

Селекция, семеноводство и биотехнология / Breeding, Seed Production, and Biotechnology

Научная статья

Original article

DOI: [10.12731/2658-6649-2026-18-3-1818](https://doi.org/10.12731/2658-6649-2026-18-3-1818)EDN: [LJHVCY](https://edn.ru/LJHVCY)

УДК 633.26/29:631.53.01(574.22)



Семеноводство *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori в условиях Акмолинской области Казахстана

Н.В. Малицкая¹, М.А. Кузнецова¹, И.Б. Острецова²,
С.Е. Жумабаева², О.Д. Шойкин³, М.Ж. Аширбеков⁴

¹Северо-Казахстанский университет имени Манаши Козыбаева,

Петропавловск, Республика Казахстан

²Кокшетауский университет им. Шокана Уалиханова,

Кокшетау, Республика Казахстан

³Омский государственный аграрный университет

имени Петра Столыпина, Омск, Российская Федерация

⁴Казахский научно-исследовательский институт земледелия
и растениеводства, Алматы, Республика Казахстан

Аннотация

Обоснование. Многие кормовые интродуцируемые виды, хорошо адаптируются, в изменяющихся природных средах, в том числе и из рода *Aconogonon* L. Вид *Aconogonum* (*Polygonum*) *divaricatum* L. Nakai ex T. Mori успешно был внедрен в кормопроизводство Северного Казахстана, что относим к актуальному направлению.

Цель. Увеличить семенную продуктивность и улучшить семенные показатели плодов *Aconogonum d. (L.)* между разновидностями с разной их формой.

Методы и материалы. К материалу исследования относятся плоды *Aconogonum* (*Polygonum*) *divaricatum* L. Nakai ex T. Mori двух разновидностей: 1. треугольной формы- контроль, размеры: 3*5, масса 1000 плодов составляет 12,2- 13.8 г, урожайность – 0,5 т/га. 2. округлой формы, образовавшиеся методом естественного переопыления плодов сорта Чаглинский. Размеры плодов: 5*5, масса 1000 плодов: 12,2-13.8 г, урожайность плодов равна 0,7 т/га. Методы исследования: учитывали морфологические и продуктивные свойства плодов как их размеры, мм; массу 1000 плодов, гр; урожайность плодов, т/га. Проводили наблюдения за созреванием плодов в динамике, выделением семенных категорий. Учеты в опыте вели по методическим указаниям в полевых опытах с кормовыми культурами (Москва: ВИК, 1983).

Результаты. Созревание плодов в разновидности с плодами округлой формы происходит быстрее, чем в треугольной. Так, в восковой спелости: 45 к 28 штук, в

полной спелости плодов: 72 к 43 штук, в 1,6 раза. В целом, в соцветиях контроля образуется больше плодов – 276 шт., из элементов продуктивности активно развивается образование бутонов – 123 шт., далее идет формирование цветков – 50 шт. У округлой разновидности получили меньшее количество созревших плодов 234 шт., генеративный процесс идет к увеличению от количества бутонов – 27 шт. к количеству сформированных плодов – 58 шт. Сравнительная оценка между разновидностями показала, что больше щуплых плодов образовалось в соцветиях треугольной формы – 7,2% к 3% соцветий округлой формы.

Заключение. Размер, масса и количество плодов в каждом соцветии оказывает прямое влияние на урожайность плодов. У разновидности с плодами округлой формы с такими показателями: 5*5 мм; 14 г, 96,2% урожайность плодов – 0,9т/га получена больше, чем соответственно, 3*5 мм, 11 г, 90,7% у контрольного варианта – 0,7 т/га. Рекомендуется возделывать *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori с округлыми плодами, характеризующийся устойчивой семенной продуктивностью с крупными выполненными плодами для массового семенного размножения с целью производства разных видов кормов.

Ключевые слова: треугольные плоды; округлые плоды; щуплые плоды; выполненные плоды; необразовавшиеся плоды; размеры плодов; масса 1000 плодов; урожайность плодов

Для цитирования. Малицкая, Н. В., Кузнецова, М. А., Острецова, И. Б., Жумабаева, С. Е., Шойкин, О. Д., & Аширбеков, М. Ж. (2026). Семеноводство *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori в условиях Акмолинской области Казахстана. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 18(3), 233–253. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2026-18-3-1818>

Seed production of *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori in the conditions of the Akmola region of Kazakhstan

N.V. Malitskaya¹, M.A. Kuznetsova¹, I.B. Ostretsova²,
S.E. Zhumabaeva², O.D. Shoykin³, M.Zh. Ashirbekov⁴

¹Kozybayev University, Petropavlovsk, Republic of Kazakhstan

²Ualikhanov University, Kokshetau, Republic of Kazakhstan

³Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation

⁴Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing,
Almalybak, Republic of Kazakhstan

Abstract

Background. Many introduced forage species adapt well to changing natural environments, including those from the genus *Aconogonon* L. The species is *Aconogonum*

(*Polygonum*) *divaricatum* L. Nakai ex T. Mori has been successfully introduced into feed production in Northern Kazakhstan, which is an important area.

Purpose. To increase seed productivity and improve seed characteristics of *Aconogonum* d. (L.) fruits between varieties with different shapes.

Methods and materials. The study material includes the fruits of *Aconogonum* (*Polygonum*) *divaricatum* L. Nakai ex T. Mori of two varieties: 1. triangular-shaped fruits - control, dimensions: 3 * 5, the weight of 1000 fruits is 12.2-13.8 g, the yield is 0.5 t / ha. 2. round-shaped fruits formed by the method of natural cross-pollination of the fruits of the Chaglinsky variety. Fruit dimensions: 5 * 5, the weight of 1000 fruits is 12.2-13.8 g. The fruit yield is 0.7 t / ha. Research methods: the morphological and productive properties of fruits were taken into account, such as their size, mm; weight of 1000 fruits, g; fruit yield, t/ha. Observations were made on the dynamics of fruit ripening and the identification of seed categories. The records in the experiment were carried out according to the methodological guidelines for field experiments with forage crops (Moscow: VIK, 1983).

