

МРНТИ 31.27.21

<https://doi.org/10.26577/bb106120262>

С.К. Иманкулова¹, А.К. Халыкберген^{1*},
Г.С. Мұқан²

¹Казахский национальный педагогический университет имени Абая, Алматы, Казахстан

²Лаборатория Охраны генофонда и интродукции плодовых растений им. академика

А.Д. Джангалиева, Алматы, Казахстан

*e-mail: aruzhx@mail.ru

МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПЛОДОВ И АНТИОКСИДАНТНАЯ АКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ФОРМ *ROSA ALBERTI* В УСЛОВИЯХ ГЛАВНОГО БОТАНИЧЕСКОГО САДА

В статье представлены результаты комплексного исследования морфологических особенностей и антиоксидантной активности различных форм шиповника Альберта (*Rosa alberti* Regel.), интродуцированных и культивируемых в условиях Главного ботанического сада Казахстана. Актуальность работы определяется возрастающим интересом к интродукции перспективных декоративных и лекарственно-ценных растений, способных успешно адаптироваться к континентальному климату региона, а также потребностью в расширении ассортимента источников природных биологически активных соединений. *Rosa alberti* представляет особый интерес благодаря сочетанию высокой декоративности, экологической пластичности и потенциальной фармакологической ценности.

Цель исследования заключалась в выявлении диагностически значимых морфологических признаков различных форм *Rosa alberti* и в оценке антиоксидантного потенциала плодов как индикатора адаптационных реакций растений к локальным микроэкологическим условиям интродукции. В рамках работы были проведены детальные морфометрические исследования, включающие анализ размеров и формы листовой пластинки, степени и характера опушения, морфологии побегов, а также формы и размеров плодов. Биохимический блок исследований включал определение содержания суммарных фенольных соединений и уровня общей антиоксидантной активности плодов с использованием общепринятых спектрофотометрических методов.

Установлено, что изученные формы *Rosa alberti* характеризуются выраженной морфологической вариабельностью, отражающей степень их адаптации к условиям произрастания. Антиоксидантная активность плодов варьировала в пределах 68-75%, а содержание суммарных фенольных соединений составляло от 4 до 5,4 мг/1г. Впервые выявлена статистически значимая взаимосвязь между морфологической дифференциацией растений и уровнем их антиоксидантного потенциала в условиях Казахстана. Полученные результаты расширяют научные представления об адаптивном потенциале *Rosa alberti* и могут быть использованы в селекционной практике, декоративном садоводстве, а также при формировании устойчивых интродукционных коллекций и оценке ресурсного потенциала вида.

Ключевые слова: *Rosa alberti*, морфологические признаки, антиоксидантная активность, фенольные соединения, адаптивный потенциал.

S.K. Imankulova¹, A.K. Khalykbergen^{1*}, G.S. Mukan²

¹Abai Kazakh National Pedagogical University, Almaty, Kazakhstan

²Protection of the Genetic Pool and introduction of fruit plants, Almaty, Kazakhstan

*e-mail: aruzhx@mail.ru

Morphological features of fruits and antioxidant activity of different forms of *Rosa alberti* under the conditions of the Main Botanical Garden

The article presents the results of a study on the morphological characteristics and antioxidant activity of various forms of Albert's rosehip (*Rosa alberti* Regel.) introduced and cultivated at the Main Botanical Garden of Kazakhstan. The relevance of the research is determined by growing interest in introducing promising ornamental and medicinally valuable plant species capable of adapting to the continental climate, as well as by the need to expand sources of biologically active compounds. *Rosa alberti* is notable for its high ornamental value, ecological plasticity, and potential pharmacological significance.

The aim of the study was to identify diagnostically significant morphological traits of different *Rosa alberti* forms and assess the antioxidant potential of the fruits as an indicator of plant adaptation to local

microecological conditions. Detailed morphometric analyses included leaf blade size and shape, type and degree of pubescence, shoot morphology, and fruit size and shape. The biochemical component involved determining total phenolic content and overall antioxidant activity of the fruits using standard spectrophotometric methods.

The study revealed pronounced morphological variability among the forms, reflecting differing levels of adaptation. Antioxidant activity ranged from 68 to 75%, while total phenolic content varied from 4.0 to 5.4 mg/1g. For the first time, a statistically significant relationship between morphological differentiation and antioxidant potential of *Rosa alberti* under Kazakhstan conditions was demonstrated. These findings expand understanding of the species' adaptive potential and may inform breeding programs, ornamental horticulture, development of stable introduction collections, and assessment of the species' resource potential.

