Акмолинской области (образцы 1,2) и этанольные экстракты надземной части изучаемого растения, собранной во время цветения (образец 5) и подземной части – во время плодоношения в Карагандинской области (образец 3) имеют в концентрациях 0,5; 0,75 и 1 мг/мл высокую антирадикальную активность по сравнению с антирадикальной активностью галловой кислоты. Вместе с этим следует отметить, что в концентрациях 0,75 и 1 мг/мл этанольные экстракты надземной части *Rh. alaticum*, собранной во время плодоношения с Карагандинской области (образец 4) также проявляют высокую антирадикальную активность по сравнению с антирадикальной активностью галловой кислоты. При более низких концентрациях (0,1 мг/мл и 0,25 мг/мл) полученные этанольные экстракты обладают нижесредней антирадикальной активностью по сравнению с препаратом сравнения – галловой кислотой (ГК).

Результаты по исследованию цитотоксической активности экстрактов *Rh. alaticum* представлены в таблице 22.

Таблица 22. Результаты исследования цитотоксической активности

Исследуемые вещ-ва	Конц- ции, мг/мл	К-во выживших личинок в контроле, в %	К-во выживших личинок в образце, в %	Смертность, А, %
Актиномицин Д	10	96	0	96
	5	96	4	92
	1	96	33	63
Образец 1	10	96	96	0

Продолжение таблицы 22

Образец 4	5	96	96	0
	1	96	96	0
	10	96	96	0
Образец 2	5	96	96	0
	1	96	96	0
	10	96	92	4
Образец 5	5	96	96	0
	1	96	96	0
	10	96	93	3
Образец 3	5	96	96	0
	1	96	96	0
	10	96	65	31

Как видно из таблицы, процент выживших личинок *Artemia salina* при добавлении исследуемых этанольных экстрактов *Rh. alaticum* различных концентраций (1, 5 и 10 мг/мл) составляет от 92 до 96%, за исключением этанольного экстракта подземной части *Rh. alticum*, собранной во время плодоношения в Карагандинской области (образец 3), где при концентрации 10 мг/мл процент выживших личинок составляет 65 %. Из этого следует, что исследуемые этанольные экстракты *Rh. alaticum* не обладают цитотоксической активностью по сравнению с референтным препаратом сравнения - Актиномицином Д.

Таким образом на основании полученных результатов можно сделать выводы, что кроме проявляемой антивирусной активности, *Rh. alaticum* обладает также высокой антиоксидантной и антирадикальной активностями и низкой цитотоксичностью и может использоваться в качестве лекарственного растительного сырья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведена ревизия видов рода *Rhaponticum* Vaill. Казахстана. В ходе работы были критически пересмотрены имеющиеся материалы гербариев LE, AA, MW, TK, MHA, TASH, KUZ, KG, что позволило уточнить распространение каждого вида (*Rh. carthamoides* (Willd.) Iljin, *Rh. altaicum* (Fisch. ex Spreng.) Soskov., *Rh. nitidum* Fisch., *Rh. aulieatense* Iljin, *Rh. karatavicum* Regel et Schmalh., и *Rh. namanganicum* Iljin.) по флористическим районам Казахстана. По итогам исследования был предложен диагностический ключ видов рода *Rhaponticum*, произрастающих в Казахстане.

2. *Rh. altaicum* распространен в 13 флористических районах преимущественно степной зоны Казахстана, исключение составляют находки в Балхаш-Алакульском флористическом районе, большая часть которого относится к зоне северных пустынь. Определен флористический состав 7 сообществ с *Rh. altaicum* в Карагандинской и Акмолинской областях, который насчитывает 67 видов, принадлежащих к 23 семействам и 31 родам. В исследованных растительных сообществах изучаемый вид занимает промежуточное положение между лугово-болотными и луговыми сообществами. Онтогенез *Rh. altaicum* состоит из четырех периодов: латентного, представленного семенами, виргинильного (проростки, ювенильное, имматурное, виргинильное возрастных состояний), репродуктивного (молодые, зрелые, старые репродуктивные растения), и сенильного.

3. Структура всех изученных ценопопуляций относится к нормальным неполночленным популяциям. Возрастная структура их имеет два основных типа спектра – двувёршинный, где наибольшее количество приходится на виргинильные и среднегенеративные особи и левосторонний спектр с максимумом на прегенеративных растениях. Основная часть ценопопуляций относится к зреющим (ЦП1-2, ЦП4-5), только две (ЦП6 и ЦП7) - к молодым. Проективное покрытие *Rh. altaicum* наиболее высокое в ЦП-2 (15 %) и ЦП-6 (3,8 %). По плотности особей изучаемого вида все ценопопуляции распределены на две группы: невысокая численность 100-300 шт/100 м² (ЦП-1-5) и высокая численность ≥ 700 шт/100 м² (ЦП6-7).

4. Выявлены особенности анатомического строения органов *Rh. altaicum* в процессе онтогенеза. В стеблях начиная с генеративного возрастного состояния проводящие пучки могут находиться как в коровой, так и в древесной части. Также отмечено наличие большого количества воздухоносных полостей в паренхиме корней всех возрастных состояний и листьев виргинильных и сенильных растений, что связано со средой обитания, что может случить дополнительным диагностическим признаком вида.

5. Исследовано качественное и количественное содержание экдистероидов и флавоноидов в экстрактах, полученных из надземной и

подземной частей *Rh. altaicum*, собранного в фазу цветения и плодоношения в Карагандинской и Акмолинской областях.

Показано, что количество основного экистероида - 20-гидроксиэкидизона варьирует в пределах от 0,004 % до 0,020 % в корнях *Rh. altaicum*, произрастающего в Карагандинской и Акмолинской областях. Наряду с экистероном, выделен не известный ранее для рапонтикума серпуховидного макистерон А и 2-дезоксид-20-гидроксиэкидизон. Для *Rhaponticum altaicum* макистерон А является характерным и содержится во всех частях изучаемого растения в фазу плодоношения и цветения. Наибольшее содержание его отмечено в образцах из Акмолинской области (0,185 и 0,154 %). Другой стероидный компонент - 2-дезоксид-20-гидроксиэкидизон обнаружен только в корнях во время плодоношения. Наивысшее содержание суммарного количества флавоноидов (0,569%) отмечено в надземной части изучаемого растения в фазу плодоношения в Карагандинской области; высокое содержание - в надземных частях *Rhaponticum altaicum* в фазу цветения в Карагандинской области и в фазу плодоношения в Акмолинской области (0,140 % и 0,146 %, соответственно). Наибольшее содержание суммарного количества экистероидов (0,317%) характерно в надземной и подземной частях *Rhaponticum altaicum* в фазу плодоношения, собранных в Акмолинской области.

6. Исследование полученных экстрактов *Rhaponticum altaicum* показало высокую антиоксидантную и антирадикальную активности в концентрации 1 мг/мл по сравнению с референтным препаратом - галловой кислотой.

На основании полученных результатов химического состава и биологической активности показана перспективность использования надземной и подземной частей *Rh. altaicum* в качестве лекарственного растительного сырья.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Нелина Н.В., Каржаубекова Ж.Ж. Аннотированный список лекарственных растений Казахстана: Справочное издание - Алматы, 2014. - 230 с.
- 2 Адекенов С.М., Мухаметжанов М.Н., Кагарлицкий А.Д., Куприянов А.Н. Арглабин – новый сесквитерпеновый лактон из *Artemisia glabella* // Химия природных соединений. - 1982. - № 5. - С. 655-656.
- 3 Атажанова Г.А. Состав и биологическая активность эфирных масел эндемичных растений Казахстана // Химия природных соединений. - 2008. - №2.- С. 209-211.
- 4 Zhang X.P., et al. Chemical constituents of plants from the genus *Rhaponticum* // Chem Biodivers. - 2010. - Vol. 7 (3). - P. 594-609.
- 5 Постников Б.А. Маралий корень и основы введения в культуру. – Новосибирск: СО РАСХН, 1995. – 276 с.
- 6 Тимофеев Н.П. Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сб. трудов. Вып. 5. – М.: РАЕН, 2001. - С. 108-134.
- 7 Фармакопея 2.5.0091.18: Рапонтикума сафроловидного корневища с корнями (*Rhapontici carthamoides rhizomata cum radicibus*) // Государственная фармакопея РФ, 14 изд. – М.: ФЭМБ, 2018. – Т. 4. – С. 6360-6368.
- 8 Левзеи сафлоровидной листья: *Rhapontici carthamoides folium* (Leuzea leaf) // Государственная Фармакопея РБ. – Минск: Минздрав, 2007. – Т. 2. – С. 368-369.
- 9 Kokoska L., Janovska D. Chemistry and pharmacology of *Rhaponticum carthamoides*: a review // Phytochemistry. – 2009. – Vol. 70 (7) – P. 842–855.
- 10 Тимофеев Н.П. Потенциал экидистероид синтезирующих растений для фитобиотиков (Обзор)// International agricultural journal. – 2021. – № 6. – С.46-112
- 11 Тулеуов Б.И. Технология фитостероидных препаратов. – Караганда: Гласир, 2017. — 112 с.
- 12 Mamurova S.A. Kupriyanov A.A., Ishmuratova M.M., Ivashchenko A. A., Kubentaev S.A. Taxonomic Revision of the Genus *Rhaponticum* (Asteraceae) of Kazakhstan// OnLine Journal of Biological Sciences – 2024. – № 24(2). – P. 802-815
- 13 Султангазина Г.Ж. Ботаническое и фитохимическое исследование *Rhaponticum carthamoides* и *Rhaponticum serratuloides* в условиях Центрального Казахстана:автореферат.....канд. биол. наук: 03.00.05 –Алматы, 1997. –23 с.
- 14 Бердин А.Г. Биологически активные вещества *Rhaponticum serratuloides* (Georgi.) Bobr. и *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin: автореферат.....канд. хим. наук: – Караганда, 2000. – 24 с.
- 15 Володина С.О. Володин В.В., Горовой П.Г., Ткаченко К.Г., Новожилова Е.В., Ишмуратова М.М., Чадин И.Ф., Канев В.А., Лей Ш.

- Экдистероиды растений Урала, Кавказа, российского Дальнего Востока и Китая (выборочный скрининг) // *Turczaninowia*. – 2012. – № 4 (15). – С. 58–75.
- 16 Красная книга Казахстана. Т.2, Ч. 2. Растения (Изд.-е 2-е, исправленное и дополненное). – Астана: LTD «Art-Print XXI», 2014. – 452 с.
- 17 Holub. J. Contribution to the Taxonomy and Nomenclature of *Leuzea* DC. and *Rhaponticum* auct.// *Folia Geobotanica & Phytotaxonomica*. – 1973. – №4 (8). – P. 377-395
- 18 Dittrich M. Neukombinationen in der Gattung *Stemmacantha* Cass. (Compositae) mit Bemerkungen zur Typisierung einiger ihrer Arten // *Candollea*, – 1984. – №1 (39). - P. 45–49
- 19 Камелин Р.В. Материалы по истории флоры Азии (Алтайская горная страна) – Барнаул, 1998. – 240 с.
- 20 Vorobyeva A., Gorovoy P. The genus *Rhaponticum* in East Asia // *Collectanea Botanica* (Barcelona). – 2010. – Vol 29. – P. 25-30.
- 21 Bremer K. Asteraceae: Cladistics and classification. – Portland, 1998. – 752 pp.
- 22 Garsia-Jacas N.R., Susanna A., Garnatje T., Vilatersana R. Generic delimitation and phylogeny of the subtribe Centaureinae (Asteraceae): A combined nuclear and chloroplast DNA analysis. *Annals of Botany*. – 2001. – Vol. 87. – P. 503-515.
- 23 Greuter, W. The Euro+Med treatment of Cardueae (Compositae) — generic concepts and required new names [Notulae ad floram euro-mediterraneam pertinentes No. 3] // *Willdenowia*. – 2003. – Vol. 33. – P. 49–61.
- 24 Hellwig F.H. Centaureinae (Asteraceae) in the Mediterranean – history of ecogeographical radiation // *Plant Systematics and Evolution*. – 2004. – Vol. 246. – P. 137-162.
- 25 Hidalgo O., Garcia-Jacas N., Garnatje T., Alfonso S. Phylogeny of *Rhaponticum* (Asteraceae, Cardueae–Centaureinae) and Related Genera Inferred from Nuclear and Chloroplast DNA Sequence Data: Taxonomic and Biogeographic Implications// *Annals of Botany* – 2006. - № 97. – P.705–714.
- 26 Володин В.В. Экдистероиды в интактных растениях и клеточных культурах: автореф..... дис. докт. биол. наук: 03.00.12. – Москва, 1999. – 40 с.
- 27 Сосков Ю.Д. Род *Rhaponticum* Adans. Флора СССР. – М.;Л.: Изд-во АН СССР, 1963. – Т.28. – С. 303-332.
- 28 Anderberg A.A., Baldwin B.G., Bayer R.G., et al. Compositae In: Kadereit JW and Jeffrey C (Eds) The families and genera of vascular plants. Vol. VIII. Flowering plants. Eudicots. Asterales. – 2007. – Berlin: Springer. – P. 61–588.
- 29 Абдуллина С.А. Список сосудистых растений Казахстана / Под ред Р.В. Камелина. – Алматы, 1999. – 187 с.
- 30 Оразова А. Рапонтикум-*Rhaponticum* Adans// Флора Казахстана. Т.9. - Алматы: АН КазССР, 1966. - С.368-373.
- 31 Байтенов М.С. Флора Казахстана Т.2.Родовой комплекс. – Алматы: Гылым, 2001. – С.280.