Results. Fruit ripening in the round variety occurs faster than in the triangular variety. At wax ripeness, the ratio is 45 to 28, while at full ripeness, the ratio is 72 to 43, a 1.6-fold increase. Overall, the control variety produces more fruits in its inflorescences - 276. Among the productive elements, bud formation is actively developing - 123 fruits, followed by flower formation - 50 fruits. The round variety produced fewer ripe fruits - 234 fruits and the generative process increases from bud formation (27 fruits) to fully formed fruits (58 fruits). A comparative assessment between the varieties showed that more puny fruits were formed in triangular-shaped inflorescences - 7.2% to 3% in rounded-shaped inflorescences.

Conclusion. The size, weight, and number of fruits in each inflorescence have a direct effect on fruit yield. In a variety with rounded fruits with the following indicators: 5 * 5 mm; 14 g, 96.2%, the fruit yield was 0.9 t/ha, which is higher than in the control variant (respectively, 3*5 mm, 11 g, 90.7%) with the fruit yield of 0.7 t/ha. It is recommended to cultivate *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori with round fruits, characterized by stable seed productivity with large-sized fruits for mass seed propagation in order to produce different types of feed.

Keywords: triangular seeds; round seeds; shrunken fruits; full fruits; unformed fruits; fruit size; weight of 1000 fruits; fruit yield

For citation. Malitskaya, N. V., Kuznetsova, M. A., Ostretsova, I. B., Zhumabaeva, S. E., Shoykin, O. D., & Ashirbekov, M. Zh. (2026). Seed production of *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori in the conditions of the Akmol region of Kazakhstan. *Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture*, 18(3), 233–253. <https://doi.org/10.12731/2658-6649-2026-18-3-1818>

Введение

Интродуцируемые виды играют важную роль в адаптации растений к зональным условиям. Многолетний стеблестой интенсивного роста дает возможность обеспечить животных качественными кормами [16].

Род *Aconogonon* L. переводится с греческого языка как «polys» (многой) и «gonu» (колено) или многоугольник [29], растения данного рода выделяются узлами на стеблях. В род входят около 200 видов, 40 видов трав используются в естественных условиях на корм животным и птице [24].

Кормовой вид *Aconogonum (Polygonum) divaricatum* L. Nakai ex T. Mori, входящий в род *Aconogonon* L. освоил широкий спектр местообитаний. Естественный ареал вида охватывает Северную часть Восточной Азии, Северную Монголию, южные районы Восточной Сибири [17]. В Европе данный вид стал возделываться с 20 века из-за активного использования на корм с ранней весны до поздней осени [12].

Растение *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori стержнекорневого типа развивается до 120-140 см высотой. Долголетник. Стебли прямостоячие, растопыренно-разветвленные, голые. Листовые пластинки развиваются очередными ланцетными, 4–12 см длиной и 0,4–1,2 см шириной, черешки листьев до 0,5 см длиной [19].

Соцветия пазушные и верхушечные метелочного рыхлого типа состоят из простых или разветвленных дихазий. Двудольный околоцветник имеет форму венчика, состоит из пяти белых лепестков, длиной около 3 мм. Цветки относительно мелкие обоеполые на цветоножках с пряным запахом [21]. В период формирования плода околоцветник удлинняется до 5 мм, нижняя часть его сильно сужена, достигает длины 0,2–0,5 мм [19]. В цветке находится 6-8 тычинок, нити свободные двойные, часто в основании срастаются с трубкой околоцветника, образуя отчетливое кольцо [18]. Пыльники дитековые, геницей состоит из трех плодolistиков [26]. Завязь одногнездная верхняя [22].

Цветки с короткими столбиками имеют крупнее листочки околоплодника и предрасположены к небольшому бесплодию [30], чем цветки с длинными столбиками [27]. Более крупное рыльце может получить больше пыльцевых зёрен [23]. Диаметр пыльцевых зерен равен 32-40 мкм, длина пыльцевой трубки – 135-270 мкм. Пыльца триколюпоратная сложнопоровая, от вытянутой до сфероидальной формы [25].

Жизнеспособность пыльцы составляет 60 - 62%, после 12 часов хранения количество проросших пыльцевых зерен сокращается в 2,5 раза [8]. Для данного вида характерно обильное цветение и плодоношение. Продолжительность цветения одного цветка равна 4-6 дней, всего соцветия –

14-21 день. Длительное цветение влияет на растянутый период созревания семян [10]. *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori – облигатный энтомофил. В цветках гречишных насекомых привлекает нектар, который выделяют нектарники, расположенные у основания тычинок.

Плодообразование объясняется привлечением насекомых-опылителей и может быть недостаточным из-за внешних природных факторов [9].

Плод – орешек 4–6 мм длиной и 2,7–3,3 мм шириной. Поверхность орешка гладкая, светлых оттенков, блестящая. Молодой плод снаружи ограничен хорошо развитым экзокарпием, мезокарпием, образованным несколькими слоями паренхиматозных клеток, и внутренним эндокарпием. Также семенная оболочка включает один – два слоя палисадных клеток [28]. В семени находится хорошо развитый периферический изогнутый зародыш [31].

Формирование плодов начинается с нижней части соцветия и происходит неравномерно, что обусловлено многоярусным расположением генеративных органов. В лесостепной зоне Северного Казахстана плоды достигают восковой спелости, как правило, в конце августа, а в первой декаде сентября формируется полная спелость [10]. Слабая осыпаемость плодов не приводит к

их потерям при раздельной уборке. Производственная проверка показала, что плоды дозревают в валках, не снижая посевных качеств [5]. Коэффициент семенной продуктивности горца забайкальского равен 150%.

Качество плодов оценивается пятым классом развития – более 80%, их выполненность составляет 72,8%, имеются и пустые плоды от 2-х до 10%. Вышеперечисленные качества плодов влияют на семенную продуктивность, которая составляет от 0,3 до 0,7 т/га.

Послеуборочная обработка семян включает отделение вороха от семенной массы в сочетании с калиброванием [14]. Срок хранения семян и плодов равен в среднем 6 месяцам. Лабораторная всхожесть плодов после непродолжительного покоя составляет 50%, жизнеспособность – 52%.

Для выращивания зеленой массы культуры на кормовые цели необходимо заняться ее семеноводством.