Keywords: *Rosa alberti*, morphological traits, antioxidant activity, phenolic compounds, adaptive potential.

С.К. Иманкулова¹, А.Қ. Халықберген^{1*}, Г.С. Мұқан²

¹Абай атындағы қазақ ұлттық педагогикалық университеті, Алматы, Қазақстан

²Академик А.Д. Жанғалиев атындағы жемісті өсімдіктерді жерсіндіру және гендік қорды қорғау зертханасы, Алматы, Қазақстан

*e-mail: aruzhx@mail.ru

Бас Ботаникалық бақ жағдайындағы *Rosa alberti* әртүрлі формаларының жемістерінің морфологиялық ерекшеліктері мен антиоксиданттық белсенділігі

Мақалада Қазақстанның Бас ботаникалық бағы жағдайында интродукцияланып, өсіріліп жатқан Альберт итмұрынының (*Rosa alberti* Regel.) әртүрлі формаларының морфологиялық ерекшеліктері мен антиоксиданттық белсенділігіне жүргізілген кешенді зерттеудің нәтижелері ұсынылған. Жұмыстың өзектілігі аймақтың континенттік климатына бейімделе алатын, сәндік көгалдандыруда және биологиялық белсенді қосылыстардың табиғи көзі ретінде перспективалы өсімдік түрлерін интродукциялау қажеттілігімен, сондай-ақ антиоксиданттық қасиеттерге ие өсімдік ресурстарын кеңейту мәселесімен айқындалады. *Rosa alberti* жоғары сәндік қасиеттерімен, экологиялық бейімделгіштігімен және фармакологиялық маңызымен ерекше қызығушылық тудырады.

Зерттеудің мақсаты *Rosa alberti*-дің әртүрлі формаларына тән диагностикалық мәні бар морфологиялық белгілерді анықтау және интродукция жағдайындағы жергілікті микроэкологиялық факторларға өсімдіктердің бейімделу реакцияларын сипаттайтын көрсеткіш ретінде жемістерінің антиоксиданттық белсенділігін бағалау болды. Зерттеу барысында жапырақтың пішіні мен мөлшері, түктену дәрежесі мен сипаты, сондай-ақ жемістердің пішіні мен өлшемдері бойынша жан-жақты морфометриялық талдау жүргізілді. Биохимиялық зерттеулер стандартты спектрофотометриялық әдістерді қолдана отырып, жемістердегі жалпы фенолдық қосылыстардың мөлшерін және антиоксиданттық белсенділіктің жалпы деңгейін анықтауды қамтыды.

Зерттеу нәтижесінде *Rosa alberti*-дің формалары морфологиялық айқын өзгергіштікпен сипатталатыны анықталды, бұл олардың өсу жағдайларына бейімделу деңгейін көрсетеді. Жемістердің антиоксиданттық белсенділігі 68–75% аралығында өзгеріп, фенолдық қосылыстардың жалпы мөлшері 4,0–5,4 мг/1г аралығында болды. Қазақстан жағдайында *Rosa alberti* өсімдіктерінің морфологиялық дифференциациясы мен антиоксиданттық белсенділігі арасындағы өзара байланыс алғаш рет анықталды. Алынған деректер түрдің адаптивтік мүмкіндіктері туралы ғылыми түсініктерді кеңейтіп, селекциялық жұмыстарда, сәндік көгалдандыруда, сондай-ақ тұрақты интродукциялық коллекцияларды қалыптастыру мен түрдің ресурстық әлеуетін бағалауда пайдаланылуы мүмкін.

Түйін сөздер: *Rosa alberti*, морфологиялық белгілер, антиоксиданттық белсенділік, фенольді қосылыстар, адаптациялық әлеует.