- 32 Остапко В.М., Бойко А.В., Мосякин С.Л. Сосудистые растения Юго-Востока Украины. – Донецк: Ноулидж, 2010. – 247 с.
- 33 Черепанов С. К. Рапонтикум – *Rhaponticum* Hill // Флора европейской части СССР. Т. 7. – СПб.: Наука, 1994. – С. 256.
- 34 Krasnoborov I.M. Flora of Siberia. V. 13. – Plymouth: Scientific Publishers, Inc., Enfield, 2007. – pp. 499.
- 35 Хрусталева И.А. Конспект флоры Кулунды // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. – 2000. – Вып. 6. – С. 58–93.
- 36 Науменко Н.И. Флора и растительность Южного Зауралья : монография. – Курган : Изд-во Курганского гос. ун-та, 2008. — 511 с. : ил.
- 37 Mamurova S.A., Ishmuratova M.Yu. The genus *Rhaponticum* in Kazakhstan: species diversity, distribution and prospects for practical use. Review // Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography series. – 2023. – 110 (2). – 85-93.
- 38 Махмедов А.М. Род *Rhaponticum* Adans. – Рапонтикум// Определитель растений Средней Азии. Т.10. – Ташкент: ФАН, 1993. – С.401.
- 39 Красная книга Кыргызской Республики. – 2-е изд. – Бишкек, 2006. – С. 544.
- 40 Tojibaev K.S., Jang C.G., Lazkov G.A., Chang K.S., Sitpayeva G.T., Safarov N., Beshko N.Y., Muktubaeyeva S.K., Vesselova P.V., Turakulov I., Abdurakhmanova Y.Y., Na N.R., Park M.S., Kyung C., Choi H.J., Oh B.U., Oh, S.H. 2020. An annotated checklist of endemic vascular plants of the Tian-Shan Mountains in Central Asian countries // Phytotaxa. – 2020. – 464(2). – P.117–158.
- 41 Эбель А.Л., Куприянов А.Н., Хрусталева И.А., Лацинский Н.Н., Мошкалов Б.М. Флора северо-западной части Боралдайтау. –Шымкент. South print corporation, 2024. – 256 с.
- 42 Куприянов А.Н. Эндемизм флоры Казахстана (Asteraceae Berct. et J. Presl)// Ботанические исследования Сибири и Казахстана. – 2018. – № 24. - С. 15-44.
- 43 Kubentayev S.A., Alibekov D.T., Perezhogin Y.V., Lazkov G.A., Kupriyanov A.N., Ebel A.L., Izbastina K.S., Borodulina O.V., Kubentayeva, B.B. Revised checklist of endemic vascular plants of Kazakhstan // PhytoKeys. – 2024. – Vol. 238. – P. 241–279.
- 44 Sennikov A.N., Lazkov G.A. Taxonomic corrections and new records in vascular plants of Kyrgyzstan // Memoranda Societatis pro Fauna et Flora Fennica. – 2013. – Vol. 89. – P. 125–138
- 45 Лазьков Г.А., Умралина А.Р. Эндемики и редкие виды растений Кыргызстана (Атлас), изд-ие второе. – Анкара, 2015. – С.210 - 211
- 46 Иващенко А.А. Новые для заповедника Аксу-Джабаглы цветковые растения// Биологическое и ландшафтное разнообразие Казахстана. – 1997. - С. 65-66.
- 47 Иващенко А.А. Список флоры Сайрам-Угамского национального природного парка (Казахстан)// Ботанические исследования Сибири и Казахстана – 2020. – №20. – С.52-63

- 48 Самбуу А.Д., Шауло Д. Н. Распространение и запасы сырья *Rhaponticum carthamoides* (Asteraceae) в Республике Тыва// Растительные ресурсы. – 2019. – № 4 (55). – С. 463–472.
- 49 Кубан И.Н., Дорогина О.В., Жмудь Е.В. Состояние ценопопуляций редкого вида в *Rhaponticum carthamoides* (Asteraceae) в Республике Алтай// Растительный мир Азиатской России. – 2018. - № 3(31). - С. 66–76
- 50 Nekratova N.A., Kurovskiy A.V., Shurupova M.N. Impact of elevation and slope exposure on abundance of rare medicinal plant *Rhaponticum carthamoides* (Maral root)// Ukrainian Journal of Ecology. – 2020. - № 4(10). – P. 210–217
- 51 Кубентаев С.А., Данилова А.Н. *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin и его ресурсные показатели на хребте Ивановский (Восточный Казахстан)// Вестник Томского государственного университета. Биология. – 2017. – №37. – С. 31–46
- 52 Мырзагалиева А.Б., Самарханов Т.Н. Фитоценотическая и ресурсная характеристика левзеи сафлоровидной (*Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin) в Казахстанском Алтае// Вестник Евразийского национального университета им. Л.Н. Гумилева. Серия Биологические науки. – 2018. - №3. - С. 55–65
- 53 Myrzagaliyeva, A.; Irsaliyev, S.; Tustubayeva, S.; Samarkhanov, T.; Orazov, A.; Alemseitova, Z. Natural Resources of *Rhaponticum carthamoides* in the Tarbagatai State National Nature Park // Diversity. – 2024. – Vol.16 (11) – P. 676.
- 54 Ильина И. В., Ишмуратова М. М. Динамика ценопопуляционных характеристик на Южном Урале *Stemmacantha serratuloides* (Georgi) M. Dittrich.// XII Всероссийского популяционного семинара памяти Николая Васильевича Глотова: сб. материалов. – Йошкар-Ола, 2017. – С. 113-115.
- 55 Аслямова Э. Р., Ильина И. В., Ишмуратова М. М. Репродуктивные характеристики *Stemmacantha serratuloides* (Georgi) M. Dittrich. в условиях Башкирского Зауралья// Доклады Башкирского университета. – Уфа, 2019. – №3 (4). – С. 254-259.
- 56 Аслямова Э. Р., Ильина И. В., Ишмуратова М. М. Возрастные спектры ценопопуляции *Stemmacantha serratuloides* (Georgi) M. Dittrich. в условиях Башкирского Зауралья// Доклады Башкирского университета – Уфа, 2019. – №4 (4). – С. 381-385.
- 57 Агафонов В.А., Негробов В.В., Кузнецов Б.И. О редких и охраняемых видах воронежской флоры в Прихопёрье// Флора и растительность Центрального Черноземья: сб.материалов межрегиональной научной конференции. – Курск, 2019. – С.75-78
- 58 Масленникова Л.А., Масленников А.В., Большеголовник серпуховидный (*Stemmacantha serratuloides* (Georgi) Dittrich) – новый вид для флоры Ульяновской области и правобережья Средней Волги// Природа Симбирского Поволжья: сб. материалов XX межрегиональной научно-практической конференции. – Ульяновск, 2018. – С.81-84

- 59 Ревякина Н.В., Козырева Ю.В. Большеголовник (Рапонтикум) серпуховый *Rhaponticum serratuloides* (Georgi) Bobr. в степях Евразии // Степи Северной Евразии: сб. материалов VIII международного симпозиума – Оренбург, 2018. – С.812-813.
- 60 Mânzu C. C., Irimia I., Cîșlariu A.G., Chinan V-C. Chorological data for some rare plant species from ROSCI0222 Sărăturile Jijia Inferioară-Prut and ROSPA0042 Eleșteele Jijiei Și Miletinului (Iași County)// Acta Horti Botanici Bucurestiensis. – 2020. – P.35-54.
- 61 Невзоров А. В., Шатаханов Б.Д., Смирнов Д.И., Авдохина А.А. Фитоценотическое окружение редкого растения Саратовской области *Stemmacantha serratuloides* (Georgi) M. Dittrich. на заливных лугах в пойме реки Мелик // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. – 2019. – №1 (38). – С.68-70.
- 62 Smirnova E.B., Shatakhanov B.D., Kabanov S.V., Ponomareva A.L., Shevchenko E.N., Zaigralova G.N. Phytocenotic confinement and the structure of coenopopulation of the rare medicinal plant *Stemmacantha serratuloides* (Georgi) M. Dittrich. in the Balashovo municipality of the Saratov region// Annals of Tropical Medicine & Public Health-Special Issue. – 2018. – Vol. 9. P.616-18.
- 63 Демченко Л.А. Растительный покров Кустанайской области// Материалы к флоре и растительности Казахстана: тр. Института ботаники АН КазССР, Т.10 – Алма-Ата, 1961.– С.57-60.
- 64 Демина О.М. Формация пырея ползучего в степных и полупустынных районах Казахстана// Материалы к флоре и растительности Казахстана: тр. Института ботаники АН КазССР. Т.13- Алма-ата, 1963. - С.86-91.
- 65 Иващенко А.А. Мамырова С.А. Нелина Н.В. Большеголовник серпуховидный (*Rhaponticum serratuloides* (Georgi) Bobr) во флоре государственного природного резервата «Алтын-Дала» // Биологическое разнообразие азиатских степей: сб. материалов IV международной научной конференции – Костанай, 2022. – С 61-67.
- 66 Mamurova S.A., Ivashenko A.A. Floristic composition of plant communities involving *Rhaponticum serratuloides* (Georgi) Bobr in the desert steppes of Kazakhstan// Asian Grassland Conference: virtual conference. – 2022. – P.64
- 67 Красная книга Самарской области.Т. 1. Редкие виды растений и грибов – Издательство Самарской государственной академии (Наяновой), 2017. – С. 56
- 68 Красная книга Краснодарского края. Растения и грибы – [б.и.], 2017. – С. 421–422.
- 69 Красная книга Саратовской области: Грибы. Лишайники. Растения. Животные. - Папирус, 2021. – С.87
- 70 Красная книга Омской области. – Издательство ОмГПУ, 2015. – С.453

- 71 Зарипова А.А., Ахметова А.Ш. Размножение в культуре *in vitro* *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin. // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – № 6 (100). – С. 143-144.
- 72 Б. Райзер, Д.С. Тагиманова, Е.В. Акинфиева, Г.Ж. Нагметова. Влияние ауксинов на ризогенез *Rhaponticum carthamoides* в условиях *in vitro*// Региональная флора Казахстана: разнообразие, генетика и охрана: сб. материалов симпозиума – Астана, 2024. – С. 33.
- 73 Myrzagaliyeva A., Akzambek A., Orazov A. Characteristics of growth and development of *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) during *in vitro* micropropagation// Научный Альманах ассоциации France-Kazakhstan. – 2016. – № 3. – С.57-68.
- 74 Мухаметвафина А.А., Ахметова А.Ш. размножение *Stemmacantha serratuloides* (Georgi) M. Dittrich. в культуре *in vitro*// Биотехнология. – 2011. – № 5. – С. 73-79.
- 75 Рахматуллина И.Ф., Минеев Я.П., Кулуев Б.Р.. Введение в культуру *in vitro* и микрклональное размножение Большеголовника серпуховидного *Stemmacantha serratuloides* (Georgi) M. Dittrich. – Известия Уфимского научного центра РАН. – 2024. №1. – С.85-90.
- 76 Интродукция лекарственных, ароматических и технических растений. Итоги работ интродукционного питомника БИН АН СССР за 250 лет. – М.-Л.: Наука, 1965. – 424 с.
- 77 Хоциалова Л.И., Евтюхова А.В. Некоторые биологические особенности стемаканты (леuzeи) сафлоровидной (*Stemmacantha carthamoides* (Willd.) разного происхождения при интродукции в главный ботанический сад РАН// Современные тенденции развития науки и технологий: сб.материалов – 2016. – № 1-4. – С. 142-143.
- 78 Тимофеев Н.П. Биологические основы промышленного возделывания левзеи сафлоровидной и серпухи венценосной в агроценозе // Эколого-популяционный анализ полезных растений. Интродукция, воспроизводство, использование: материалы X международного симпозиума. – Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, 2008. – С. 194-196
- 79 Биндасова Т.Н., Тимофеев Н.П. Морфологические параметры, продуктивность и динамика экидистероидов у *Rhaponticum carthamoides* в возрасте 1-28 лет// Перспективы развития и проблемы современной ботаники: материалы IV (VI) Всероссийской молодежной конференции с участием иностранных ученых. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2018. – С.43-46
- 80 Мамырова С.А. Опыт первичного испытания в культуре левзеи сафлоровидной // Материалы международной конференции студентов и молодых ученых «Фараби әлемі». – 2015. – С.-98-99.
- 81 Янина О.В., Чигодайкина Д.С., Габдуллин Е.М., Адекенов С.М. Первичная интродукция редкого эндемичного вида *Rhaponticum karatavicum* Rgl. et. Shmalh. в условиях Центрального Казахстана// Известия национальной академии наук Республики Казахстан. Серия биологическая и медицинская. – 2016. – №2. – С.205-210

82 Ишмуратова М.Ю. Итоги интродукции лекарственных растений в условиях г. Караганды // Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85 - летию ФГБНУ ВИЛАР – Москва, 2016. – С.79 -83.