Цель исследования – увеличить семенную продуктивность и улучшить семенные показатели плодов *Aconogonum d. (L.) Nakai ex T. Mori* между разновидностями с разной их формой.

Материалы и методы

Научное исследование «Сравнительная семенная продуктивность разновидностей *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori» проводили с

2011 по 2021 годы в условиях умеренно – засушливой степи Акмолинской области, расположенной на границе Западносибирской равнины и Казахского мелкосопочника. Полевой опыт закладывали на почве: чернозем обыкновенный, содержащий 3–4,5% гумуса, 60 мг нитратного азота, 14 мг подвижного фосфора, 338 мг подвижного калия на 100 г почвы, pH составил 7,85.

Опыт закладывали по следующей схеме: 1. плоды треугольной формы – контроль; 2. плоды округлой формы. Варианты в опыте разместили методом рендомизации в трех повторностях. Площадь опытной делянки составила 70м² (длина – 10 м, ширина – 7 м). Ширина неучетных частей была следующей: защитной – 2,1 м, межделяночной – 0,5 м, полос между повторностями – 1 м. Общая площадь опыта составила 5620 м².

Опыт закладывали 3 раза на полевом стационаре Кокшетауского государственного сортоучастка. В каждом заложенном опыте в 2011, 2014 и 2017 гг. изучали семенную продуктивность разновидностей и качество плодов на 5 - й год жизни.

Агротехника в опыте была зональной интенсивного типа. Предшественник – чистый пар. *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori высевали во второй декаде мая с нормой 3,2 кг/га (250 000 всхожих плодов/га). Способ посева широкорядный, расстояние между рядами 45 см, глубина посева 2–4 см.

Объекты исследования. К плодам треугольной формы *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori относится сорт Чаглинский. Оригинатор – РГКП «Кокшетауский государственный университет имени Ш. Уалиханова» МОН РК. Сорт семейства *Polygonaceae*, кормового направления, долголетнего использования. Средняя высота растений составляет 136 см. Зимостойкость, засухоустойчивость равны 5 баллам. Мучнистой росой растения поражаются на 8%. Сорт Чаглинский устойчив к вредителям листы и семян. К недостаткам сорта относятся растянутый период цветения (18-21 день). Вегетационный период во второй год жизни для производства семян составляет 106 суток. Сорт пригоден к механизированной уборке. Параметры плодов: длина 5 мм, ширина 3 мм; масса 1000 плодов – 10,4-11,8 г. Урожайность плодов составляет 0,5т/га. Рекомендуются для возделывания на семенные и кормовые цели в северных и других областях Казахстана [4].

Плоды округлой формы *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori созданы в процессе естественного переопыления растений сорта Чаглинский. Средняя высота растений составляет 114 см. Параметры плодов сле-

дующие: ширина 5мм, длина 5 мм; масса 1000 плодов равна 12,2-13,8 гр. Урожайность плодов составляет 0,7т/га. Вегетационный период во второй год жизни для производства плодов равен 100 суток.

Учеты в процессе научного исследования проводили по методическим указаниям в полевых опытах с кормовыми культурами [13].

1. Продуктивные свойства плодов. Для их определения оценивали верхушечную часть соцветия, отбирая по 3 образца с каждого из 5 растений пятого года жизни. Образцы отбирали в период цветения – плодообразования растений с двух вариантов и двух несмежных повторностей в среднем за 3 года.

Образец верхушечного соцветия *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori, (рисунок 1), представляет собой центральную разветвленную ось длиной более 10см, к ней крепятся основные семенные оси, сверху короткие до 7-10 см, снизу удлинённые до 20-50 см.



Рис. 1. Верхушечное соцветие *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori

Fig. 1. Terminal inflorescence of *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori

Центральная ось в среднем несёт 4-5 узлов, которые состоят из двух-трех осей. Элементы продуктивности соцветий культуры: количество, шт./%: бутонов, цветков, сформированных плодов, созревших плодов в восковой и полной спелостях.

Созревание плодов в динамике, %. Отмечали степень созревания плодов от восковой до полной спелости в календарной последовательности.

Выделение семенных категорий, %: выполненные, шуплые, необразовавшиеся плоды в период их созревания.

Морфологические и продуктивные свойства плодов. Оценивали их размеры, мм: ширину, длину; массу 1000 плодов, г; урожайность плодов, т/га.

Размеры плодов, мм оценивали, отбирая от каждого растения по 30 плодов. Измеряли ширину и длину плодов линейкой, определяя средние размеры.

Масса 1000 плодов, гр. Из верхушечных соцветий отбирали по 100 плодов в двух повторениях, взвешивали их на аналитических весах и определяли средний результат.

Урожайность плодов, т/га. Семенной травостой срезали и обмолачивали сплошную с каждой опытной делянки и с двух несмежных повторностей, затем взвешивали бункерный урожай и учитывали урожайность с 14%-й влажностью и 100% -й чистотой.

2. Экспериментальные данные обработали дисперсионным анализом (HSP_{05}) по Доспехову Б.А. [7], также определили стандартную ошибку средней выборки ($M \pm SEM$).

3. Метеорологические условия: средняя температура воздуха, °C; месячное количество осадков, мм, для расчета гидротермического коэффициента по Селянинову Г.Т. (ГТК) за вегетационный период в условиях Акмолинской области за 2011–2021 годы отбирали на сайте <http://www.pogodaiklimat.ru> [1].

Результаты исследования и их обсуждение

В годы проведения исследования с 2011 по 2021 влияние агроклиматических условий было различным. В сравнении со среднемноголетним показателем за вегетационный период с мая по сентябрь, где средний ГТК составляет 0,25, что характеризует период как сухой, среди лет исследования такими же годами являлись: 2011, 2014, 2016 (0,28); 2012 (0,25); 2015 (0,27) гг. Более сухим периодом характеризовались следующие годы: 2015 (0,14), 2020 (0,11), 2021 (0,15). Умеренно-засушливый период был в годы: 2013 (0,64), 2018 (0,38). Неравномерное распределение осадков и непостоянная температура воздуха повлияли на разный уровень густоты всходов, рост и развитие растений, количество и качество семенных плодов.