Введение

Шиповник Альберта (*Rosa alberti* Regel.) является редким интродуцированным видом, обладающим высокой декоративной ценностью и потенциальным источником биологически активных соединений (Liaudanskas et al., 2021; Рефа et al., 2023). Исследования и работы ученых по

другим видам рода *Rosa* показали высокое разнообразие фенольного состава и антиоксидантной активности плодов, что делает их перспективными объектами для фармакологии и пищевой промышленности (Butkevičiūtė et al., 2022). Следует отметить, что большинство этих данных относится к видам, отличным от *Rosa alberti* (например, *Rosa canina*, *Rosa rubiginosa*). Поэтому их

прямое перенесение на *Rosa alberti* ограничено и должно рассматриваться лишь как ориентир для сравнения. Концентрация биологически активных веществ варьирует в зависимости от вида, формы растения, условий произрастания и стадии зрелости плодов (Koczka et al., 2018; Polumackanycz et al., 2020).

Морфологические признаки, такие как размеры листьев, их форма, степень опушения побегов и плодов, ветвление и морфология плодов, демонстрируют выраженную внутривидовую изменчивость и используются как диагностические маркеры для оценки формового разнообразия и адаптивного потенциала растений (Roman & Stanila, 2013). Отмечено, что морфологическая вариативность напрямую коррелирует с содержанием биологически активных соединений в плодах (Kayahan et al., 2022; Петрова & Ивкова, 2014).

Фенольные соединения и витамин С являются ключевыми компонентами антиоксидантной активности *Rosa*, их концентрация определяет защиту плодов от окислительного стресса и влияет на их биохимическую ценность (Алексахина и др., 2019; Макарова и др., 2020; Соломенцева и др., 2023). Различные методы экстракции и анализа, включая DPPH, FRAP и тест Фолина-Чокальтеу, позволяют количественно оценивать антиоксидантный потенциал плодов *Rosa* и выявлять зависимость между морфометрическими показателями и биохимическим составом (Ламан & Копылова, 2017; Стародуб & Меняйло, 2012).

Видовые исследования *Rosa canina*, *Rosa rubiginosa* и *Rosa majalis* демонстрируют, что формы с более крупными плодами накапливают больше полифенолов и обладают более высокой антиоксидантной активностью (Варанова & Ковалев, 2013; Çürük et al., 2023; Иванова & Смирнов, 2011; Orhan et al., 2007; Явич и др., 2015). Эти данные подтверждают существование прямой связи между морфологическими особенностями плодов и их биохимическим потенциалом, что имеет практическое значение для селекции и интродукционных коллекций (Bayraktar & Ateş Bayraktar, 2024).

Изучение *Rosa alberti* в условиях ботанических садов Казахстана позволяет выявить диагностически значимые морфологические признаки и определить хозяйственно-биологический потенциал интродуцированных форм, включая их применение в декоративном садоводстве, селекции и промышленной переработке (Çiftci & Tastekin, 2023).

Объект исследования – 5 форм *Rosa alberti*, интродуцированные и культивируемые в Главном Ботаническом саду города Алматы.

Предмет исследования – морфологические признаки и антиоксидантная активность плодов *Rosa alberti*.

Цель исследования – выявление диагностически значимых морфологических признаков и изучение антиоксидантной активности различных форм шиповника с целью оценки внутривидового разнообразия, адаптивного потенциала и практического использования вида.

Задачи исследования включают:

1. Анализ морфологических характеристик листовой пластинки, степени опушения, строения побегов, ветвления и формы плодов;
2. Определение суммарных фенольных соединений и общей антиоксидантной активности плодов;
3. Оценка связи морфологических признаков с биохимическими показателями и адаптивными реакциями вида.

Методы исследования: морфометрический анализ, биохимический анализ плодов, включающий оценку общей антиоксидантной активности по методу DPPH и определение суммарного содержания фенольных соединений с использованием метода Фолина-Чокальтеу.

Гипотеза исследования: морфологическая дифференциация форм *Rosa alberti* связана с уровнем накопления биологически активных веществ и отражает адаптивные реакции вида на локальные микроклиматические условия.

Научная значимость работы заключается в расширении представлений о внутривидовой изменчивости *Rosa alberti*, его адаптивном потенциале и возможности применения в декоративном садоводстве и селекционной работе.

Практическая ценность – определение форм шиповника с повышенной антиоксидантной активностью для использования в фармацевтической и пищевой промышленности и создания устойчивых интродукционных коллекций.

Материалы и методы исследования

Объект исследования и сбор материала. Объектом исследования являлись 5 форм шиповника Альберта (*Rosa alberti* Regel.), интродуцированные и выращиваемые в условиях Главного Ботанического сада. Исследуемые формы были отобраны из коллекционного фонда диких

плодовых растений Института ботаники и фитоинтродукции.