83 Тлеукенова С.У., Гаврилькова Е.А., Мадиева А.Н., Аманжолова Б.А., Айтымов А.К., Ишмуратова М.Ю. Интродукция растений в условиях сухо-степной и полупустынной зоны Центрального Казахстана. Монография. – Караганда: Изд-во НАО КарУ им. Е. А. Букетова, 2023. – 162 с.

84 Растения природной флоры Казахстана в интродукции. Справочник. – Алма-Ата. «Гылым», 1990. – 287 с.

85 Грудзинская Л.М., Гемеджиева Н.Г., Арысбаева Р.Б., Рамазанова М., Мусрат А., Садакменде Т. Коллекция лекарственных растений в Главном ботаническом саду ИБФ МОН РК// Вестник Совета ботанических садов Казахстана (Евразийский ботанический журнал). – 2017. - №5. – С.3-69.

86 Аильчиева А.О., Сыева С.Я., Мандаева С.А. К вопросу интродукции некоторых редких и исчезающих видов флоры Сибири в условиях Алтайского филиала Центрального Сибирского ботанического сада СО РАН//Сохранение разнообразия растительного мира в ботанических садах: традиции, современность, перспективы: материалы международной конференции, посвященной 70-летию Центрального сибирского ботанического сада. – Новосибирск, 2016. – С .3-5.

87 Фатюнина Ю. А., Можаяева Г. Ф., Кагина Н. А. Экспресс-оценка успешности интродукции травянистых и полудревесных лекарственных растений коллекции Пензенского ботанического сада Пензенского государственного университета// Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2022. – № 3. – С.28-43.

88 Интродукция природной флоры Сибири. – Новосибирск. Академическое изд-во «Гео», 2017. – 445 с.

89 Абубакиров Н.К. Экдистероиды цветковых растений (Angiospermae) // Химия природных соединений. – 1981. – №6. –С. 685–702

90 Baltaev U.A., Abubakirov, N.K. Phytoecdysteroids of *Rhaponticum carthamoides* // Chem. Nat. Compd. – 1987. – Vol.23. – P.565-568.

91 Pis J., Bydesinsky M., Vokas K., Laudova V., Harmatha J. Ecdysteroids from the roots of *Leuzea carthamoides*// Phytochemistry.– 1994. – Vol. 37. –P. 707.

92 Vokac K., Budesinsky M., Harmatha J. Minor ecdysteroids components of *Leuzea carthamoides* // Collect. Czech. Chem. Commun. - 2002 – Vol.67. – P.124-139.

93 Borovikova E. B., Baltaev U. A. Lesterone, a new phytoecdysteroid from the seeds of *Leuzea carthamoides* //Chemistry of natural compounds. – 1999. – Vol. 35. – P.182 - 183.

94 Baltaev U. A. Rapisterone D, a phytoecdysteroid from *Rhaponticum carthamoides* //Phytochemistry. – 1995. – Vol. 38. – №. 3. – P.799-800.

- 95 Budesínský M, et al Additional minor ecdysteroid components of *Leuzea carthamoides* // Steroids. – 2008. – Vol. 73 (5). – P. 502-514.
- 96 Baltaev U. A. Phytoecdysteroids of *Rhaponticum carthamoides*. II. Rhapisterone B // Chemistry of Natural Compounds. – 1991. – Vol. 27. – №. 6. – P. 712-713.
- 97 Baltaev U. A. Phytoecdysteroids of *Rhaponticum carthamoides* III. Rhapisterone C // Chemistry of Natural Compounds. – 1992. – Vol. 28. – P.198-200.
- 98 Borovikova E.B., Shangaraeva G.S., Baltaev U.A. Rhapisterone D 20-acetate from the seeds of *Leuzea carthamoides* // Chem. Nat. Compd. – 1999. – Vol. 35. – P.184-185.
- 99 Baltaev U.A., Dinan L., Girault J.P., Lafont R. [Z]-dehydroamarasterone B, a phytoecdysteroid from seeds of *Leuzea carthamoides* // Phytochemistry. – 1997. – Vol.46. – P.103-105.
- 100 Sadykov Z.T., Ramazanov N.Sh., Saatov Z. Phytoecdysteroids of plants of the genus *Rhaponticum*: polypodin B 22-O-benzoate from *Rhaponticum carthamoides*// Chem. Nat. Compd. – 1997. – V.33. – P.665–666.
- 101 Ramazanov N.S., Maksimov E.S., Saatov Z., Mamatkhanov A.U., Abdullaev N.D. Phytoecdysteroids of plants of the genus *Rhaponticum* I. Carthamosterone A from *R. carthamoides* // Chem. Nat. Compd. – 1997. – Vol.33. – P.301-302.
- 102 Ramazanov N.S., Maksimov E.S., Saatov Z., Mamatkhanov A.U., Abdullaev N.D. Phytoecdysteroids of plants of the genus *Rhaponticum* II. Carthamosterone B from *Rh. carthamoides* // Chem. Nat. Compd. – 1997. – Vol.33. – P.303-304.
- 103 Kolečkar V., Opletal L., Brojerova E., Rehakova Z., Cervenka F., Kubikova K., Kuca K., Jun D., Polasek M., Kunes J., Jahodar, L. Evaluation of natural antioxidants of *Leuzea carthamoides* as a result of a screening study of 88 plant extracts from the European Asteraceae and Cichoriaceae // J. Enzyme Inhib. Med.Chem. – 2008. – Vol.23. – P.218–224.
- 104 Varga E., Sarik G., Hajdu Zs., Szendrei K., Pelczer I., Jerkovich G. Flavonoids from *Leuzea carthamoides* DC. Herb. Hung. – 1990. – Vol.29. – P.51-55.
- 105 Vereskovskii V.V. Flavonoid aglycones of the roots of *Rhaponticum carthamoides* // Chem. Nat. Compd. – 1980. – Vol.15. – P.637-638.
- 106 Faizieva S.K., Khushbaktova Z.A., Syrov, V.N., Yuldashev M.P., Batirov E.K., Sagdullaev S.S. The total flavonoids from *Thermopsis alterniflora*, *Th.dolichocarpa*, *Vexibia alopecuroides*, and *Rhaponticum carthamoides* and their hypolipidemic activity. Chem. Nat. // Compd. – 1999. – Vol.35. – P.155-158.
- 107 Вересковский В.В. Флавоноиды соцветий *Rhaponticum carthamoides* // Химия природных соединений. – 1980. – №3. – С.417-417.
- 108 Sharaf M., Skiba A., Werglarz Z., El-Ansari M.A. Two flavonol 5-O-glycosides from the roots of *Leuzea carthamoides* // Fitoterapia. – 2001. – Vol.72. – P.940-942.

- 109 Miliauskas G., van Beek T.A., de Waard P., Venskutonis P., Sudholter, J.R. Identification of radical scavenging compounds in *Rhaponticum carthamoides* by means of LC-DAD-SPE-NMR // J. Nat. Prod. – 2005. – Vol.68. – P.168-172.
- 110 Вересковский В.В., Чекалинская И.И. Chrysanthemin and cyanin in species of the genus *Rhaponticum*. Chem. Nat. Compd. – 1979. – №14. – С.450–451.
- 111 Skiba A., Weglarz Z. Phenolic acids of *Rhaponticum carthamoides*. //Acta Hort. - 2003. – Vol.597. – P.119-124.
- 112 Вересковский В.В., Чекалинская И.И. Полифенолы и сапонины *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin// Материалы 3-го съезда фармацевтов БССР. – Минск, 1977. – С.168-169
- 113 Nowak G., Holub M., Budesínský M., Sesquiterpene lactones. XXXIV. Guaianolides in the genus *Leuzea* DC // Acta societis botanicorum Poloniae. – 1988. – Vol. 57 (1). – P.157-163.
- 114 Pavlik M., Laudova V., Gruner K., Vokac K., Harmatha J. High-performance liquid chromatographic analysis and separation of N-feruloylserotonine isomers // J. Chromatogr. – 2002. – Vol. 770. – P. 291–295.
- 115 Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Т.7. Сем. Asteraceae. – СПб.: Наука, 1993. – С. 161-163.
- 116 Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т.5. Семейство Asteracea (Compositae). – СПб.;М.: Товарищество научных изданий КМК, 2013. – 312 с.
- 117 Мамырова С.А., Ихсанов Е.С., Литвиненко Ю.А., Бурашева Г.Ш., Ережепов А.Е. Исследование аминокислотного состава растения *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin семейства Астровые // Вестник Национальной инженерной академии Республики Казахстан. - 2015. – №2. – С. 43-48.
- 118 Мамырова С.А., Казымбетова А.А. Ихсанов Е.С., Литвиненко Ю.А., Бурашева Г.Ш., Ережепов А.Е. Сравнительный фитохимический анализ надземной и подземной части *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin //Химический журнал Казахстана. – 2015. - №2. – С.212-218.
- 119 Мамырова С.А., Ихсанов Е.С., Литвиненко Ю.А., Бурашева Г.Ш., Ережепов А.Е. Содержание жирных кислот в надземной и подземной частях *Rhaponticum carthamoides* (Willd) Iljin семейства астровые (Asteraceae) // Материалы международной конференции, посвященной 70-летию доктора биологических наук, профессора Нуртазина С.Т. – 2016. – С.196-201.
- 120 Мамырова С.А. // Изучение динамики накопления цинаропикрина в надземных и подземных частях *Rhaponticum carthamoides* (Willd) Iljin // Материалы международной конференции студентов и молодых ученых «Фараби элeмi». – 2017. – С.104-105.
- 121 Мамырова С.А., Темиргазиев Б.С., Кудабоева П.К., Ережепов А.Е., Бурашева Г.Ш., Тулеуов Б.И., Адекенов С.М. Изучение количественного содержания экдистерона в экстрактах *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin//Химический журнал Казахстана. – 2017. -№2. – С. 332-338.