В репродуктивный период растения формируют органы плодообразования, зависящие от активности насекомых, также осадков, ветра [9]. Данный процесс длится 5-6 недель [10]. Период цветения является растянутым, так как верхние кисти цветут в течение 25-30 суток, учитывая время цветения каждого цветка в течение 5 суток и их количество [3].

В данный период в соцветиях с округлыми плодами наибольший элемент продуктивности занимают бутоны – 26 штук, затем цветки – 14 и сформированные плоды – 11 штук, таблица 1.

Таблица 1.

**Элементы продуктивности у верхушечных соцветий
с плодами разных форм у *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori, в
среднем за 3 года (2015, 2018, 2021)**

Table 1. Productivity parameters of terminal inflorescences bearing fruits of various shapes in *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori, averaged over 3 years (2015, 2018, 2021)

Элементы продуктивности	Цветение		Созревание плодов	
	Штук	%	штук	%
Бутон	31/26	47,6/50,9	123/27	44,5/11,5
Цветок	18/14	27,6/27,4	50/32	18,1/13,6
Сформированный плод	16/11	24,6/21,5	32/58	11,5/24,7
Плод в фазе восковой спелости	-	-	28/45	10,1/19,2
Плод в фазе полной спелости	-	-	43/72	15,5/30,7
Итого	65/51	100	276/234	100
MSEM	21,6±8,1/ 17,0 ±7,9	33,2±12,5/ 33,2±15,5	55,2±38,8/ 46,8±18,5	19,9±14,0/ 19,9±7,9

Примечание: слева от косой линии: плоды треугольной формы, справа: плоды округлой формы.

Плод – орешек, на 1/3 своей длины выступает из околоплодника [19]. Поверхность плода стекающая, светло-бурая, переливается на свету. Поверхность плода повышает водоотталкивающие свойства, защищает семя от поражения болезнетворными микроорганизмами [20]. В период созревания плодов идет неравномерное их побурение (от 19,2% в восковой спелости до 30,7% в полной).

Уже со второго года жизни максимальное количество завязавшихся плодов составляет 70-85% от общего количества цветков. Выполненных плодов в верхних соцветиях образуется 35-45% от средней продуктивности в умеренно-климатических условиях.

В период созревания плодов идет массовое образование генеративных органов в соцветии: от бутонов 11,5% к цветкам 13,6% и плодам, находящимся в начальной стадии образования – 24,7%.

Сравнительная оценка между разновидностями горца по элементам семенной продуктивности показала, что существенная разница по сформированным плодам в период цветения, % вела к их уменьшению для округлой формы – 21,5 (таблица 1), чем по треугольной форме плодов – 24,6.

Созревание плодов в разновидности с плодами округлой формы происходит быстрее, чем в треугольной. Так, в восковой спелости: 45 к 28 штук, в полной спелости плодов: 72 к 43 штук, в 1,6 раза.

В целом, в соцветиях с плодами треугольной формы образуется больше плодов – 276 шт., из элементов продуктивности активно развивается образование бутонов – 123 шт., далее идет формирование цветков – 50 шт. У округлой разновидности получили меньшее количество созревших плодов 234шт, генеративный процесс идет к увеличению от количества бутонов – 27 шт. к количеству сформированных плодов – 58 шт.

Созревание плодов начинаем отмечать с восковой спелости – 5 августа, постепенно идет накопление плодов 13,6% к 15 августа в соцветиях округлой разновидности, что больше в 1,5 раза, чем в соцветиях с плодами треугольной формы – 12,4%, таблица 2.

Наибольшее количество плодов к 5 сентября достигает полной спелости, более активно процесс проходит у разновидности с плодами округлой формы – 24,2%, что больше в 1,1 раза, чем у разновидности с плодами треугольной формы – 18,4%.

Таблица 2.

Поэтапное созревание плодов *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori пятого года жизни, в среднем за 3 года (2015, 2018, 2021)

Table 2. Stages of fruit ripening in *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori in its fifth year of life, averaged over 3 years (2015, 2018, 2021)

Варианты	Количество созревающих плодов, %							
	восковая спелость				полная спелость			
	5 августа	10 августа	15 августа	20 августа	25 августа	30 августа	5 сентября	10 сентября
1. Плоды треугольной формы - контроль	9,2	11,6	12,4	5,2	10,4	16,2	18,4	16,4
2. Плоды округлой формы	6,6	10,1	13,6	9,0	12,8	17,5	24,2	5,8
MSEM	11,2± 1,8	10,8± 1,0	13,0± 0,8	7,1± 2,6	11,6± 1,6	16,8± 0,9	21,3± 4,1	11,1± 7,4

Семенная продуктивность соцветий горца забайкальского сильно варьирует в зависимости от погодных условий в период опыления [6]. В отдельные годы число выполненных плодов составляет 12-32% от количества цветков и 23-57% от числа завязавшихся плодов. Поэтому урожайность плодов изменяется в пределах 0,1-1,0 т/га [5].

Адаптация культуры к зональным условиям, как лесостепная зона Западной Сибири [2] и сопочно-равнинная степь Северного Казахстана [15] показала незначительное влияние на урожайность плодов по годам, начиная с четвертого года жизни [10].

Сравнительная оценка между разновидностями показала, что больше дефектных плодов находится в соцветиях треугольной формы. Образование щуплых плодов зависит от оплодотворения насекомыми, мухи с опылением не справляются. Щуплых плодов содержится в 12,5 раз меньше, необразовавшихся в 45,3 раза к выполненной фракции плодов треугольной формы – 90,7%, таблица 3.

Таблица 3.

Качество плодов *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori, в среднем за 3 года (2015, 2018, 2021)

Table 3. Fruit quality of *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori, averaged over 3 years (2015, 2018, 2021)

Варианты	Количество плодов, %		
	выполненные	щуплые	необразовавшиеся
1. Плоды треугольной формы – контроль	90,7	7,2	2,0
2. Плоды округлой формы	96,2	3,0	0,7
MSEM	93,4±3,8	5,1±2,9	1,3±0,9

Семенная продуктивность *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori зависит от возраста растений, наибольшей она бывает на четвертый-пятый годы жизни. Вследствие неравномерности созревания плодов в метелке, они отличаются по массе, размерам и даже посевным качествам [11].