Для каждой формы анализировалось по 50 плодов, сопоставимых по возрасту и условиям произрастания. Отбор растительного материала (побеги, листья и плоды) проводился в фазе полной биологической зрелости плодов. Полученные образцы использовались для морфологического и биохимического анализа.

Морфологический анализ. Морфологические исследования проводились методом морфометрического анализа. Оценивались следующие признаки: длина и ширина листовой пластинки, степень опущения листьев и побегов, характер ветвления, форма и размеры плодов. Для морфологического анализа каждой формы *Rosa alberti* было отобрано по 50 плодов.

Измерения выполнялись с использованием линейки и штангенциркуля Mitutoyo (Япония) с точностью до 0,1 мм. Каждый показатель определялся не менее чем в трех повторностях для каждого растения с последующим расчетом средних значений, что обеспечивало достоверность полученных данных.

Биохимический анализ. Биохимический анализ плодов *Rosa alberti* включал определение общей антиоксидантной активности и суммарных фенольных соединений.

Антиоксидантную активность оценивали методом DPPH (Brand Williams et al., 1995). Оптическую плотность измеряли на микропланшетном фотометре Multiskan FC при длине волны 517 нм (Gómez et al., 2020). Антиоксидантную активность выражали в процентах ингибирования радикала DPPH по формуле:

$$AA(\%) = \left(\frac{A_0 - A_1}{A_0} \right) \times 100$$

где

A_0 – оптическая плотность контрольного раствора,

A_1 – оптическая плотность исследуемого образца.

Суммарное содержание фенольных соединений определяли спектрофотометрическим методом Фолина-Чокальтеу (Pérez et al., 2023; Waterhouse, 2002). В качестве стандартного соединения использовали галловую кислоту. Калибровочную кривую строили на основе серии стандартных растворов галловой кислоты известной концентрации. Оптическую плотность измеряли на микропланшетном фотометре Multiskan FC при длине волны 750 нм.

Содержание фенольных соединений рассчитывали по уравнению калибровочной кривой и выражали в миллиграммах галловой кислоты в пересчёте на 100 г сырой массы (мг/1г) по формуле:

$$TPC = \frac{C \times V}{m}$$

где

TPC – суммарное содержание фенольных соединений, мг/1г;

C – концентрация фенольных соединений, полученная по калибровочной кривой, мг/мл;

V – объем экстракта, мл;

m – масса навески, г.

Все биохимические анализы проводились в трехкратной повторности. Результаты представлены в виде среднего значения \pm стандартное отклонение.

Статистическая обработка данных. Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием стандартных методов вариационной статистики. Рассчитывали средние значения и стандартные отклонения. Сравнение исследуемых форм проводили методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Для выявления взаимосвязей между морфологическими и биохимическими показателями использовали коэффициент корреляции Пирсона (Pearson, 1895). Различия считались статистически значимыми при уровне значимости $p < 0,05$.

Результаты исследования и их обсуждение

В данном разделе представлены результаты комплексного изучения различных форм *Rosa alberti* с целью выявления особенностей морфологической структуры плодов и оценки их биохимического состава. Исследование включало анализ количественных и качественных морфометрических признаков плодов, а также определение антиоксидантной активности и суммарного содержания полифенолов.

Рассмотрение этих параметров позволяет не только оценить внутривидовую вариабельность и формовую дифференциацию *Rosa alberti*, но и выявить возможные связи между морфологическими особенностями и биохимическими характеристиками плодов, отражающими адаптивные ответы растений к условиям интродукции.

Далее представлены результаты морфологического анализа, после которых рассматриваются данные биохимического анализа, вклю-

чая антирадикальную активность и содержание полифенолов, а также корреляционный анализ между этими показателями.

Морфологический анализ. Морфологическое исследование плодов различных форм *Rosa alberti* показало наличие выраженной внутривидовой изменчивости по комплексу количественных и качественных признаков. Анализ морфометрических параметров выявил устойчивые различия по длине, ширине и массе плодов, что указывает на формовую дифференциацию в пределах вида в условиях интродукции (Таблица 1).

