

ПОПУЛЯЦИОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ПРОДУКТИВНОСТИ И КАЧЕСТВА СЕМЯН *Rhaponticum altaicum*

Мамырова С.А., Андреев Б.Г.

КазНУ им. аль-Фараби, г. Алматы, Республика Казахстан

ФИЦ УУХ СО РАН, Кузбасский ботанический сад, г. Кемерово, Россия

e-mail mamyrova.saule@gmail.com

Аннотация: В статье рассматриваются особенности морфометрических параметров, продуктивности и основных показателей качества семян *Rhaponticum altaicum* Soskov: массы 1000 семян, лабораторной и полевой всхожести по ценопопуляциям. Выявлены закономерности между линейными параметрами и продуктивностью семян в зависимости от условий произрастания. Наименьший коэффициент продуктивности (КП) – 31,2%, и наибольшие линейные параметры семян отмечены в ЦП5, что обусловлено биотическим фактором – вредителями. Высокий КП, и мелкие по величине семена характерны для ЦП2 – 56,7% по причине приближенности экологических условий к оптимальным значениям. Лабораторная и полевая всхожести *Rh. altaicum* низкие и колеблются в пределах от 3,75% до 23,75% в контрольной группе.

Rhaponticum altaicum – многолетнее корневищное растение, достигающее в высоту 40–100 см. На побеге образуется одна крупная корзинка 3–6 см в диаметре, трубчатые цветки фиолетово-пурпурные, обоеполые. Семянки светло-коричневые, четырехгранные, с ребристой, чуть поперечно щетинистой поверхностью, окрайина верхушки с мелкими шипиками (Оразова, 1966) (рис 1.). *Rh. altaicum* один из самых широко распространенных представителей рода, встречающийся в 13 флористических районах Казахстана (Мамырова, 2023). Всестороннее изучение *Rh. altaicum* имеет теоретическое и практическое значение, поскольку вид содержит биологически активные вещества – экдистероны и сесквитерпеновые лактоны (Володина и др., 2012; Бердин, 2000; Султангазина, 1997) и может заменить фармакопейное растение – *Rh. carthamoides* (Willd.) Iljin, запасы которого постоянно истощаются из-за неумеренных и незаконных заготовок. Также, следует отметить, что лабораторная всхожесть семян *Rh. altaicum* ранее никем не изучалась.



Рисунок 1 - Внешний вид семян *Rh. altaicum*.

В настоящее время одним из путей сохранения биоразнообразия растений является охрана видов в условиях культуры: в ботанические сады, дендрариях, коллекционных питомниках и т.д. Для этого нужны сведения об основных показателях качества семян и биологии их прорастания, что позволит оптимизировать режим их культивирования. Поэтому целью настоящей работы является изучение продуктивности, качества и особенностей прорастания семян *Rh. altaicum*, в связи с перспективностью его интродукции в качестве альтернативного ресурсного вида рода *Rhaponticum*.

Семенной материал собран в 2022 году во время плодоношения *Rh. altaicum* (в первой декаде июля) в Карагандинской и Акмолинской областях (табл. 1). В данной работе для

удобства использован термин «семена» вместо семянок *Rh. altaicum*, которые рассматриваются нами в качестве репродуктивных диаспор этого растения (Ткаченко и др., 2018).

Таблица 1 – Точки сбора семенного материала *Rh. altaicum*

№ ЦП	Название местонахождения, абсолютная высота, координаты	Местообитание
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
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
3	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
4	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
5	Карагандинская обл., окрестности г. Караганда, 49°43'19"N, 73°10'49"E, 500 м	Злаковый луг

При определении изменчивости признаков растений 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. Все данные исследований обработаны с помощью программы Statistica 7.0 и пакета Microsoft Excel.

Массу 1000 семян определяли по методике М.К. Фирсовой (1950) путем взвешивания на аналитических весах по 100 семян в 5-кратной повторности со всех точек сбора.

Наименее изменчивым признаком является длина плода (CV от 5,02 до 13,42). В большинстве популяций ширина и толщина семян характеризуется средним варьированием. ЦП1 более стабильна по линейным показателям. В ЦП2 и ЦП3 семянки изменчивы в большей степени. Показатель «вес семян» является средне варьирующим показателем в пределах ценопопуляций. Вес 1000 семян у *Rh. altaicum* изменяется у разных ценопопуляций незначительно и составляет от 9 мг (ЦП2) до 14 мг (ЦП5) (табл.2).