У разновидности с плодами треугольной формы отмечены меньшие размеры плодов 3*5 мм, чем у разновидности с плодами округлой формы 5*5, масса плодов также соответствует размерам: 11 к 14 г, таблица 4.

Размеры, масса и количество плодов влияют непосредственно на их урожайность, соответственно, 0,7 и 0,9 т/га. Убирать плоды можно в фазе восковой спелости в конце августа или на 1 неделю позже при достижении ими полной спелости.

Наблюдается прямая зависимость между размерами плодов и их всхожестью. При посеве мелкими плодами всхожесть и сохранность растений снижались. Так, при посеве плодов с массой 7,0 – 8,0 г всхожесть в полевых условиях получили меньше на 15-20%, чем при посеве крупными плодами (масса 1000 плодов 10,0-12,0 г) [3].

Таблица 4.

Семенные показатели плодов *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori, в среднем за 3 года (2015, 2018, 2021)

Table 4. Seed characteristics of *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori fruits, averaged over 3 years (2015, 2018, 2021)

Варианты	Срок спелости	Размеры плодов, мм	Масса 1000 плодов, г	Урожайность плодов, т/га
1. Плоды треугольной формы -контроль	восковая спелость	3*5	11	0,7
2. Плоды округлой формы		5*5	14	0,9
HCP ₀₅ MSEM		4±1,4*5±0,0	0,10	0,006

Закключение

Производство долголетнего стеблестоя с помощью интродуцируемых кормовых видов – возможность стабильного производства кормов для сбалансированного кормления сельскохозяйственных животных.

Хорошо адаптировался к условиям Акмолинской области Северного Казахстана один из интродуцируемых видов рода *Aconogonon* L. – *Aconogonum d. (L.) Nakai ex T. Mori*. Долголетник. Оценка семенной продуктивности и качества плодов с разной формой в период исследования с 2011-2021 гг. повлияла на:

- элементы продуктивности у верхушечных соцветий, наибольшее количество созревших плодов 276 шт. образовалось у плодов треугольной формы;
- более активное созревание плодов в полной спелости отмечено у разновидности с плодами округлой формы – 24,2%;
- образование большего количества щуплых плодов в соцветиях с треугольными орешками – 7,2%;
- семенные показатели плодов как размеры, мм 5*5, масса, г 14, и урожайность, т/га 0,9, были больше у разновидности с плодами округлой формы.

Рекомендуется возделывать *Aconogonum divaricatum* (L.) Nakai ex T. Mori с округлыми плодами, характеризующийся устойчивой семенной продуктивностью с крупными выполненными плодами для массового семенного размножения с целью производства разных видов кормов.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Информация о спонсорстве. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Список литературы

1. Архив погоды. (2024). *Погода и климат*. <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=28879>
2. Бойков, Т. Г. (1993). Новые силосные растения для Забайкалья. В *Материалы восьмого Всесоюзного симпозиума по новым кормовым растениям* (с. 24–26). Сыктывкар.
3. Воронин, А. А., Сафонова, О. Н., & Воронина, В. С. (2014). Горец забайкальский в условиях ботанического сада Воронежского госуниверситета. *Плодоводство и ягодоводство России*, 40(1), 90–92. EDN: <https://elibrary.ru/SXJNZB>
4. Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан. (2024). *Әділет: Информационно-правовая система нормативных правовых актов Республики Казахстан*. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V090005759>
5. Демина, А. Е., & Суслов, П. Е. (1983). Горец забайкальский. *Земледелие*, (7), 40.
6. Демина, А. Е., & Моисеев, К. А. (1976). Повышение продуктивности горца забайкальского. *Земледелие*, (12), 63–64.
7. Доспехов, Б. А. (1985). *Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований*. Агропромиздат. 351 с.
8. Кондратенкова, Т. Д. (1990). Жизнеспособность пыльцы некоторых видов *Polygonum L.* секции *Aconogonon Meissn* в условиях Ленинградской области. *Растительные ресурсы*, 26(4), 530–535.
9. Кондратенкова, Т. Д. (1990). О некоторых аспектах анэкологии видов рода *Polygonum L.* из секции *Aconogonon Meissn* в связи с плодоношением. В *Труды третьей конференции молодых ботаников Ленинграда* (№ 2, с. 196–202). Ленинград.
10. Костиков, И. Ф., & Малицкая, Н. В. (2017). Горец забайкальский (*Polygonum divaricatum*). В И. Ф. Костиков (Ред.), *Интродукция новых и малораспространенных культур в Северном Казахстане: в 5 частях* (ч. 3, 180 с.). СКГУ им. М. Козыбаева.
11. Кролевец, Р. Л. (2007). Влияние срока посева на урожайность и качество семян горца забайкальского. *Аграрный вестник Урала*, (3), 38–40. EDN: <https://elibrary.ru/HNMQHX>
12. Лунева, Н. Н. (2020). Пространственная динамика видов сорных растений на территории отдельной агроэкосистемы. В *Сборник материалов XVI Международной научной экологической конференции, посвященной памяти Александра Владимировича Присного «Пространственно-временные аспекты функционирования биосистем»* (с. 217–221). Белгород. EDN: <https://elibrary.ru/FSHLXA>