Форма А характеризуется наибольшими размерами плодов и максимальными средними значениями длины (21 ± 2 мм) и массы ($2 \pm 0,7$ г). Ширина плодов данной формы также достигает относительно высоких значений ($10 \pm 1,7$ мм), что позволяет отнести её к группе форм с крупными плодами. Форма В несколько уступает форме А по длине и массе плодов ($19 \pm 1,5$ мм и $1,9 \pm 1$ г соответственно), однако по ширине плодов практически не отличается от неё. Сходство форм А и В по основным количественным показателям, а также по степени внутреннего опушения и окраске плодов, указывает на их морфологическую близость.

Форма С занимает промежуточное положение по всем анализируемым морфометрическим параметрам. Средние значения длины (17 ± 2 мм), ширины (8 ± 2 мм) и массы плодов ($1,7 \pm 0,8$


г) ниже, чем у форм А и В, однако превышают аналогичные показатели форм D и E. Сохранение средней степени внутреннего опушения и красной окраски плодов сближает форму С с более крупноплодными формами, несмотря на снижение количественных показателей.

Формы D и E характеризуются наименьшими размерами и массой плодов, что позволяет рассматривать их как группу мелкоплодных форм. Для формы D установлены средние значения длины $15 \pm 1,8$ мм, ширины $7 \pm 1,8$ мм и массы $1,5 \pm 1$ г, тогда как форма E демонстрирует минимальные показатели длины (14 ± 2 мм) при сходной массе плодов ($1,5 \pm 0,9$ г). Обе формы отличаются слабым внутренним опушением и бордовой окраской плодов, что подчёркивает их качественное отличие от форм с красной окраской.


Различия по степени внутреннего опушения могут иметь функциональное значение, поскольку данный признак рассматривается как фактор, влияющий на защиту семян и их устойчивость к неблагоприятным условиям. Вариабельность окраски плодов отражает особенности накопления пигментов и различия в метаболической активности тканей плодов. В целом выявленные морфологические различия свидетельствуют о высокой пластичности *Rosa alberti* и формовой неоднородности интродуцированной популяции.

Таблица 1

Морфометрические характеристики плодов различных форм Rosa alberti

	Длина плода, мм	Ширина плода, мм	Вес плода, г	Опушение внутри плода	Окраска плода	Фото
Форма А	21 ± 2	$10 \pm 1,7$	$2 \pm 0,7$	среднее	красная	

Продолжение таблицы

	Длина плода, мм	Ширина плода, мм	Вес плода, г	Опушение внутри плода	Окраска плода	Фото
Форма В	19±1,5	10±1,7	1,9±1	среднее	красная	
Форма С	17±2	8±2	1,7±0,8	среднее	красная	
Форма D	15±1,8	7±1,8	1,5±1	слабое	бордовая	
Форма E	14±2	8±1,7	1,5±0,9	слабое	бордовая	

Биохимический анализ. Биохимическая оценка плодов различных форм *Rosa alberti* показала особенности вариабельности антиоксидантной активности и суммарного содержания полифенольных соединений. Антирадикальная активность, определённая методом ингибирования

радикала DPPH, варьировала в узком диапазоне от 72,5 до 74,9 % (Таблица 2). Статистически значимых различий между формами не выявлено ($p > 0,05$), что указывает на биологическую, но не статистическую вариабельность антиоксидантного ответа.

Таблица 2*Ингибирование радикала DPPH*

	Форма А	Форма В	Форма С	Форма D	Форма Е
DPPH, %	72,5	74,9	74,8	73	74

В изученных формах отсутствует значимая линейная зависимость между общим содержанием полифенолов и способностью ингибировать радикал DPPH. Наибольшая антирадикальная активность была зафиксирована у формы В, несмотря на минимальное содержание полифенолов, тогда как формы D и Е, обладающие высоким уровнем полифенолов, демонстрировали промежуточные значения активности. Эти данные указывают на то, что качественный состав

полифенолов, а не их общее количество, играет решающую роль в формировании антиоксидантных свойств плодов *Rosa alberti*.

Суммарное содержание полифенольных соединений в соках варьировало значительно шире – от $2,49 \pm 0,11$ до $14,39 \pm 2,11$ мг/1г сухого веса (Таблица 3). Минимальные значения зафиксированы у формы В, максимальные – у форм D и Е, а формы А и С занимают промежуточное положение.