- 122 Авдеев Н.В. Привлекательность левзеи для медоносной пчелы // Кормопроизводство. – 2019. – № 11. – С. 22-26.
- 123 Книшаткина А. К., Гущина В. А., Зуева Е. А. Левзея сафлоровидная, или маралий корень // Пчеловодство. – 2006. - № 8. - С. 22-23.
- 124 Морозков Н.А., Терентьева Л.С., Суханова Е.В., Волошин В.А. Витаминно-травяная мука из левзеи сафлоровидной (*Rhaponticum carthamoides*) в рационах молочных коров// Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2021. – №4 (22). – Р.570-580.
- 125 Saparova E., Zubova T. The effectiveness of phytobiotic additives in the diet of sheep// Earth and Environmental Science: proceedings of XII International Scientific Conference on Agricultural Machinery Industry IOP. – 2019. - Vol. 403. – P. 1-10.
- 126 Симонова Н.В. и др., Результаты клинического исследования ноотропной и антиоксидантной активности левзеи сафлоровидной// Бюллетень физиологии и патологии дыхания. – 2019. – № 73. – с. 62-68.
- 127 Тулеуов Б.И. Стероидные соединения растений и лекарственные препараты на их основе. Поиск, химическая модификация и практические аспекты применения. – Караганда: Гласир, 2009. – 208 с.
- 128 Mácsai L., Datki Z.L., Csupor D., Harvath A., Zomborszki Z.P. Biological Activities of Four Adaptogenic Plant Extracts and Their Active Substances on a Rotifer Model// Hindawi Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. - 2018, - p. 1-4.
- 129 Dushkin M., Khrapova M., Kovshik G., Chasoskikh M., Menschikova E., Shurlygina A.V., Vereschagina E. Effects of *Rhaponticum carthamoides* versus *Glycyrrhiza glabra* and *Punica granatum* extracts on metabolic syndrome signs in rats // BMC Complementary and Alternative Medicine. - 2014. - Vol. 14.–P. 33-35.
- 130 Trenin S., Volodin V.V. 20-hydroxyecdysone as a human lymphocyte and neutrophil modulator: in vitro evaluation // Archives of Insect Biochemistry and Physiology. - 1999. - Vol.41. – P. 156-161.
- 131 Brittany L., Poulev A., Kuhn P. Quinoa seeds leach phytoecdysteroids and other compounds with anti-diabetic properties // Food Chemistry. – 2014. – Vol. 63. – P.178-185.
- 132 Wu J., Gao L., Shang L., Wang G., Wei N., Chu T., Chen S., Zhang Y., Huang J., Wang J., Lin R. Ecdysterones from *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin reduce hippocampal excitotoxic cell loss and upregulate mTOR signaling in rats // Fitoterapia. – 2017.
- 133 Detmar M., Dumas M., Bonte F., Meybeck A., Orfanos C.E. Effects of ecdysterone on the differentiation of normal human keratinocytes *in vitro* // Eur. J. Dermatol. – 1994. – Vol.4. - P. 558-562.
- 134 Khalikova D., An'kov S., Zhukova N., Tolstikova T., Popov S., Saiko A. Effect of the Composition of *Leuzea* and *Cranberry* Meal Extracts on Metabolic Processes in Norm and Pathology// Pharmaceuticals. – 2023. – Vol. 16 (5). - P. 768.

135 Khalikova D., An'kov S, Tolstikova T. The Effect of the Composition of *Leuzea* and Cranberry Meal Extracts on Physical Performance// Med. Sci. Forum. – 2022. – Vol. 14. – P.17.

136 Plotnikov M.B., Aliev O.I., Vasil'ev A.S., Andreeva V.Yu. , Krasnov E.A. Kalinkina G.I. Effect of *Rhaponticum carthamoides* Extract on Structural and Metabolic Parameters of Erythrocytes in Rats with Cerebral Ischemia // anti Bulletin of Experimental Biology and Medicine. – 2008. - Vol. 146(1). – P. 45-48.

137 Zheng Z., Xian Y., Jin Z., Yao F., Liu Y., Deng Y., Wang B., Chen D., Yang J., Ren L., et al. *Rhaponticum carthamoides* Improved Energy Metabolism and Oxidative Stress through the SIRT6/Nrf2 Pathway to Ameliorate Myocardial Injury // Phytomedicine. – 2022. – Vol. 105(5). – P.154-197.

138 Roumanille R., Vernus B., Brioche T., Descosy V., Van Ba C.T., Campredon S., Philippe A.G., Delobel P., Bertrand-Gaday C., Chopard A., et al. Acute and Chronic Effects of *Rhaponticum carthamoides* and *Rhodiola rosea* Extracts Supplementation Coupled to Resistance Exercise on Muscle Protein Synthesis and Mechanical Power in Rats// J. Int. Soc. Sports Nutr. – 2020. – Vol. 17(58). – P.1-13.

139 Пат. 2730853. Композиции и способы для улучшенного мышечного метаболизма / Били А.Ш., Мейер М., Шевалье К., Лоренсон Л., Фольер Н., Роллер М., Биртик С., Фансабертон П.Э.Р., Фалькао Л.Д.; опубл. 26.08.2020, Бюл. № 24.

140 Martazanova L., Maslova A., Ulikhanov K., Khadaeva D., Shemshedinova A., Abdullayeva A., Makaeva D., Abdulvakhayova R., Ozdoeva A., Povetkin S. The study of the effect of drinks based on extracts of herbal adaptogens on the functional status of athletes during physical activity// Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences. – 2023. – Vol. 17. - P.30-42.

141 Petkova N., Hambarlyiska I., Angelova E., Ivanov I. Fructans, polyphenols and antioxidant activity in edible roots and thistles from seven medicinal plants // CMU J. Nat. Sci. – 2021. – Vol. 20(4). – P. 1-13.

142 Kolečkar V., Opletal L., Macakova K., Jahodar L., Jun D., Kunes J. Kuca K. New antioxidant flavonoid isolated from *Leuzea carthamoides*// Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry. – 2010. – Vol.25(1). – P.143-145.

143 Asyakina L., Ivanova S., Prosekov A., Dyshlyuk L., Chupakhin E., Ulrikh E., Babich O., Sukhikh S. Determination of the Qualitative Composition of Biologically Active Substances of Extracts of In Vitro Callus, Cell Suspension, and Root Cultures of the Medicinal Plant *Rhaponticum carthamoides* // Appl. Sci. – 2021. Vol. 11. – P.2555.

144 Янг Й., Асякина Л.К., Бабич О.О., Дышлюк Л.С., Сухих С.А., Попов А.Д. Костюшина А.В. Изучение физико-химических свойств и биологической активности экстрактов из высушенной биомассы каллусных, суспензионных клеток и корневых культур in vitro// Техника и технология пищевых производств. – 2020. - Т. 50(3). - С. 480–492.

145 Ewa S., Rijo P., Garsia C.G., Sitarek P., Danuta K., Toma M., Szemraj J., Pytel D., Wysokińska H., Sliwinski T. The Essential Oils of *Rhaponticum*

carthamoides Hairy Roots and Roots of Soil-Grown Plants: Chemical Composition and Antimicrobial, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Activities// Hindawi Publishing Corporation Oxidative Medicine and Cellular Longevity. – 2016. – Vol 5. – P.1-10.

146 Ewa S., Sitarek P., Różalski M., Krajewska U., Szemraj J., Wysokińska H., Śliwiński T. Antioxidant and DNA Repair Stimulating Effect of Extracts from Transformed and Normal Roots of *Rhaponticum carthamoides* against Induced Oxidative Stress and DNA Damage in CHO Cells // Oxidative Medicine and Cellular Longevity. – 2016. – P.1-11

147 Ewa S., Sitarek P., Toma M., Szemraj J., Radek M., Nieborowska – Skorska M., Skorski T., Wysokińska H., Śliwiński T. Inhibition of human glioma cell proliferation by altered Bax/Bcl-2-p53 expression and apoptosis induction by *Rhaponticum carthamoides* extracts from transformed and normal roots// Journal of Pharmacy and Pharmacology. – 2016. – Vol. 68(11). - P.1454-1464

148 Todorova V., Ivanova S., Georgieva Y., Nalbantova V., Karcheva-Bahchevanska D., Benbassat N., Savova M.S., Georgiev M.I., Ivanov K. Chemical Composition and Histochemical Localization of Essential Oil from Wild and Cultivated *Rhaponticum carthamoides* Roots and Rhizomes // Plants. – 2022. – Vol. 11. – P.2061.

149 Berdin A. G., Raldugn V.A., Shakirov M.M., Bagryanskaya I.Yu., Gatilov Yu.V. et al. 15-O-Deacetyl-rhaposerin and rhaserin - new components of a lactone mixture from *Rhaponticum serratuloides*//Russ. Chem. Bull. (Izv. Akad. Nauk, Ser. Khim.) – 2001. – №50(3). – P.537-542.

150 Адекенов С.М. Биологически активные сесквитерпеновые лактоны из эндемичных видов растений// Биологические особенности лекарственных и ароматических растений и их роль в медицине: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85 - летию ФГБНУ ВИЛАР – Москва, 2016. –С.439-441.

151 Tuleuov B.I. Some results of study of ecdysteroid-containing plants of Kazakhstan// Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Chemical Series. – 2016. - № 3. – С.59-60.

152 Хасенова Р.Ж., Досмагамбетова С.С., Агитаева Г.С., Тулеуов У.Б., Куатбаев О.У., Тулеуов Б.И., Адекенов С.М. Количественное определение полифенольных компонентов эндемичных экидстероидсодержащих растений смолевки каркаралинской и рапонтикума каратавского// Вестник карагандинского государственного индустриального университета. – 2016. – №1 (12). – С.104-108

153 Беркенов А. К. Модифицирленген экидстероидтар негізінде жаңа субстанцияны химиялық жасау: диссертация PhD – Алматы: КазНМУ, 2021. – 158 с.

154 Шегебаева А.А., Бисенова Г.Н., Агыбаева А.Б., Торуна А.К., Карменова Ж.К. и др. Исследование влияния экстрактов эндемичных видов лекарственных растений на биологические свойства *Lactobacillus fermentum* и *Escherichia coli*// Биотехнология. Теория и практика. - 2013. - № 4. - С. 59-62.

- 155 Ганиев Ш.Г. Содержание экидионов в некоторых растениях родов *Serratula* L и *Rhaponticum* Ludw.// Растительные ресурсы. – 1980. – Т.16(2). С.193-198
- 156 Оленников Д.Н., Кащенко Н.И. *Rhaponticum carthamoides*. Химический состав и биологическая активность// Химия растительного сырья. – 2018. – №20. – С. 5–20.
- 157 Cheng J.K., Zhang Y.H., Zhang Z.Y., Cheng D.L., Zhang G.L. Studies on structure of ecdysterones from *Rhaponticum uniflorum*// Gaodeng Xuexiao Huaxue Xuebao. – 2002. – 23(11). – P.2084-2088.
- 158 Guo D. A., Lou Z. C., Gao C. Y., Qiao L., Peng J. R. Phytoecdysteroids of *Rhaponticum uniflorum* root //Yao xue xue bao Acta Pharmaceutica Sinica. – 1991. – Т. 26. – №. 6. – С. 442-446.
- 159 Olennikov D. N., Kashchenko N. I. New flavonoids and turkesterone-2-o-cinnamate from leaves of *Rhaponticum uniflorum* // Chemistry of Natural Compounds. – 2019. – Vol. 55(2). – P.256-264.
- 160 Olennikov D. N. Minor ecdysteroids from *Rhaponticum uniflorum* leaves from eastern Siberia // Chemistry of Natural Compounds. – 2018. – Vol. 54(4). – P. 798-800.
- 161 Du Y., Wang X.-Q., Bao B.-Q., Hang H. Chemical constituents from flower of *Rhaponticum uniflorum* // Chinese Traditional Herbal Drugs.– 2016. – Vol. 47. – P.2817-2821
- 162 Zhen D., Liu Ch., Huang T., Fu D., Bai X., Ma Q, Jiang M., Gong G. Ethanol extracts of *Rhaponticum uniflorum* (L.) DC inflorescence ameliorate LPS-mediated acute lung injury by alleviating inflammatory responses via the Nrf2/HO-1 signaling pathway// Journal of Ethnopharmacology. – 2022. – Vol. 296. – P. 115497
- 163 Chen H, Wang C, Qi M, Ge L, Tian Z, Li J, Zhang M, Wang M, Huang L, Tang X. 2017. Anti-tumor effect of *Rhaponticum uniflorum* ethyl acetate extract by regulation of peroxiredoxin1 and epithelial-to-mesenchymal transition in oral cancer // Front Pharmacol. – 2017. – Vol. 8. – P.870.
- 164 Boqin H., Dong Zh.,Meirong B.,Tianqi X., Wang Yu., Liu M., Yu L., Bai D., Fu D., Wei Ch. Ethanol extracts of *Rhaponticum uniflorum* (L.) DC flowers attenuate doxorubicin-induced cardiotoxicity via alleviating apoptosis and regulating mitochondrial dynamics in H9c2 cells//Journal of Ethnopharmacology. – 2022. – Vol. 288. – P.114936.
- 165 Olennikov D.N. The Ethnopharmacological Uses, Metabolite Diversity, and Bioactivity of *Rhaponticum uniflorum* (*Leuzea uniflora*): A Comprehensive Review// Biomolecules. – 2022. – 12. 1720.
- 166 Оленников Д.Н., Кащенко Н.И. Новые ингибиторы панкреатической α -амилазы из *Rhaponticum uniflorum* // Прикладная биохимия и микробиология. – 2023. – Т. 59. - №1. - С. 46-55.
- 167 Khobrakova V., Tugarina Yu.A., Olennikov D.N., Pavlova S.I., Immunomodulating activity of individual substances isolated from the aerial part of

Rhaponticum uniflorum (L.) Dc in experimental immunodeficiency // Problems of Biological, Medical and Pharmaceutical Chemistry. – 2024. – Vol. 4. – P. 63-69.