13. Новоселов, Ю. К., Киреев, В. Н., Кутузов, Г. П., Каравянский, Н. С., Харьков, Г. Д., Кузютин, А. В., ... Кашманова, О. И. (1983). *Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами*. Подразделение оперативной полиграфии ВИК. 197 с. EDN: <https://elibrary.ru/JSXJMI>
14. Романович, В. Ф., & Касач, А. Е. (1986). Особенности эбриогенеза и семенного размножения горцев (*Polygonum coriarium* Grig. В *P.divaricatum* L.). *Известия АН Таджикской ССР*, (2), 55–58.
15. Сагалбеков, У. М., Костиков, И. Ф., & Аленов, Ж. Н. (2003). *Малораспространенные перспективные культуры Северного Казахстана: учебное пособие*. КГУ имени Ш. Уалиханова. 83 с.
16. Степанов, А. Ф. (1996). *Многолетние нетрадиционные кормовые культуры в Западной Сибири: монография*. ОмГАУ. 60 с.
17. Эбель, А. Л. (2006). О распространении *Aconogonon divaricatum* (Polygonaceae) в Западной и Средней Сибири. В *Сборник материалов V международной научно-практической конференции «Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии»* (№ 5, с. 327–328). Барнаул. EDN: <https://elibrary.ru/MFAANF>
18. Юрцева, О. В., & Чуб, В. В. (2005). Структурные типы цветков Polygonaceae и пути их преобразования: данные к построению модели развития цветка. *Бюллетень Московского общества испытателей природы*, 110(6), 27–39. EDN: <https://elibrary.ru/HSWQBZ>
19. *Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai ex Mori. (n.d.). In *Plantarium: Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide*. <https://www.plantarium.ru/lang/en/page/view/item/634.html>
20. Barthlott, W., Mail, M., Bhushan, B., & Koch, K. (2017). Plant surfaces: Structures and functions for biomimetic innovations. *Nano-Micro Letters*, 9(23), 1–40. <https://doi.org/10.1007/s40820-016-0125-1>. EDN: <https://elibrary.ru/MISHEA>
21. Brandbyge, J. (1993). Polygonaceae. В К. Kubitzki, J. G. Rohwer, & V. Bittrich (Eds.), *The families and genera of vascular plants: Flowering plants — Dicotyledons. Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid families* (vol. 2, pp. 531–544). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02899-5_63
22. Chen, M. L. (2012). Floral morphology and breeding system in *Polygonum hastato-sagittatum* Mak. (Polygonaceae). *Flora*, 207(5), 365–371. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2012.01.012>
23. Faivre, A. E. (2000). Ontogenetic differences in heterostylous plants and implications for development from a herkogamous ancestor. *Evolution*, 54(3), 847–858. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2000.tb00085.x>
24. Graham, R. A. (1957). A revision of *Oxygonum* (Polygonaceae-Polygoneae). *Kew Bulletin*, 12(1), 145–172. <https://doi.org/10.2307/4109117>

25. Hong, S. P., Oh, I. C., & De Craene, L. R. (2005). Pollen morphology of the genera *Polygonum* s. str. and *Polygonella* (Polygoneae: Polygonaceae). *Plant Systematics and Evolution*, (254), 13–30. <https://doi.org/10.1007/s00606-005-0334-4>. EDN: <https://elibrary.ru/DVOMYJ>
26. Lord, J. M. (2011). Flower and fruit. Morphology, ontogeny, phylogeny, function, ecology. *New Zealand Journal of Botany*, (49), 141–142. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2011.548764>
27. Reddy, N. P., Bahadur, B., & Kumar, P. V. (1977). Heterostyly in *Polygonum chinense* L. *Journal of Genetics*, 63(2), 79. <https://doi.org/10.1007/BF02984278>
28. Roth, I. (1977). *Fruits of angiosperms. Encyclopedia of plant anatomy*. Gebruder Borntraeger.
29. Small, J. K. (1895). *A monograph of the North American species of the genus Polygonum*. New Era Print. 168 p. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.15494>
30. Stanford, E. E. (1925). The inflorescence and flower-form in *Polygonum*, subgenus *Persicaria*. *Rhodora*, 27(315), 41–47. <https://doi.org/23297758>
31. Wodehouse, R. P. (1931). Pollen grains in the identification and classification of plants vi. Polygonaceae. *American Journal of Botany*, 18(9), 749–764. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1931.tb04946.x>

References

1. Weather Archive. (2024). *Weather and Climate*. Retrieved July 2, 2024, from <http://www.pogodaiklimat.ru/weather.php?id=28879>
2. Boykov, T. G. (1993). New silage plants for Transbaikalia. In *Proceedings of the Eighth All-Union Symposium on New Forage Plants* (pp. 24–26). Syktyvkar.
3. Voronin, A. A., Safonova, O. N., & Voronina, V. S. (2014). Zabaykalian knotweed under conditions of the Botanical Garden of Voronezh State University. *Fruit and Berry Growing in Russia*, 40(1), 90–92. EDN: <https://elibrary.ru/SXJNZB>
4. State Register of Breeding Achievements Recommended for Use in the Republic of Kazakhstan. (2024). *Adilet: Information and Legal System of Regulatory Legal Acts of the Republic of Kazakhstan*. Retrieved July 6, 2024, from <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V090005759>
5. Demina, A. E., & Suslov, P. E. (1983). Zabaykalian knotweed. *Agriculture*, (7), 40.
6. Demina, A. E., & Moiseev, K. A. (1976). Increasing the productivity of Zabaykalian knotweed. *Agriculture*, (12), 63–64.
7. Dospekhov, B. A. (1985). *Field experiment methodology with fundamentals of statistical processing of research results*. Agropromizdat. 351 p.
8. Kondratenkova, T. D. (1990). Pollen viability of some species of *Polygonum* L. section *Aconogonon* Meissn under conditions of the Leningrad Region. *Plant Resources*, 26(4), 530–535.