Таблица 3*Содержание суммы полифенолов в соках форм *Rosa alberti**

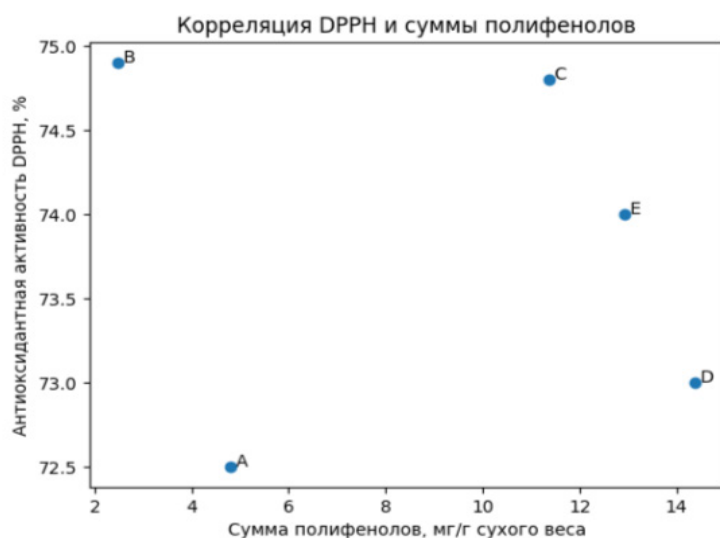
	Форма А	Форма В	Форма С	Форма D	Форма Е
Сумма полифенолов в пересчете на галловую кислоту, мг/1г сухого веса	$4,81 \pm 0,17$	$2,49 \pm 0,11$	$11,36 \pm 0,29$	$14,39 \pm 2,11$	$12,93 \pm 0,62$

Корреляционный анализ. Корреляционный анализ между показателем антиоксидантной активности, определённым методом DPPH, и суммарным содержанием полифенольных соединений выявил слабую отрицательную связь между исследуемыми параметрами

($r = -0,13$). Полученный коэффициент корреляции свидетельствует об отсутствии выраженной линейной зависимости между уровнем ингибирования радикала DPPH и общей суммой полифенолов в плодах *Rosa alberti* (Рисунок 1).

Рисунок 1

Зависимость антиоксидантной активности (DPPH, %) от содержания суммы полифенолов (мг/1г сухого веса) в различных формах образцов



Отсутствие корреляции может быть связано с тем, что антиоксидантная активность плодов определяется не только количеством полифенольных соединений, но и их качественным составом, а также вкладом других биологически активных веществ. Кроме того, узкий диапазон значений DPPH при значительной вариабельности содержания полифенолов ограничивает возможности выявления статистически значимой зависимости.

Заключение

В результате проведённого исследования установлено наличие выраженной внутривидовой морфологической изменчивости форм *Rosa alberti*. Выявлены устойчивые различия по морфометрическим показателям плодов. Наиболее крупными плодами характеризуются формы А и В, тогда как формы Д и Е отличаются меньшими размерами плодов, слабым внутренним опушением и бордовой окраской. Полученные данные свидетельствуют о формовой дифференциации интродуцированной популяции.

Биохимический анализ показал, что антиоксидантная активность плодов варьирует в сравнительно узком диапазоне значений, тогда как содержание суммы полифенольных соединений характеризуется значительной вариабельностью между формами. Максимальная антиоксидантная активность отмечена у форм В и С, в то время

как наибольшее содержание полифенольных соединений характерно для форм Д и Е. Корреляционный анализ выявил слабую отрицательную зависимость между антиоксидантной активностью и суммарным содержанием полифенолов, что указывает на отсутствие прямой линейной связи между данными показателями.

Полученные результаты расширяют представления о морфологической пластичности и биохимической вариабельности *Rosa alberti* в условиях интродукции. Установлено, что антиоксидантный потенциал плодов формируется под влиянием комплекса биологически активных соединений и не определяется исключительно суммарным содержанием полифенолов. Это уточняет научные представления о механизмах формирования антиоксидантной активности плодов представителей рода *Rosa*.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных данных при формировании интродукционных коллекций и проведении селекционных исследований, направленных на отбор форм с ценными морфологическими и биохимическими характеристиками. Формы с повышенной антиоксидантной активностью могут рассматриваться как перспективные объекты для дальнейших исследований биологически активных веществ плодов.