168 Markova K.V., Razuvaeva Ya., Toropova A.A., Olennikov D.N. Influence of *Rhaponticum uniflorum* and *Serratula Centauroides* dry extracts on the conditional reactions development with negative reinforcement in white rats // Problems of biological, medical and pharmaceutical chemistry. – 2023. – Vol. 26(8). – P. 51-58.

169 Toropova A.A., Razuvaeva Y.G., Olennikov D.N., Markova K.V., Lemza S.V. Protective effects of *Leuzea uniflora* (*Rhaponticum uniflorum*) on the brain mitochondrial function in white rats at hypoxia/reoxygenation // Natural Product Research. – 2023. – Vol. 37 (22). – P.3878-3883.

170 Вересковский В.В. Чекалинская И.И. Пашина Г.В. Динамика содержания экистерона у видов рода *Rhaponticum* Ludw. – 1983. – Т.19 (1). – С. 60-65

171 Zughdani M., Soliman H.Y., Ekiz G., Linden A., Çalış İ. Ecdysteroids from the underground parts of *Rhaponticum acaule* (L.) DC // Phytochemistry. – 2020. – Vol. 80: 112530.

172 Ганиев Ш.Г. Влияние экидизонсодержащих экстрактов из *Sogdiana Bunge* и *Rhaponticum integrifolium* *Serratula* C. Winkl. на гусениц непарного шелкопряда. // Растительные ресурсы. – 1987. – Т.23. – С. 634-636.

173 Asma L., Boutefnouchet A., Chawki B., Gali L., Ghenaiet Kh., Tichati L. In vitro evaluation of antioxidant and anti-inflammatory activities of the hydroalcoholic extract and its fractions from *Leuzea conifera* L. roots // South African Journal of Botany. – 2020. – 132. - p. 103-107.

174 Mosbah H., Ben Sassi A., Chahdoura H., Mejdi S., Flamini G., Achour L., Selmi B. Antioxidant, antimicrobial and phytotoxic activities of *Rhaponticum acaule* DC. essential oil // Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences. - 2020. – Vol.56. – P.1-11.

175 Hammoudi A, Zatla A.T., El Amine Dib M. 2023. A Phytochemical and Antioxidant Study of the Hexanoic Extract of *Rhaponticum acaule* // Chem. Proc. – 2023. – Vol. 14. – P.1-5

176 Куприянов А.Н. Конспект флоры Казахского Мелкосопочника – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2020. – 423 с.

177 Почвы Казахской ССР. Карагандинская область: в 16 вып. – Алмата: Наука, 1964. – Вып. 5 – 325 с.

178 Почвы Казахской ССР. Целиноградская область: в 16 вып. – Алмата: Наука, 1967. – Вып. 8. – 331 с.

179 Федоровича Б.А. Казахстан. Природные условия и естественные ресурсы СССР. – М.: Наука, 1969. – 482 с.

180 Берг Л.С. Географические зоны Советского Союза. – М.: Изд-во АН СССР, 1952. – Т. 2. – 358 с

181 [Климатические условия Карагандинской области \[Электронный ресурс\]](#). – URL:

https://www.kazhydromet.kz/uploads/files/61/file_kk/oblast.pdf?cache=1588243053.

182 [Климатические условия Карагандинской области \[Электронный ресурс\]](https://www.kazhydromet.kz/uploads/files/69/file/5ec14594bbfb0-oblast.pdf). – URL:

<https://www.kazhydromet.kz/uploads/files/69/file/5ec14594bbfb0-oblast.pdf>.

183 Карипов Р.Х. Почвы Северного Казахстана и некоторые приемы повышения их плодородия. Лекция. – Целиноград: [б.и], 1990. – 40 с.

184 Почвенная карта Казахской ССР. - 1976. Масштаб: 1 : 2 500 000.

185 Паракшин Ю.П., Тычина А.Н., Асанбаев И.К., Даутбаев А.Б. Региональные особенности и рациональное использование солонцов Северного и Центрального Казахстана // Рациональное использование и охрана природных ресурсов Северного и Центрального Казахстана. – Алма-Ата: Қайнар, 1981. – С.75-77.

186 Баяндин Н. И. Почвы и растения речных долин Казахстана – Алма-Ата: Кайнар, 1978. – 71 с.

187 Карамышева З.В., Рачковская Е.И. Ботаническая география степной части Центрального Казахстана. – Л.: Наука, 1973. – 278 с.

188 Рачковская Е.И., Нелина Н.В. Растительность природного резервата «Алтын-дала»// Геоботаническое картографирование. – 2018. – С.91-108

189 Павлов Н. В. Принципы составления «Флоры». Сокращения и обозначения // Флора Казахстана. Т. 1. – Алма-Ата: Наука, 1956. – С.30–32.

190 Зверев А.А. Информационные технологии в изучении растительного покрова. – Томск: ТМЛ – Пресс, 2007. – 304 с.

191 Серебряков И.Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. – М.: Высшая школа, 1962. – 380 с.

192 Шенников А.П. Экология растений. – М: Советская наука. – 1950. – 375 с.

193 Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н., Антипин Н.А. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. – М.: Сельхозгиз, 1956. – 472 с.

194 Ильминских Н.Г. Экофлора Урала и Западной Сибири (формализованные параметры видов). – Ижевск: Удмуртский университет, 2021. – 480 с

195 Королюк А.Ю. Экологические оптимумы растений юга Сибири // Ботанические исследования Сибири и Казахстана. – 2006. – № 12. – С. 3–28

196 Бельгард А.Л. К вопросу об экологическом анализе и структуре лесных фитоценозов в степи //Вопросы биологической диагностики лесных биогеоценозов Присамарья. – Днепропетровск: Изд-во Днепропетров. ун-та, 1980. — С. 11–42.

197 Plants of the World Online. Facilitated by the Royal Botanic Gardens, Kew. Published on the Internet; <http://www.plantsoftheworldonline.org> / (Retrieved 22 January 2025).

- 198 Takhtajan A.L. Flowering plants. 2 ed. – 2009. – 871 p.
- 199 Braun-Blanquet J. Pflanzensociologie : 3. Aufl. Wien. – New York, 1964. – 865 p.
- 200 Ткаченко К. Г., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Рентгенографическое изучение качества плодов и семян // Hortus bot. – 2018. – Т.13. – С. 52.
- 201 Фирсова М.К. Методы определения качества семян. – М.-1973.- 257 с.
- 202 Вайнагий И.В. К методике изучения семенной продуктивности растений// Бот.журнал. – 1974. – Т.59(6). – С.826-831.
- 203 Работнов Т. А. Методы определения возраста и длительности жизни у травянистых растений // Полевая геоботаника. М. - Л.:АН СССР, 1960. – Т. 2. – С. 141–149.
- 204 Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в лесных ценозах. Тр. БИНа АН СССР. Сер. 3. – М.–Л., 1950. – Вып. 6. – С. 7–204.
- 205 Уранов А.А. Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергетических процессов // Биологические Науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.
- 206 . Смирнова О.В., Заугольнова Л.Б., Торопова Н.А., Фаликов Л.Д. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений разных биоморф // Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). – М.: Наука, 1976. – С. 14 – 44.
- 207 Заугольнова Л.Б., Жукова Л.Б., Комаров А.С. и др. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии). – М.: Наука. – 1988. – 184 с.
- 208 Жукова Л.А. Динамика популяций луговых растений в естественных фитоценозах // Динамика популяций травянистых растений. – Киев: Наукова думка, 1987. – С. 9–19.
- 209 Уранов А.А., Смирнова О.В. Классификация и основные черты развития популяций многолетних растений // Отд. МОИП. Отд. Биология. – 1969. – Т. 74(2). – С. 119–134.
- 210 Животовский Л.А. Онтогенетические спектры, эффективная плотность и классификация популяций растений // Экология. – 2001. – № 1. – С. 3–7.
- 211 Прозина М.Н. Ботаническая микротехника. – М.: Высшая школа, 1960. – 206 с.
- 212 Барыкина Р.П., Веселова Т.Д., Девятов А.Г., Джалилова Х.Х., Ильина Г.М., Чубатова Н.В. Справочник по ботанической микротехнике. Основы и методы. – Москва: Изд-во МГУ, 2004. – 312 с.
- 213 Анели Н.А. Атлас эпидермы листа. – Тбилиси: Мецниереба, 1975. – 105 с.
- 214 Лотова Л.И. Ботаника: Морфология и анатомия высших растений. – Москва: КомКнига, 2007. – 512 с.

- 215 Rudall P.J. Anatomy of flowering plants. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. – 159 p.
- 216 Государственная Фармакопея РБ. Том. 2. – Минск: Минздрав, 2007. – С. 368-369.
- 217 Temirgaziev B.S., Tuleuov B.I., Adekenov S.M. et al. Optimization of the technology for obtaining ecdysterone from *Serratula coronata* L. by varying the extraction methods and growth phases // Bulletin of the Karaganda University. Chemistry Series. – 2018. – Vol. 2(90). – P.45-50.
- 218 Zibareva L. et al. The Phytoecdysteroid Profiles of 7 Species of *Silene* (Caryophyllaceae) // Archives of insect biochemistry and physiology. – 2009. – № 72(4). – P. 234–248.
- 219 Ivanov I.G., et al. Antioxidant activities and phenolic compounds in Bulgarian *Fumaria* species// International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2014. – V.3. – P. 296-306.
- 220 Krishna Kumar H.N., et al. Free radical scavenging activity of *Roystonea regia*// Asian journal of Plant Science and Research. – 2013. – 3(3). – P. 5-9
- 221 Meyer B.N., Ferrigni N.R., Putnam J.E., Jacobsen L.B., Nichols D.E., McLaughlin J.L., Shrimp B. A Convenient General Bioassay for Active Plant Constituents // Planta Medica. – 1982. – Vol. 45. – P. 31-34.
- 222 McLaughlin J.L. Crown gall tumors on potato discs and bine shrimp lethality: Two single bioassays for plant screening and fractionation // Methods in Plant Biochemistry. – 1991. – Vol. 6. – P. 1–32.
- 223 Айпеисова С.А. Конспект флоры Актюбинского флористического округа. – Актобе, 2012. – 175 с.
- 224 Байтулин И.О., Котухов Ю.А. Флора сосудистых растений Казахского Алтая. – Алматы, 2011. – 160 с.
- 225 Ишмуратова М.Ю., Мырзалы Г.Ж., Ивлев В.И., Матвеев А.Н. Флора гор Улытау (Центральный Казахстан). - Караганды: РИО «Болашақ-Баспа», 2016. – 127 с.
- 226 Алиева Н. К., Нигматуллаев А. М., Рамазанов Н. Ш., Бобаев И. Д. Онтогенез растений *Rhaponticum integrifolium* C. Winkl. в условиях Кашкадаринской области Узбекистана// Теоретическая и прикладная экология. – 2012. – №1. – С. 82-85
- 227 Мамырова S.A. Kupriyanov, A., Ishmuratova, M., Ivashchenko, A., Myrzagaliyeva, A., Orazov, A., Kubentaev S. The Current State of Populations of *Rhaponticum altaicum* (Asteraceae) in the Northern and Central Kazakhstan // Diversity – 2025. – № 17 (206). – P.1-21. <https://doi.org/10.3390/d17030206>
- 228 Мамырова С.А., Андреев Б.Г. Популяционная изменчивость продуктивности и качества семян *Rhaponticum altaicum*// Идеи Н.В. Павлова глазами нового поколения ботаников: Материалы межд. научно-практической конференции, посвященной 130-летию со дня рождения академика Н.В. Павлова. – Алматы. – 2024. – №1. – С.50-54