Таблица 2. Морфометрические показатели семян *Rh. Altaicum*

Показатель	ЦП1	ЦП2	ЦП3	ЦП4	ЦП5
Длина семян, мм	6,91±0,08; 6,82	5,75±0,14; 13,42	6,78±0,09; 6,91	6,96±0,07; 5,62	7,5±0,07; 5,02
Ширина семян, мм	2,68±0,04; 8,82	2,2±0,04; 11,66	2,78±0,1; 19,44	2,52±0,06; 14,7	2,97±0,06; 11,66
Толщина семян, мм	1,96±0,04; 11,71	1,6±0,04; 12,1	2,11±0,07; 18,54	1,9±0,04; 11,3	2,2±0,04; 10,44
Вес 1000 семян, мг	12,38±0,4 11,62;	9,06±0,14 3,36	13,00±0,01 12,54	10,31±0,39 10,74	13,99±0,41 14,11

Изучение семенной продуктивности проводилось по методике И.В. Вайнагия (1974). 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.

Анализ изучаемого растения по фактической семенной продуктивности выявил достаточно высокую изменчивость этого показателя по всем ценопопуляциям. Для показателя «потенциальная семенная продуктивность» характерно среднее варьирование (от 16,35% до 29%). Для всех изученных ценопопуляций, за исключением ЦП5, диаметр и высота соцветий растений - наименее изменчивый признак. Коэффициент продуктивности *Rh. altaicum* относительно невысок и колеблется в пределах от 31,19% (ЦП5) до 56,67% (ЦП2) (табл.3).

Таблица 3. Семенная продуктивность *Rh. altaicum*.

№ ЦП	Высота соцветия, см	Диаметр соцветия, см	ПСП, шт	ФСП, шт	КП, %
CV, %					
1	2,97±0,06;	5,17±0,13;	197,93±13,42	90,26±13,00	45,6
CV	11,18	14,46	26,26	55,78	
2	3,31±0,11;	5,74±0,19;	209,7±17,38	118,83±12,25	56,67
CV	17,68	17,14	28,89	35,70	
3	3,23±0,09;	5,42±0,14;	146,7±7,59	67,3±9,95	45,87
CV	19,66	18,26	16,35	46,73	
4	3,5±0,08;	5,53±0,13;	171,31±10,73	88,61±9,88	51,72
CV	12,48	13,27	22,58	40,21	
5	3,06±0,09;	4,59±0,18;	136,65±12,05	42,63±10,62	31,19
CV	18,29	23,3	24,95	70,53	

Лабораторную всхожесть определяли в 4-кратной повторности по 20 шт. в течении месяца. Семена проращивали в чашках Петри на ложе из фильтровальной бумаги через 6 месяцев после их сбора.

Для исключения негативного влияния на зародыш семени экстремально низких температур изучена биология прорастания семенного материала *Rh. altaicum* при температуре -18°C в холодильнике и при сверхнизких температурах (-196°C) в жидком азоте (криоконсервация). Размораживание осуществляли поэтапно в морозильнике, холодильнике и при комнатной температуре.

Лабораторная всхожесть в зависимости от образца семенного материала варьирует: в контрольной группе в пределах от 3,75 (ЦП4) до 23,75% (ЦП5), после хранения в холодильнике – от 2,5 (ЦП4) до 17,5% (ЦП1), после криоконсервации – от 3,75% (ЦП3) до 10% (ЦП1,2,3). Были также заложены опыты для первичной интродукции *Rh. altaicum* и получены результаты полевой всхожести ЦП4 и ЦП 9, которые незначительно отличаются от лабораторной всхожести (табл. 4).

Таблица 4 – Лабораторная и полевая всхожесть *Rh. altaicum*

№ ЦП	Условия прорастания			
	Контроль, %	Холодильник -18°C, %	Жидкий азот -196°C, %	Грунт, %
1	7,5±3,23	17,5±7,64	10±7,82	—
2	11,25±1,25	16,25±4,33	10±4,08	—
3	8,75±2,40	10±5,27	3,75±2,76	—
4	3,75±1,25	2,5±1,67	6,25±4,33	4,65%
5	23,75±7,18	15±2,36	10±2,36	19,5%

При изучении прорастания семян учитывались следующие фазы: наклеивание, появление зародышевого корня, появление гипокотилия, выход семядолей, развертывание семядольных листьев. Проростки описывали, измеряли по всем фазам развития (рис. 2).