Перспективы дальнейших исследований связаны с изучением качественного состава полифенольных соединений, оценкой содержания

других антиоксидантных компонентов, включая аскорбиновую кислоту и отдельные классы флавоноидов, а также с расширением выборки исследуемых форм. Полученные результаты могут

быть использованы при разработке научно обоснованных подходов к сохранению, изучению и рациональному использованию генетических ресурсов рода *Rosa*.

Вклад авторов

Иманкулова С.К.: Концептуализация, Курирование данных, Научное руководство, Написание – проверка и редактирование; Халықберген А.К.: Формальный анализ, Исследование, Визуализация, Написание – первоначальный вариант; Мұқан Г.С.: Администрирование проекта, Ресурсы, Валидация, Написание – проверка и редактирование.

References

- Aleksashina, S. A., Makarova, N. V., & Demenina, L. G. (2019). Antioksidantnyj potencial plodov shipovnika. *Voprosy pitaniya*, 88(3), 84–89.
- Baranova, L. P., & Kovalev, V. A. (2013). Morfologicheskaya variativnost' *Rosa* spp. v usloviyah introdukcii. *Vestnik sadovodstva*, 2, 34–41.
- Bayraktar, Ş., & Ateş Bayraktar, N. (2024). Chemical characterization and antioxidant activity of *Rosa canina* L. from Çekerek region in Yozgat, Turkey. *Bozok Journal of Science*, 2(2), 98–103. <https://doi.org/10.70500/bjs.1590430>
- Brand Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT – Food Science and Technology*, 28(1), 25–30.
- Butkevičiūtė, A., Urbšaitė, R., Liaudanskas, M., Obelevičius, K., & Janulis, V. (2022). Phenolic content and antioxidant activity in fruit of the genus *Rosa* L. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 11(5), 912. <https://doi.org/10.3390/antiox11050912>
- Çiftci, G., & Tastekin, B. (2023). Antioxidant capacity and antibacterial potential of rosehip (*Rosa canina*) fruits grown in Samsun and its surroundings. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 8(1), 103–109.
- Çürük, S. G., Njjar, M., Köseoğlu, D., & Akdoğan, A. (2023). Mineral and bioactive component contents of rosehip (*Rosa canina* L.) seed powder. *Akademik Gıda*, 21(4), 323–332.
- Gómez, J., et al. (2020). UHPLC HESI OT MS MS biomolecules profiling and antioxidant activity assessment of plant extracts. *Antioxidants*, 9(2), 123.
- Ivanova, T. N., & Smirnov, I. V. (2011). Vliyanie ekologicheskikh faktorov na morfologiyu plodov shipovnika. *Botanicheskij zhurnal*, 96(6), 890–898.
- Kayahan, S., Ozdemir, Y., & Gulbag, F. (2022). Functional compounds and antioxidant activity of *Rosa* species grown in Turkey. *Erwerbs Obstbau*, 64(4), 1079–1086. <https://doi.org/10.1007/s10341-022-00688-5>
- Koczka, N., Stefanovits Bányai, É., & Ombódi, A. (2018). Total polyphenol content and antioxidant capacity of rosehips of some *Rosa* species. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. <https://doi.org/10.3390/medicines5030084>
- Laman, N. A., & Kopylova, N. A. (2017). SHipovnik — prirodnyj koncentrat vitaminov i antioksidantov. *Nauka i innovacii*, 10(176), 45–49.
- Liaudanskas, M., Noreikienė, I., Zymonė, K., Juodytė, R., Žvikas, V., & Janulis, V. (2021). Composition and antioxidant activity of phenolic compounds in fruit of the genus *Rosa* L. *Antioxidants*, 10(4), 545. <https://doi.org/10.3390/antiox10040545>
- Makarova, N. V., Ignatova, D. F., & Ereemeeva, N. B. (2020). Vliyanie tekhnologii ekstragirovaniya na sodержanie fenolov, flavonoidov i uroven' antioksidantnoj aktivnosti dlya plodov shipovnika (*Rosa* L.) i drugih rastenij. *Himiya rastitel'nogo syr'ya*, 3, 271–278. <https://journal.asu.ru/cw/article/view/6608>
- Orhan, D. D., Hartevioğlu, A., Küpeli, E., & Yesilada, E. J. (2007). In vivo anti inflammatory and antinociceptive activity of the crude extract and fractions from *Rosa canina* L. fruits. *Journal of Ethnopharmacology*, 112, 394–400. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2007.03.029>
- Pearson, K. (1895). Notes on regression and inheritance in the case of two parents. *Proceedings of the Royal Society of London*, 58, 240–242.
- Peña, F., Valencia, S., Tereucán, G., Nahuelcura, J., Aspee Jiménez, F., Cornejo, P., & Ruiz, A. (2023). Bioactive compounds and antioxidant activity in the fruit of rosehip (*Rosa canina* L. and *Rosa rubiginosa* L.). *Scientia Horticulturae*, 4, 35.
- Pérez, M., et al. (2023). Total phenolic intake in a Mediterranean dietary pattern: Methods and implications. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c04022>
- Petrova, S. N., & Ivkova, A. V. (2014). Himicheskij sostav i antioksidantnye svoystva vidov roda *Rosa* L. *Himiya rastitel'nogo syr'ya*, 2, 13–19. <https://journal.asu.ru/cw/article/view/jcprm.1402013>
- Polumackanycz, M., Kaszuba, M., Konopacka, A., Marzec Wróblewska, U., Wesolowski, M., Waleron, K., Buciniński, A., & Viapiana, A. (2020). Phytochemical composition and biological properties of wild and commercial dog rose fruits and leaves (*Rosa canina* L.). *Free Radical Research*. <https://doi.org/10.3390/molecules25225272>
- Roman, I., & Stanila, A. (2013). Bioactive compounds and antioxidant activity in rosehip fruits of wild Transylvania populations (*Rosa canina* L.). *Food Chemistry*. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-7-73>
- Solomenceva, A. S., Solonkin, A. V., & Belyaev, A. I. (2023). Ocenka biokhimicheskogo sostava plodov vidov *Rosa* L. v zasushlivoj zone. *Himiya rastitel'nogo syr'ya*, 2, 123–132. <https://journal.asu.ru/cw/article/view/12036>