- 229 Гаврилькова Е.А., Додонова А.Ш. Биология прорастания семенного материала *Rhaponticum carthamoides* после криоконсервации // Вестник Карагандинского университета. Серия «Биология. Медицина. География». – 2015. – № 3(79). – С. 21-25.
- 230 Ильин М.М. Растительное сырье СССР. – Л.:АН СССР, 1950-1957. Т.1-2.
- 231 Иващенко А.А., Курагулова Ж.К., Курочкина Л.Я. и др. Растительный мир // Глобально-значимые уголья Казахстана (Алаколь-Сасыккольская система озер). – Астана, 2007. – Т.3. – С.126-135.
- 232 Мамырова С.А. Куприянов А.Н., Ишмуратова М.Ю., Кубентаев С.А. Возрастная структура ценопопуляций *Rhaponticum altaicum* (Fish.ex Spreng.) Soskov в Северном и Центральном Казахстане// Eurasian Journal of Applied Biotechnology. – 2024. – №3. – С.3-8
- 233 Zhmud E.V., Achimova A.A., Kuban I.N., Yamitrov M.B., Dorogina O.V. *Rhaponticum carthamoides* (Asteraceae) in the Altai Republic: Assesment of the State of the Plant Affected by Human Activivties // Journal of Siberian Federal University. Biology. – 2022. - №1(15). – P.92–106
- 234 Lotocka B., Geszprych A. Anatomy of the vegetative organs and secretory structures of *Rhaponticum carthamoides* (Asteraceae)// Botanical Journal of the Linnean Society. – 2004. –V. 144. – P. 207–233.
- 235 Котылевская А.В., Рыжов В.М., Тарасенко Л.В., Корчиков Е.С. Петтиолярная анатомия рапонтикума серпуховидного *Rhaponticum serratuloides* (Georgi) Bobrov. // Современные проблемы фармакогнозии: сборник материалов научно-практической онлайн-конференции, посвященная 50-летию фармацевтического образования СамГМУ. – Самара, 2021. – С. 48-54.
- 236 Mamurova S.A. Andreev B.G., Kupriyanov A.N., Kubentaev S.A. The material relating to the anatomy of *Rhaponticum serratuloides* leaf blades according to age conditions// Bulletin of the Karaganda University. Biology. Medicine. Geography series. – 2024. – 115 (3). – 58-64. <https://doi.org/10.31489/2024BMG3/58-64>
- 237 Балтаев У.А. Фитоэкдистероиды: структура, источники и пути биосинтеза в растниях // Биоорганическая химия. - 2000.- Т.26, №12.- С.892-925.
- 238 Рамазонов Н.Ш., Бабаев Н.Д., Сыров В.Н., Сагдуллаев Ш.Ш., Маматханов А.У. «Химия, биология и технология получения фитоэкдистероидов». – Т.: Fan va texnologiya, 2016. – 260 с.
- 239 Мамырова С.А. *Rhaponticum serratuloides* как перспективный лекарственный вид// «Фараби элемі»: Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых. – Алматы. – С. 53-54

Приложение А

Таблица А.1 – Химический состав растений рода *Rhaponticum*

№	Название соединения	Орган растения	Вид	Литература
Фитоэкдистероиды				
1	20-гидроксиэкдизон	Корни, надз. часть, семена	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[89-91]
		Соцветия	<i>Rhaponticum integrifolium</i>	[89]
		Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[165]
		Подз. часть	<i>Rhaponticum acaule</i>	[170]
2	Полипидин В	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[90,92]
3	Макистерон А	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[91]
4	2-деоксиэкдистерон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[90]
5	Интегристерон А	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[90],[92]
		Соцветия	<i>Rhaponticum integrifolium</i>	[89]
6	Интегристерон В	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
		Соцветия	<i>Rhaponticum integrifolium</i>	[89]
7	Таксистерон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
8	Аюгастерон С	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[91]
		Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[165]
9	Экдизон	Семена	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[90]
10	Лестерон	Семена	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[93]
11	Рапистерон D	Семена	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[94]
12	Инокостерон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
13	Рапистерон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[91]
14	20-гидроксиэкдизон 2,3;20,22-диацетонид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[91,95]
15	20-гидроксиэкдизон 2,3,-моноацетонид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[90]
16	20-гидроксиэкдизон 20,22-моноацетонид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[90]
17	24(28)-дегидромакистерон А	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[90]
18	(24Z)-29-гидрокси-24(28)-дегидромакистерон С	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
19	Картамостерон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
20	Рубростерон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
		Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[4]
21	Дигидрорубростерон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
22	Постерон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
23	Изовитексирон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
24	Левзеастерон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
25	Макистерон С	Корни, надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
26	Полипидин В 20,22-ацетонид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
27	Рапистерон В	Семена	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[96]
28	Рапистерон С	Семена	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[97]
		Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[165]
29	Рапистерон D 20-ацетат	Семена	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[98]
30	24(24')[Z]-дегидроамарастерон В	Семена	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[99]
31	Полипидин В-22-бензоат	Семена	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[100]
32	Картамостерон А	Семена	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[101]
33	Картамостерон В	Семена	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[102]
34	Амарастерон А	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
35	Картамолевстерон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
36	22-деокси-28-гидроксимакистерон С	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5
37	3-эпи-20-гидроксиэкдизон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[92]
38	24-эпи-макистерон А	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
39	14-эпи-понастерон А 22-глюкозид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
40	5-α-20-гидроксиэкдизон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
41	20-гидроксиэкдизон 2-ацетат	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
42	20-гидроксиэкдизон 3-ацетат	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
43	1β-гидроксимакистерон С	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
44	26-гидроксимакистерон С	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
45	15-гидроксипонастерон А	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
46	Инокостерон 20,22-ацетонид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
47	Интегристерон А 20,22-ацетонид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
48	Туркестерон	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[95]
		Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[165]
		Подз. часть	<i>Rhaponticum acaule</i>	[170]
49	Аюгастерон С-20,22-ацетонид	Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[165]
50	Аюгастерон С-2,3;20,22-диацетонид	Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[165]
51	5-Деоксиаладастерон-20,22-ацетонид	Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[165]
52	Рапонтистерон	Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[166]
53	Рапонтистерон С	Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[165]
54	Туркестерон -2-О-циннамат	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[167]
55	Витикостреон Е	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[4]
		Листья, семена	<i>Rhaponticum integrifolium</i>	[4]
56	Понастерон А	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[168]
57	Дакрихинанстерон-20,22-ацетонид	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[168]
58	25-Диоксиэкдизон	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[168]
59	24(28)-дигидромакистерон А	Семена, листья, соцветия	<i>Rhaponticum integrifolium</i>	[89-90]
60	Акаулестерон	Подз. часть	<i>Rhaponticum acaule</i>	[170]
61	Рапокастерон А и В	Подз. часть	<i>Rhaponticum acaule</i>	[170]
Флавоноиды и сопутствующие компоненты				
62	6-гидроксикемпферол-7-О- (6"-О-ацетил-β-D-глюкопиранозид)	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[103]
63	Патулетин	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[103]
64	6-гидроксикемпферол-7-глюкозид	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[104]
65	Кверцетагитрин	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[104]
66	6-метоксикемпферол	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[104]
67	Кверцетин-5-глюкозид	Надз. часть, корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[104]
68	Изорамнетин-5-глюкозид	Надз. часть, корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[104]
69	Кверцетин-3,3'-диметил эфир	Надз. часть, корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[104]
70	Кверцетин	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[104-106]
		Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[169]
71	Кверцетагетин	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[105-106]
72	Лютеолин	Соцветия, корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[105-107]
		Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[169]
73	Кемпферол	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[105],
		Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[169]
74	Изорамнетин	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[105],
		Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[169]

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5
75	Кверцетин-3-метил эфир	Соцветия, корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[104,107]
76	Кверцетин-5-О-β-D-галактозид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[108]
77	Изорамнетин-5-О-α-L-рамнозид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[108]
78	Кверцетагетин-7-О-β- глюкопиранозид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[109]
79	6-гидроксикемпферол-7-О-β- глюкопиранозид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[109]
80	Кверцетагетин-7-О- (6"-О-ацетил- β-глюкопиранозид)	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[109]
81	6-метоксикемпферол-3-О-β- глюкопиранозид	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[109]
82	6-гидроксикемпферол-7-О- (6"-О- ацетил-β-D-глюкопиранозид)	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[109]
83	Кверцимеритрин	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[104]
84	Апигенин	Соцветия	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[107]
		Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[169]
85	Эриодиктиол	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[103]
86	Эриодиктиол-7-β- глюкопиранозид	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[103]
87	Гесперетин	Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[106]
88	Хризантемин	Соцветия, Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[106,110]
89	Цианин	Соцветия, Корни	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[106,110]
90	Апигенин, 7-О-глюкозид	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[161]
91	Апигенин, 7-О-глюкоронид	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[161]
92	Виценин-2	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[161]
93	Хризозеиол	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[161]
94	Кверцитрин	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[161]
95	Раунозид А	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[159]
96	Раунозид В	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[159]
97	Раунозид С	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[159]
98	Раунозид D	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[159]
99	Раунозид Е	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[159]
100	Раунозид F	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[159]
101	Раунозид G	Надз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[159]
Фенольные кислоты				
102	Бензойная кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
103	m-гидроксibenзойная кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
104	p- гидроксibenзойная кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
105	Салициловая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
106	Протокатеховая кислота	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
107	Гентизиновая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
108	Ванилиновая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
109	Галловая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
110	Сиреневая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
111	о-кумаровая кислота	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
112	p-кумаровая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]

Продолжение таблицы А.1

1	2	3	4	5
113	Кофейная кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
114	Феруловая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
115	Синапиновая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
116	о-гидроксифенилацетовая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
117	р- гидроксифенилацетовая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
118	Хлорогеновая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
119	Неохлорогеновая кислота	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
120	Изохлорогеновая кислота а	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
121	Изохлорогеновая кислота b	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[111]
Сесквитерпеновые лактоны				
122	Хлорянгерин	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[113]
		Надз. часть	<i>Rhaponticum pulchrum</i>	[4]
123	Цинаропикрин	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[113]
		Надз. часть	<i>Rhaponticum pulchrum</i>	[4]
124	Цебеллин Е	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[113]
125	Янерин	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[113]
		Надз. часть	<i>Rhaponticum pulchrum</i>	[4]
126	Репдиолид	Надз. часть	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[113]
		Надз. часть	<i>Rhaponticum pulchrum</i>	[4]
127	Агуерин В	Надз. часть	<i>Rhaponticum pulchrum</i>	[4]
128	Репенсолид	Надз. часть	<i>Rhaponticum pulchrum</i>	[4]
129	Цебелин G	Надз. часть	<i>Rhaponticum pulchrum</i>	[4]
130	15-дихлоро-15-гидроксихлорянгерин	Надз. часть	<i>Rhaponticum pulchrum</i>	[4]
Стероиды				
131	Даукостерол	Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[4]
132	β-Ситостерол	Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[4]
133	Стигмастерол	Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[4]
134	Диосбулбин-В	Подз. часть	<i>Rhaponticum uniflorum</i>	[4]
Тритерпеновые сапонины				
135	Рапонтикозид А	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[110]
136	Рапонтикозид В	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[110]
137	Рапонтикозид С	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[110]
138	Рапонтикозид D	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[110]
139	Рапонтикозид Е	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[110]
140	Рапонтикозид F	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[110]
141	Рапонтикозид G	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[110]
142	Рапонтикозид Н	Надз. и подз. части	<i>Rhaponticum carthamoides</i>	[110]

Приложение В

Диагностический ключ рода *Rhaponticum* Казахстана

1. Растение практически бесстебельное или почти бесстебельное 3-5 см высоты; влагалища отмерших листьев, окутывающих стебель при основании с внутренней стороны покрыты длинными шелковисто-белыми щетинками; паппус состоит из желтовато-белых щетинок; листья перистораздельные на зубчатые дольки; горное растение Киргизского Алатау

Rh. namanganicum Iljin

+ Растения 10-130 см высотой; влагалища отмерших листьев, окутывающих стебель при основании с внутренней стороны покрыты длинными шелковисто-белыми щетинками; паппус состоит из желтовато-коричневых щетинок 2

2. Стеблевые листья эллиптические, цельные, нижние стеблевые листья цельные или перистолопастные с 1-3 парами продолговатых долей; растения солонцеватых степей равнинного Казахстана

Rh. altaicum (Fisch. ex Spreng.) Soskov

+ Стеблевые листья перисто-рассеченные 3

3. Венчики желтые, паппус рыжеватый, жесткий; растение совершенно голое, листья с хрящеватыми зубцами, растение равнинное

Rh. nitidum Fisch.

+ Венчики розовые, лиловые; растения опушенные 4

4. Паппус коротко перистый, двурядный, коричнево кремовый; 1,5-1,8 см выс.; стеблевые и прикорневые листья перисто-рассеченные, мезофильное 80-150 см. выс.; высокогорное растение Алтая и Джунгарского Алатау.

Rh. carthamoides (Wiild.) Iljin

+ Паппус с белыми щетинками около 1,5 см дл, растения практически бесстебельные или 15-40 см выс. 5.

5. Растение беловатое от тонкого плотного опушения, 6-15 см выс., листья по краям несколько курчавые

Rh. karatavicum Regel et Schmalh.