9. Kondratenkova, T. D. (1990). On some aspects of the anthecology of *Polygonum* L. species from the section *Aconogonon* Meissn in relation to fruiting. In *Proceedings of the Third Conference of Young Botanists of Leningrad* (No. 2, pp. 196–202). Leningrad.
10. Kostikov, I. F., & Malitskaya, N. V. (2017). Zabaykalian knotweed (*Polygonum divaricatum*). In I. F. Kostikov (Ed.), *Introduction of new and underutilized crops in Northern Kazakhstan: in 5 parts* (Part 3, 180 p.). M. Kozybayev North Kazakhstan University.
11. Krolevets, R. L. (2007). Effect of sowing time on the yield and seed quality of Zabaykalian knotweed. *Agrarian Bulletin of the Urals*, (3), 38–40. EDN: <https://elibrary.ru/HNMQHX>
12. Luneva, N. N. (2020). Spatial dynamics of weed species within a single agroecosystem. In *Proceedings of the XVI International Scientific Ecological Conference dedicated to the memory of Alexander Vladimirovich Prisny "Spatiotemporal aspects of biosystem functioning"* (pp. 217–221). Belgorod. EDN: <https://elibrary.ru/FSHLXA>
13. Novoselov, Yu. K., Kireev, V. N., Kutuzov, G. P., Karavyansky, N. S., Kharkov, G. D., Kuzyutin, A. V., ... Kashmanova, O. I. (1983). *Guidelines for conducting field experiments with forage crops*. Operational Printing Division of VIK. 197 p. EDN: <https://elibrary.ru/JSXJMI>
14. Romanovich, V. F., & Kasach, A. E. (1986). Features of embryogenesis and seed reproduction of knotweeds (*Polygonum coriarium* Grig. and *P. divaricatum* L.). *Proceedings of the Academy of Sciences of the Tajik SSR*, (2), 55–58.
15. Sagalbekov, U. M., Kostikov, I. F., & Alenov, Zh. N. (2003). *Underutilized promising crops of Northern Kazakhstan: a study guide*. Sh. Ualikhanov Kokshetau State University. 83 p.
16. Stepanov, A. F. (1996). *Perennial non-traditional forage crops in Western Siberia: a monograph*. Omsk State Agrarian University. 60 p.
17. Ebel, A. L. (2006). On the distribution of *Aconogonon divaricatum* (Polygonaceae) in Western and Central Siberia. In *Proceedings of the V International Scientific and Practical Conference "Problems of Botany in Southern Siberia and Mongolia"* (No. 5, pp. 327–328). Barnaul. EDN: <https://elibrary.ru/MFAANF>
18. Yurtseva, O. V., & Chub, V. V. (2005). Structural types of *Polygonaceae* flowers and pathways of their transformation: data for constructing a flower development model. *Bulletin of the Moscow Society of Naturalists*, 110(6), 27–39. EDN: <https://elibrary.ru/HSWQBZ>
19. *Aconogonon divaricatum* (L.) Nakai ex Mori. (n.d.). In *Plantarium: Plants and lichens of Russia and neighboring countries: open online galleries and plant identification guide*. Retrieved July 12, 2024, from <https://www.plantarium.ru/lang/en/page/view/item/634.html>

20. Barthlott, W., Mail, M., Bhushan, B., & Koch, K. (2017). Plant surfaces: Structures and functions for biomimetic innovations. *Nano-Micro Letters*, 9(23), 1–40. <https://doi.org/10.1007/s40820-016-0125-1>. EDN: <https://elibrary.ru/MISHEA>
21. Brandbyge, J. (1993). Polygonaceae. In K. Kubitzki, J. G. Rohwer, & V. Bittrich (Eds.), *The families and genera of vascular plants: Flowering plants — Dicotyledons. Magnoliid, Hamamelid and Caryophyllid families* (Vol. 2, pp. 531–544). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-02899-5_63
22. Chen, M. L. (2012). Floral morphology and breeding system in *Polygonum hastato-sagittatum* Mak. (Polygonaceae). *Flora*, 207(5), 365–371. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2012.01.012>
23. Faivre, A. E. (2000). Ontogenetic differences in heterostylous plants and implications for development from a herkogamous ancestor. *Evolution*, 54(3), 847–858. <https://doi.org/10.1111/j.0014-3820.2000.tb00085.x>
24. Graham, R. A. (1957). A revision of *Oxygonum* (Polygonaceae-Polygoneae). *Kew Bulletin*, 12(1), 145–172. <https://doi.org/10.2307/4109117>
25. Hong, S. P., Oh, I. C., & De Craene, L. R. (2005). Pollen morphology of the genera *Polygonum* s. str. and *Polygonella* (Polygoneae: Polygonaceae). *Plant Systematics and Evolution*, (254), 13–30. <https://doi.org/10.1007/s00606-005-0334-4>. EDN: <https://elibrary.ru/DVOMYJ>
26. Lord, J. M. (2011). Flower and fruit. Morphology, ontogeny, phylogeny, function, ecology. *New Zealand Journal of Botany*, (49), 141–142. <https://doi.org/10.1080/0028825X.2011.548764>
27. Reddy, N. P., Bahadur, B., & Kumar, P. V. (1977). Heterostyly in *Polygonum chinense* L. *Journal of Genetics*, 63(2), 79. <https://doi.org/10.1007/BF02984278>
28. Roth, I. (1977). *Fruits of angiosperms. Encyclopedia of plant anatomy*. Gebruder Borntraeger.
29. Small, J. K. (1895). *A monograph of the North American species of the genus Polygonum*. New Era Print. 168 p. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.15494>
30. Stanford, E. E. (1925). The inflorescence and flower-form in *Polygonum*, subgenus *Persicaria*. *Rhodora*, 27(315), 41–47. <https://doi.org/23297758>
31. Wodehouse, R. P. (1931). Pollen grains in the identification and classification of plants vi. Polygonaceae. *American Journal of Botany*, 18(9), 749–764. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1931.tb04946.x>

ВКЛАД АВТОРОВ

Малицкая Н.В.: Отбор образцов верхушечных частей соцветий по двум разновидностям. Учёт и исследование элементов продуктивности соцветий: количество, (шт./%) бутонов, цветков, сформированных плодов, созревших плодов

в восковой спелости. Контроль над сбором экспериментального материала. Выборка метеорологических условий за 2011–2016 гг.: средняя температура воздуха, °C; месячное количество осадков, мм, для расчета гидротермического коэффициента по Селянину Г.Т. (ГТК) за вегетационный период в условиях Акмолинской области на сайте <http://www.pogodaiklimat.ru>.

Кузнецова М.А.: Учёт и исследование элементов продуктивности соцветий: количество, (шт./%) бутонов, цветков, сформированных плодов, созревших плодов в полной спелости.

Выборка метеорологических условий за 2017–2021 гг.: средняя температура воздуха, °C; месячное количество осадков, мм, для расчета гидротермического коэффициента по Селянину Г.Т. (ГТК) за вегетационный период в условиях Акмолинской области на сайте <http://www.pogodaiklimat.ru>.