Примечания: 1 – выход гипокотилия, 2 – удлинение гипокотилия и вынос наружу семядольных листьев, 3 и 4 – раскрытие семядольных листьев

Рисунок 2 – Биология прорастания *Rhaponticum serratuloides* в лабораторных условиях

Наклеивание 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 гипокотилия 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 удлиненно-эллиптической формы, зеленого цвета, гладкие, цельнокрайние длиной 9-12 мм, шириной до 5,5 мм, длина черешка составляла 5 мм.

На лабораторную всхожесть семян, собранных с Карагандинской области, замораживание при сверхнизких температурах повлияла отрицательно. Кроме низкой всхожести выявлены экземпляры с аномальным развитием, где отсутствуют гипокотиль или корешок. Положительную зависимость всхожести от криоконсервации (-196°C) показали только семена, собранные с Акмолинской области (ЦП4). Проростки, собранные с ЦП1 и ЦП2 а также с ЦП4 не прошли фазу развертывания листьев. Что же касается морфометрических параметров, то у растений ЦП3 и ЦП5 после криообработки высота проростков снижалась по сравнению с растениями, после хранения в холодильнике (-18°C), в остальных случаях принципиальных отличий не наблюдалось.

Отмечено уменьшение доли проросших семян и замедление развития проростков при заражении их представителями рода *Mucor*. При депонировании семян при низких и сверхнизких температурах зараженность грибковыми культурами семени не снижалась.

Изучены особенности линейных параметров, продуктивности и качества семян *Rh. altaicum*, произрастающего в Карагандинской и Акмолинской областях Казахстана. Вес 1000 семян изменяется у ценопопуляций незначительно и составляет от 9 мг (ЦП2) до 14 мг (ЦП5), данный показатель соответствует линейным параметрам семян. Лабораторная всхожесть *Rh. altaicum* низкая и колеблется в пределах от 3,75% (ЦП4) до 23,75 % (ЦП5). Полевая всхожесть изучаемых ценопопуляций практически не отличаются от лабораторной. В результате проведенных экспериментов установлено, что хранить при температуре -18°C семена ЦП1, ЦП2 и ЦП3 рекомендуется, так как наблюдается увеличение показателей их всхожести по сравнению с контрольной группой.



Также установлена закономерность между количеством, размером семян и их продуктивностью в зависимости от условий произрастания: чем больше на растениях образуется семян, тем меньше их линейные параметры, но вместе с тем отмечается высокая продуктивность, и наоборот. Для ЦП 2 отмечен высокий коэффициент продуктивности и мелкие по величине семена, что связано с благоприятными экологическими условиями. Низкий уровень семенной продуктивности и наиболее крупные семена в ЦП5 обусловлены угнетающими биотическими факторами: повреждением насекомыми соцветий растений.

Список литературы

- Бердин А.Г. Биологически активные вещества *Rhaponticum serratuloides* (Georgi.) Bobr. и *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Pjin. – Автореферат диссертации. – Караганда, 2000. – 24 с.
- Вайнагий И.В. К методике изучения семенной продуктивности растений // Бот. журнал., 1974. – Т.59. – №6. – С. 826-831.
- 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 Ши. Экдистероиды растений Урала, Кавказа, российского Дальнего Востока и Китая (выборочный скрининг) // Turczaninowia, 2012. – №4 (15). – С. 58-75.
- Зорина М.С., Кабанов С.П. Определение семенной продуктивности и качества семян интродуцентов // Методики интродукционных исследований в Казахстане: сборник науч. тр., - Алма-Ата, 1976. – С.75-85.
- Мамырова С.А. Распространение *Rhaponticum serratuloides* в Казахстане // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2023. – Т. 22. – № 1. – С.213-216. DOI 10.14258/pbssm.2023041
- Оразова А. Рапontiкум – *Rhaponticum* Adans // Флора Казахстана. – Т.9. – Алматы: АН КазССР, 1966. – С.368-373.
- Султангазина Г.Ж. Ботаническое и фитохимическое исследование *Rhaponticum carthamoides* и *Rhaponticum serratuloides* в условиях Центрального Казахстана. – Автореферат диссертации. – Караганда, 1997. – 23 с.
- Ткаченко К. Г., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Рентгенографическое изучение качества плодов и семян // Hortus bot., 2018. – Т.13. – С. 52. DOI: 10.15393/j4.art.2018.5022
- Фирсова М.К. Методы определения качества семян. – М., 1973. – 257 с.