+ Растения почти зеленое, тонко опушенное, 15-40 см выс., дольки листьев часто с пленчатыми заострениями

Rh. aulieatense Iljin

Приложение С

Таблица С.1 – Хроматографические параметры этанольных образцов *Rhaponticum altaicum*

Образцы	Время Удерж-я, мин	Длина волны, нм	Площадь	Площадь, %	Содержание, % отн. а.с.с.
Образец 1 корни, плодоношени е, Акмолинская обл.	15.381	237	3386303	5.3348	0,03258
	15.910 ()	244	2075334	3.2695	0,01997
	17.434	238	728347	1.1474	0,00701
	19.846	242	19194519	30.2392	0,18466
	21.401	238	5241759	8.2579	0,02521
	22.045	237	2431437	3.8305	0,02339
	27.330	238	1710550	2.6948	0,01646
	28.029	242	8302824	13.0803	0,07988
	23.952	329/276	1413309	1.9842	0,01462
	55.421	269/326	149209	0.2095	0,00154
Образец 2 Надзем. часть, плодоношени е, Акмолинская обл.	15.167	250/351	3380823	4.8772	0,01625
	18.036	255/349	4603107	9.5468	0,0221
	19.667	244	7117073	14.7804	0,15425
	22.353	265/337	3596227	7.4586	0,08428
	25.027	333/265	1000204	2.0744	0,02344
Образец 3 корни, плодоношени е Караг.обл.	15.884	240	840143	2.0086	0,00398
	19.569	242	11606954	27.7498	0,05494
	23.757	329/275	522494	1.8034	0,00266
	55.144	269/325	143448	0.4951	0,00073
Образец 4 Надзем. часть, плодоношени е Караг. обл.	15.569	252/363	1702382	4.6570	0,01084
	18.478	255/350	4072419	11.1404	0,01600
	22.793	265/342	4726921	12.9308	0,03010
Образец 5 Надз.часть, цветение Караг. обл.	19.950	247	6661145	13.2562	0,05791
	15.391	252/364	2455634	4.7327	0,02295
	18.326	255/352	6066039	11.6909	0,03490
	22.654	265/342	7068747	13.6234	0,06607
	25.360	265/337	1751416	3.3755	0,01637

Таблица С.2 – Хроматографические параметры бутанольных комплексов образцов *Rhaponticum altaicum*

Образцы	Время Удерживан ия, мин	Длина волны, нм	Площадь	Площадь, %	Объем бутаноль- ного экстракта, мл	Содержа- ние, % отн. а.с.с.
Образец 3 корни, плод-е Караг. обл.	15.873	243	5431582	6.9044	3,0	0,00148
	20.177	242	18555464	23.5871		0,00507
	24.267	329/276	1573622	2.2540		0,00046
Образец 4 Надзем. часть, плод-е Караг. обл.	13.466	259/335	927639	0.5420	2,5	0,00064
	16.048	252/365	9343151	5.4590		0,00647
	18.944	255/350	28584278	16.7012		0,01948
	20.499	244	30713113	12.4775		0,01977
	23.232	265/344	35915819	20.9848		0,02486
	25.941	331/265	1992977	1.1645		0,00138
	40.228	337/270	1327868	0.7758		0,00092
Образец 5 Надз.часть, цветение Караг. обл.	8.510	249	15360014	3.3910	4,0	0,01303
	17.047	248	9858796	2.1765		0,00836
	20.058	246	48846337	10.7836		0,04143
	12.963	260/332	2376327	0.7088		0,00217
	15.535	365/252	19818652	5.9112		0,01807
	18.420	253/346	62064915	18.5118		0,05660
	22.738	266/340	76656839	22.8641		0,06990
	25.501	337/265	7828628	2.3350		0,00714
	39.944	339/269	2663145	0.7943		0,00243

Приложение D

Утверждаю
Декан факультета
естественных наук
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева
Ж. Берденов
«11» _____ 2023 г.

АКТ

результатов выполненных работ в Научно-исследовательском институте новых химических технологий ЕНУ им. Л.Н. Гумилева по испытанию на антиоксидантную активность

Объекты исследований:

- этанольный экстракт подземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной с Акмолинской области во время плодоношения (Rh.serr-п (А));
- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Карагандинской области (Rh.serr-плод-н (К));
- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Акмолинской области (Rh.serr-н (А));
- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время цветения с Карагандинской области (Rh.serr-цв-н (К));
- этанольный экстракт подземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Карагандинской области (Rh.serr-п (К)).

Опыты проводились в Научно-исследовательском институте новых химических технологий при Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева.

Методика определения антиоксидантной активности по методу FRAP

К 0,1 мл исследуемых веществ в диапазоне концентраций 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 мг/мл добавляется 0,25 мл 0,2 М фосфатного буфера (pH=6,6) и 0,25 мл 1% раствора гексацианоферрата (III) калия. Реакционная смесь инкубируется в течение 20 мин. при 50⁰C, реакция останавливается добавлением 0,25 мл 10% раствора трихлоруксусной кислоты. Смесь центрифугируют 10 мин. (3000 обор./мин.). Верхний слой объемом 0,5 мл смешивается с 0,5 мл дистиллированной воды и 0,1 мл 0,1% FeCl₃. Измерение оптической плотности производится при 700 нм. Антиоксидантную активность (АОА) образцов сравнивали с АОА галловой кислоты.

Разведение производили из расчета 1мг вещества на 1мл растворителя. Каждый образец испытывали в трех параллельных опытах. Проводили при температуре 20±2⁰C, естественном световом периоде.

Результаты и их обсуждение

Метод FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power assay) основан на восстановлении антиоксидантами ионов Fe^{3+} до Fe^{2+} , используется реакция восстановления антиоксидантами $\text{K}_3[\text{Fe}(\text{CN})_6]$ и сопровождается образованием окрашенного в жёлтый цвет $\text{K}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]$. Измерения основаны на способности антиоксидантов подавлять окислительный эффект реакционных частиц, генерируемых в реакционной смеси. В качестве препарата сравнения использовали галловую кислоту. Образцы проверяли с концентрациями 0,25; 0,5; 0,75 и 1 мг/мл.

Таблица 1 – Изменение ОП растворов в зависимости от концентрации рабочих растворов

№	Образцы	Величина оптической плотности при концентрации (мг/мл)			
		0,25	0,5	0,75	1,0
1	Галловая кислота (ГК)	1,5559 ± 0,0250	1,6342 ± 0,0019	1,6656 ± 0,0150	1,9522 ± 0,0160
2	Этанольный экстракт подземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-п (А))	0,5519 ± 0,0450	0,8141 ± 0,0200	1,3578 ± 0,0090	1,6808 ± 0,0060
3	Этанольный экстракт надземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-плод-н (К))	0,5920 ± 0,0120	0,9691 ± 0,0210	1,2767 ± 0,0200	1,8231 ± 0,4700
4	Этанольный экстракт надземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-н (А))	0,6477 ± 0,0130	1,2049 ± 0,0330	1,7489 ± 0,0040	1,7543 ± 0,0007
5	Этанольный экстракт надземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время цветения (Rh.serr-цв-н (К))	0,6839 ± 0,0160	1,1618 ± 0,0120	1,5566 ± 0,0080	1,6929 ± 0,0050
6	Этанольный экстракт подземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-п (К))	0,6887 ± 0,0200	1,0800 ± 0,0120	1,1669 ± 0,0360	1,8322 ± 0,0160

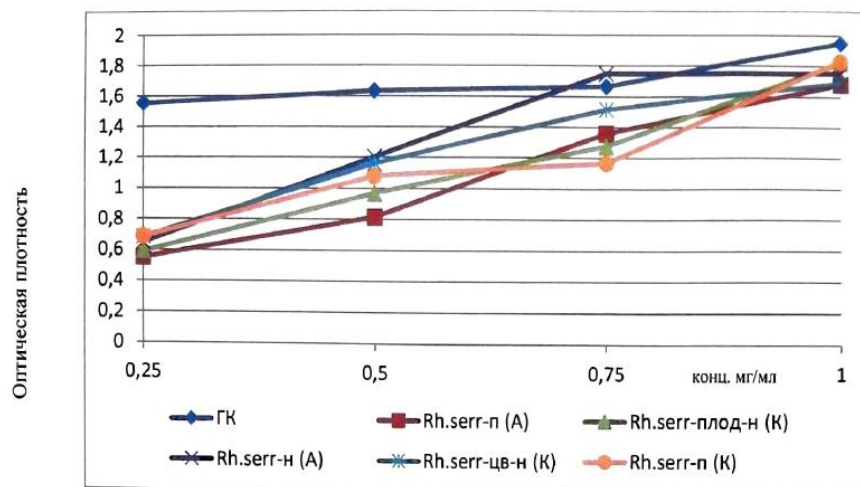


Рисунок 1. Влияние концентрации веществ на изменение антиоксидантной активности

На основании анализа данных табл.1 и графика видно, что этанольные экстракты подземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной с Акмолинской области во время плодоношения (Rh.serr-п (A)) и надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Карагандинской области (Rh.serr-плод-н (K)) в концентрации 0,25 мг/мл имеют нижесреднюю, в концентрации 0,5 мг/мл среднюю, в концентрации 0,75 мг/мл вышесреднюю, а в концентрации 1 мг/мл высшую антиоксидантную активность по сравнению с АОА галловой кислоты.

Этанольные экстракты надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Акмолинской области (Rh.serr-н (A)) и собранной во время цветения с Карагандинской области (Rh.serr-цв-н (K)) в концентрации 0,25 мг/мл имеют нижесреднюю, в концентрации 0,5 мг/мл выше среднюю, а в концентрациях 0,75 и 1 мг/мл высшую антиоксидантную активность по сравнению с АОА галловой кислоты.

Этанольный экстракт подземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Карагандинской области (Rh.serr-п (K)) в концентрации 0,25 мг/мл имеют нижесреднюю, в концентрации 0,5 и 0,75 мг/мл вышесреднюю, а в концентрации 1 мг/мл высшую антиоксидантную активность по сравнению с АОА галловой кислоты.

Директор Научно-исследовательского
института новых химических технологий
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева

Искакова Ж.Б.

Искакова Ж.Б.
17.02.2023

Приложение Е

Утверждаю
И.о. декана факультета
естественных наук
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева
Бергенов Ж.Г.
« 08 » 02 2023 г.

АКТ результатов выполненных работ в Научно-исследовательском институте новых химических технологий ЕНУ им. Л.Н. Гумилева по испытанию на антирадикальную активность

Объекты исследований:

- этанольный экстракт подземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной с Акмолинской области во время плодоношения (Rh.serr-п (А));
- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Карагандинской области (Rh.serr-плод-н (К));
- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Акмолинской области (Rh.serr-н (А));
- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время цветения с Карагандинской области (Rh.serr-цв-н (К));
- этанольный экстракт подземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Карагандинской области (Rh.serr-п (К)).

Опыты проводились в Научно-исследовательском институте новых химических технологий при Евразийском национальном университете им. Л.Н. Гумилева.

Методика определения антирадикальной активности

Для определения ингибирования 2,2-дифенил-1-пикрилгидразилрадикала (DPPH) к 0,1 мл спиртового раствора исследуемых растворов в диапазоне концентраций 0,1; 0,25; 0,5; 0,75 и 1,0 мг/мл добавляли 3 мл $6 \cdot 10^{-5}$ М раствора радикала. Пробирки находились в штативе, завернутого в черный полиэтилен. После интенсивного перемешивания растворы оставались в темноте на 30 минут, далее измеряли оптические плотности при 520 нм. Значения величины антирадикальной активности (АРА) исследуемых объектов определяли по формуле:

$$АРА (\%) = A_0 - A_t / A_0 \cdot 100,$$

где A_0 – оптическая плотность контрольного образца; A_t – оптическая плотность рабочего образца.

Результаты и их обсуждение

Оптическую плотность исследуемых растворов зависимость от концентрации измеряли на спектрофотометре при длине волны 520 нм. В качестве препарата сравнения использовали галловую кислоту. Образцы проверяли с концентрациями 0,1; 0,25; 0,5; 0,75 и 1 мг/мл.

Таблица 1. Изменение оптической плотности исследуемых растворов с изменением концентрации

№	Исследуемые вещества	Значения оптической плотности по концентрациям (мг/мл)				
		0,1	0,25	0,5	0,75	1,0
1	Галловая кислота (ГК)	0,1396 ± 0.0000	0,1357 ± 0.0000	0,1257 ± 0.0000	0,1242 ± 0.0000	0,1155 ± 0.0000
2	Этанольный экстракт подземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-п (А))	0,5114 ± 0.0033	0,4570 ± 0.0163	0,2000 ± 0.0000	0,1744 ± 0.0000	0,1343 ± 0.0000
3	Этанольный экстракт надземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-плод-н (К))	0,5109 ± 0.0000	0,4681 ± 0.0000	0,4279 ± 0.0000	0,1799 ± 0.0033	0,1720 ± 0.0000
4	Этанольный экстракт надземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-н (А))	0,5113 ± 0.0000	0,2554 ± 0.0000	0,2077 ± 0.0033	0,1673 ± 0.0133	0,1554 ± 0.0169
5	Этанольный экстракт надземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время цветения (Rh.serr-цв-н (К))	0,5754 ± 0.0535	0,4882 ± 0.0000	0,2174 ± 0.1256	0,1738 ± 0.0000	0,1415 ± 0.0000
6	Этанольный экстракт подземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-п (К))	0,5724 ± 0.0000	0,4974 ± 0.0000	0,2424 ± 0.0000	0,1986 ± 0.0000	0,1599 ± 0.0000

Антирадикальную активность исследуемых растворов сравнивали с антирадикальной активностью галловой кислоты (ГК). Значения исследуемых экстрактов антирадикального эффекта, рассчитанные по формуле, приведены в табл.2.