Острцова И.Б.: Выделение семенных категорий: выполненные, шуплые, необрадовавшиеся плоды в период их созревания. Отбор метеорологических условий за 2011–2016 гг.: средняя температура воздуха, °C; месячное количество осадков, мм, для расчета гидротермического коэффициента по Селянину Г.Т. (ГТК) за вегетационный период в условиях Акмолинской области на сайте <http://www.pogodaiklimat.ru>.

Жумабаева С.Е.: Обзорная часть материала по отечественной и зарубежной литературе. Сравнительная оценка размеров плодов, мм.

Шойкин О.Д.: Созревание плодов в динамике, (%) отмечал степень созревания плодов от восковой до полной спелости в календарной последовательности. Оформление списка литературы.

Аширбеков М.Ж.: Сравнительная оценка массы 1000 плодов, г; урожайности плодов, т/га. Обработка экспериментальных данных дисперсионным анализом, стандартная ошибка средней выборки.

AUTHOR CONTRIBUTIONS

Natalya V. Malitskaya: Sampling of the apical parts of inflorescences for two varieties. Recording and analysis of inflorescence productivity factors: number (pcs/%) of buds, flowers, formed fruits, and ripened fruits at wax stage. Supervision of experimental material collection.

Meteorological data for 2011–2016 were collected: average air temperature, °C; monthly precipitation, mm, for calculating the hydrothermal coefficient (HTC) according to G.T. Selyaninov for the growing season in the Akmola region, available at <http://www.pogodaiklimat.ru>.

Marina A. Kuznetsova: Recording and study of inflorescence productivity factors: number (pcs/%) of buds, flowers, formed fruits, and fully ripened fruits.

A selection of meteorological conditions for 2017–2021: average air temperature, °C; monthly precipitation, mm for calculating the hydrothermal coefficient (HTC) according to G.T. Selyaninov for the growing season in the Akmola region is available on the website <http://www.pogodaiklimat.ru>.

Idiya B. Ostretsova: Separation of seed categories: full-bodied, shrunken, and unformed fruits during the ripening period. Selection of meteorological conditions for 2011–2016: average air temperature, °C; monthly precipitation, mm for calculating the hydrothermal coefficient according to Selyaninov G.T. (HTC) for the growing season in the Akmola region on the website <http://www.pogodaiklimat.ru>.

Sara E. Zhumabayeva: A review of material from domestic and foreign literature. Comparative assessment of fruit sizes, mm.

Olzhas D. Shoykin: Fruit ripening dynamics (%): The degree of fruit ripening from waxy to full ripeness was measured in calendar sequence. References were compiled.

Mukhtar Zh. Ashirbekov: Comparative evaluation of a batch of 1000 fruits, g; fruit yield, t/ha. Experimental data processing by analysis of variance, standard error of the mean.

ДАННЫЕ ОБ АВТОРАХ

Малицкая Наталья Владимировна, к.с.-х.н., ст. преподаватель кафедры Агрономии и лесоводства

Некоммерческое акционерное общество «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева»

ул. Александра Пушкина, 86, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан

natali_gorec@mail.ru

Кузнецова Марина Алексеевна, к.с.-х.н., доцент кафедры Биология

Некоммерческое акционерное общество «Северо-Казахстанский университет имени Манаша Козыбаева»

ул. Александра Пушкина, 86, г. Петропавловск, 150000, Республика Казахстан

mkuznecova_69@mail.ru

Острецова Идия Булатовна, к.б.н., профессор кафедры Химии и биотехнологии

Некоммерческое акционерное общество «Кокиетауский университет им. Шокана Уалиханова»

ул. Абая, 76, г. Кокиетау, 020000, Республика Казахстан

agrokgu@mail.ru

Жумабаева Сара Еркиновна, к.б.н., ассоциированный профессор кафедры биологии и методики преподавания
Некоммерческое акционерное общество «Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова»
ул. Абая, 76, г. Кокшетау, 020000, Республика Казахстан
zhumabaeva@mail.ru

Шойкин Олжас Даулетжанович, к.с.-х.н., доцент кафедры агрохимии и почвоведения
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени Петра Столыпина»
Институтская площадь, 1, г. Омск, 644008, Российская Федерация
od.shoykin@omgau.org

Аширбеков Мухтар Жолдыбаевич, д.с.-х.н., ст. научный сотрудник
Товарищество с ограниченной ответственностью «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»
ул. Ерленесова, 1, п. Алматыбак, Алматинская область, 040909, Республика Казахстан
mukhtar_agro@mail.ru

DATA ABOUT THE AUTHORS

Natalya V. Malitskaya, Cand. Sci. (Agric.), Senior Lecturer, Department of Agronomy and Forestry
Kozybayev University
86, Pushkin Str., Petropavlovsk, 150000, Republic of Kazakhstan
natali_gorec@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4382-2357>

Marina A. Kuznetsova, Cand. Sci. (Agric.), Associate Professor of the Department of Biology
Kozybayev University
86, Pushkin Str., Petropavlovsk, 150000, Republic of Kazakhstan
mkuznecova_69@mail.ru
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1743-182X>

Idiya B. Ostretsova, Cand. Sci. (Biol.), Professor of the Department of Chemistry and Biotechnology

Ualikhanov University

76, Abay Str., Kokshetau, 020000, Republic of Kazakhstan

agrokgu@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3268-4411>

Sara E. Zhumabayeva, Cand. Sci. (Biol.), Associate Professor of Biology and Teaching Methodology Department

Ualikhanov University

76, Abay Str., Kokshetau, 020000, Republic of Kazakhstan

zhumabaeva@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-1119-3002>

Olzhas D. Shoykin, Cand. Sci. (Agric.), Associate Professor of the Department of Agrochemistry and Soil Science

Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin

1, Institutskaya Ploshchad, Omsk, 644008, Russian Federation

od.shoykin@omgau.org

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8803-2645>

Mukhtar Zh. Ashirbekov, Doc. Sci. (Agric.), Senior Researcher

Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing

1, Erlepesova Str., Almatybak village, Almaty region, 040909, Republic of Kazakhstan

mukhtar_agro@mail.ru

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8843-6516>

Поступила 01.10.2025

После рецензирования 26.02.2026

Принята 02.03.2026

Received 01.10.2025

Revised 26.02.2026

Accepted 02.03.2026