Таблица 2. Антирадикальная активность (%) экстрактов при разных концентрациях

№	Исследуемые вещества	Концентрация экстрактов (мг/мл)				
		0,1	0,25	0,5	0,75	1,0
1	Галловая кислота (ГК)	80,29	80,90	82,29	83,49	83,77
2	Этанольный экстракт подземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-п (А))	28,02	35,67	71,85	75,45	81,09

3	Этанольный экстракт надземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-плод-н (К))	28,09	34,11	39,77	74,68	75,79
4	Этанольный экстракт надземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-н (А))	39,99	70,02	75,62	80,36	81,76
5	Этанольный экстракт надземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время цветения (Rh.serr-цв-н (К))	28,70	39,50	73,06	78,47	82,47
6	Этанольный экстракт подземной части <i>Rhaponticum serratuloides</i> , собранной во время плодоношения (Rh.serr-п (К))	29,19	38,47	70,01	75,44	80,22

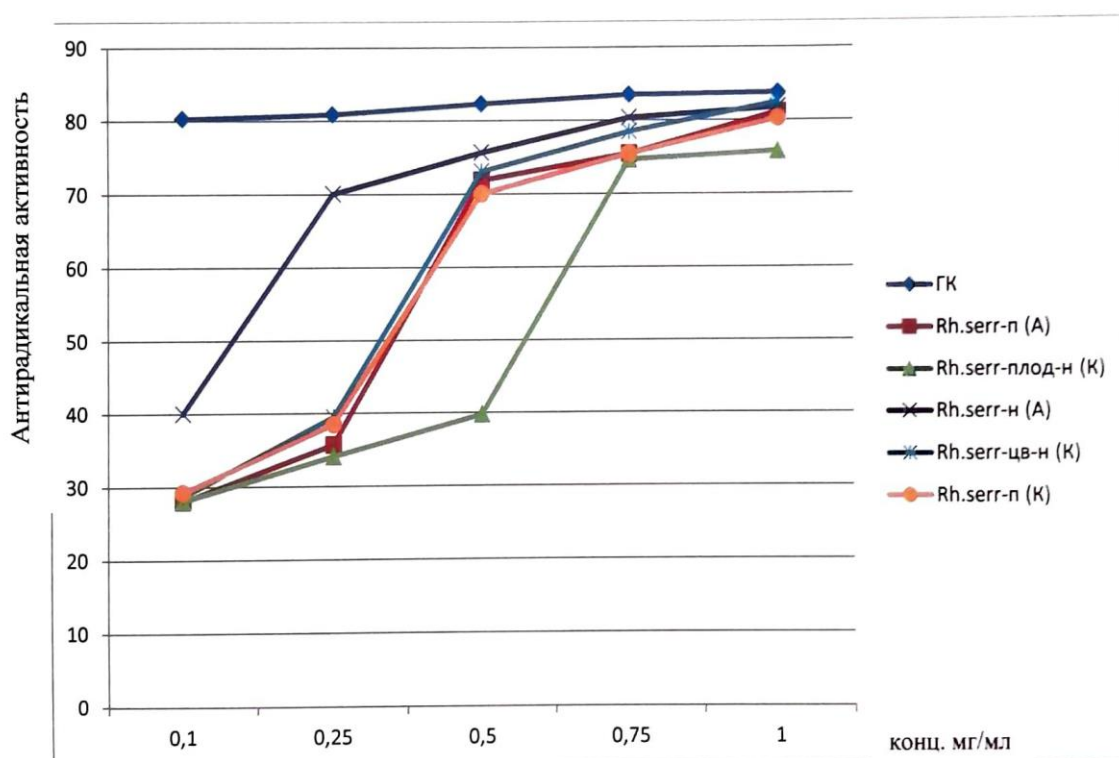
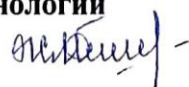


Рисунок 1. Динамика антирадикальной активности при изменении концентрации веществ.

На основании анализа данных таблицы и графика видно, что этанольные экстракты *Rhaponticum serratuloides* подземной части собранной во время плодоношения (Акмолинской области), этанольные экстракты надземной части собранной во время цветения и подземной части собранной во время плодоношения (Карагандинской области) имеют в концентрациях 0,5; 0,75 и 1 мг/мл имеют высокую антирадикальную активность по сравнению с антирадикальной активностью галловой кислоты. А этанольные экстракты

Rhaponticum serratuloides надземной части собранной во время плодоношения с Карагандинской области имеют в концентрациях 0,75; 1 мг/мл и этанольные экстракты *Rhaponticum serratuloides* надземной части собранной во время плодоношения с Акмолинской области имеют в концентрациях 0,25; 0,5; 0,75; 1 мг/мл высокую антирадикальную активность по сравнению с антирадикальной активностью галловой кислоты.

Директор Научно-исследовательского
института новых химических технологий
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева



Искакова Ж.Б.
06.02.2023

Приложение F

Утверждаю
И.о. декана факультета
естественных наук
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева
Бергенов Ж.Г.
«00» 02 2023 г.

АКТ результатов выполненных работ в Научно-исследовательском институте новых химических технологий ЕНУ им. Л.Н. Гумилева по испытанию на цитотоксическую активность

Объекты исследований:

- этанольный экстракт подземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной с Акмолинской области во время плодоношения (Rh.serr-п (А));
- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Карагандинской области (Rh.serr-плод-н (К));
- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Акмолинской области (Rh.serr-н (А));
- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время цветения с Карагандинской области (Rh.serr-цв-н (К));
- этанольный экстракт подземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Карагандинской области (Rh.serr-п (К)).

Опыты проводились в Научно-исследовательском институте новых химических технологий при Евразийском Национальном университете им. Л.Н. Гумилева.

Для определения цитотоксической активности были взяты морские рачки *Artemia salina*. Эта методика основана на установлении различия между количеством погибших личинок артемий в анализируемой пробе (опыт) и воде, которая не содержит токсических веществ (контроль). Критерием острой летальной токсичности раствора вещества является гибель 50% личинок и более в опыте по сравнению с контролем.

Разведение производили из расчета 1мг вещества на 1мл растворителя. Каждый образец испытывали в трех параллельных опытах. Проводили при температуре $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, естественном световом периоде. Соленность контрольной искусственной воды равна 8,0-8,5 (рН). Во время биотестирования личинки артемий были в возрасте до 1 суток. Плотность посадки личинок – 20-40 экземпляров на одну пробирку.

Результаты и их обсуждение

Цитотоксическая активность. Изучали цитотоксическую активность методом выживаемости морских рачков *Artemia salina*. Колбу заполняли искусственной морской водой и добавляли яйца *Artemia salina*. Выдерживали в течение 3-х дней при мягкой подаче воздуха пока рачки не вывелись из яиц.

В качестве препарата сравнения использовали Актиномицин Д. Образцы проверяли с концентрациями 10, 5 и 1 мг/мл. Результаты исследований цитотоксической активности показаны в таблице 1.

Таблица 1. Результаты исследования цитотоксической активности

Исследуемые вещества	Концентрации, мг/мл	К-во личинок в контроле		К-во личинок в образце			% выживших личинок в контроле	% выживших личинок в образце	Смертность, А, %	Наличие нейротоксичности, %
		выж.	погиб.	выж.	погиб.	пар.				
Актиномицин Д	10	22±0.4	1±0.0	0±0.0	22±0.8	0±0.0	96	0	96	0
	5	22±0.4	1±0.0	1±0.0	25±1.6	0±0.0	96	4	92	0
	1	22±0.4	1±0.0	9±1.9	18±1.4	0±0.0	96	33	63	0
Rh.serr-p (A)	10	22±0.4	1±0.0	24±0.5	1±0.4	0±0.0	96	96	0	0
	5	22±0.4	1±0.0	25±0.0	1±0.3	0±0.0	96	96	0	0
	1	22±0.4	1±0.0	27±1.4	0±0.0	0±0.0	96	96	0	0
Rh.serr-плод-н(K)	10	22±0.4	1±0.0	27±1.4	1±0.5	0±0.0	96	96	0	0
	5	22±0.4	1±0.0	27±0.8	0±0.3	0±0.0	96	96	0	0
	1	22±0.4	1±0.0	25±2.0	1±0.6	0±0.0	96	96	0	0
Rh.serr-н (A)	10	22±0.4	1±0.0	25±1.6	2±1.0	0±0.0	96	92	4	0
	5	22±0.4	1±0.0	27±1.4	1±1.0	0±0.0	96	96	0	0
	1	22±0.4	1±0.0	27±2.0	1±0.3	0±0.0	96	96	0	0
Rh.serr-цв-н (K)	10	22±0.4	1±0.0	28±0.8	2±0.0	0±0.0	96	93	3	0
	5	22±0.4	1±0.0	26±0.9	1±0.3	0±0.0	96	96	0	0
	1	22±0.4	1±0.0	24±0.8	1±0.3	0±0.0	96	96	0	0
Rh.serr-п(K)	10	22±0.4	1±0.0	15±0.8	8±1.9	0±0.0	96	65	31	0
	5	22±0.4	1±0.0	22±0.8	1±0.6	0±0.0	96	96	0	0
	1	22±0.4	1±0.0	27±1.3	0±0.0	0±0.0	96	96	0	0

В результате исследования цитотоксической активности установлено, следующее:

- этанольный экстракт подземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной с Акмолинской области (Rh.serr-п (A)) не проявляет цитотоксичность;

- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время плодоношения с Карагандинской области (Rh.serr-плод-н (K)) не проявляет цитотоксичность;

- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной с Акмолинской области (Rh.serr-н (A)) не проявляет цитотоксичность;

- этанольный экстракт надземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной во время цветения с Карагандинской области (Rh.serr-цв-н (К)) не проявляет цитотоксичность;

- этанольный экстракт подземной части *Rhaponticum serratuloides*, собранной с Карагандинской области (Rh.serr-п (К)) не проявляет цитотоксичность, смертность личинок составляет 31%.

Препарат сравнения Актиномицин Д по отношению морских рачков *Artemia salina* во всех концентрациях проявляет цитотоксичность – смертность личинок составляет 63-96%.

Директор НИИ
новых химических технологий
ЕНУ им. Л.Н. Гумилева



Искакова Ж.Б.

06.02.2023.

Приложение G

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ
ЭКОЛОГИЯ 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 кәсіпорнының "Астана
ботаникалық бағы" филиалы



МИНИСТЕРСТВО ЭКОЛОГИИ И
ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РЕСПУБЛИКИ
КАЗАХСТАН

"Астанинский ботанический сад" филиал
республиканского государственного
предприятия на праве хозяйственного
ведения "Институт ботаники и
фитоинтродукции" Комитета лесного
хозяйства и животного мира Министерства
экологии и природных ресурсов
Республики Казахстан

010000, Астана қ., Есіл ауданы

Эл.пошта: astanabgarden@gmail.com

№ 01-05/140

010000, г. Астана, район Есиль

Эл.почта: astanabgarden@gmail.com

« 29 » октябрь 2024 г.

АКТ

Настоящим актом подтверждаем, что в результате реализации диссертационной работы на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности «8D05108 – Геоботаника» по теме исследования «Распространение, современное состояние популяций и перспектива использования *Rhaponticum altaicum* (Fisch. ex Spreng.) Soskov в Казахстане» PhD-докторантом кафедры биоразнообразия и биоресурсов КазНУ имени аль-Фараби Мамыровой С.А. были переданы гербарные образцы изучаемого вида в количестве 30 листов, собранные в период с 2022 по 2023 годы, в Гербарный фонд (NUR) «Астанинский ботанический сад» филиал РГП на ПХВ «Институт ботаники и фитоинтродукции» КЛХЖМ МЭПР РК.

Директор



Ражанов М.Р.

Заведующий лабораторией флоры
и растительных ресурсов

Избастина К.С.