Starodub, O. A., & Menyajlo, L. N. (2012). Sravnitel'naya harakteristika nakopleniya vitaminov v plodah Rosa majalis i Rosa acicularis iz raznyh mest proizrastaniya. Vestnik KrasGAU, 5, 415–419.

Waterhouse, A. L. (2002). Determination of total phenolics. Current Protocols in Food Analytical Chemistry, 11.1, 1–8.

YAvich, P. A., CHuradze, L. I., Kahetelidze, M. B., & Gabelaya, M. A. (2015). K voprosu ispol'zovaniya otdel'nyh himicheskikh komponentov v kosmeticheskikh kremah (chast' 3). Sovremennyye nauchnye issledovaniya i innovacii, 7(5).

Сведения об авторах:

Иманкулова Софья Копесбаевна – кандидат биологических наук, профессор Казахского национального педагогического университета имени Абая (Алматы, Казахстан, e-mail: sofia_professor@mail.ru).

Халықберген Аружан Қайырбековна – магистрант 2 курса образовательной программы 7М05101 – Биология, Казахский национальный педагогический университет имени Абая (Алматы, Казахстан, e-mail: aruzhx@mail.ru).

Муканова Гаухар Сисенбековна – заведующая Лабораторией охраны генофонда и интродукции плодовых растений имени Джангалиева (Алматы, Казахстан, e-mail: appleforest_protection@mail.ru).

Information about authors:

Imankulova Sofya Kopesbayevna – candidate of biological sciences, scientific adviser, professor of Abai Kazakh National Pedagogical University (Kazakhstan, Almaty, e-mail: sofia_professor@mail.ru).

Khalykbergen Aruzhan Kaiyrbekkyzy – 2nd year master's student of the educational program 7M05101 – Biology, Abai Kazakh National Pedagogical University (Kazakhstan, Almaty, e-mail: aruzhx@mail.ru).

Mukan Gaukhar Sisenbekovna – head of the Laboratory of Protection of the Genetic Pool and introduction of fruit plants (Kazakhstan, Almaty, e-mail: appleforest_protection@mail.ru).

Авторлар туралы мәлімет:

Иманкулова Софья Копесбаевна – биология ғылымдарының кандидаты, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университетінің профессоры (Қазақстан, Алматы, e-mail: sofia_professor@mail.ru).

Халықберген Аружан Қайырбекқызы – 2-курс магистранты, 7М05101 – Биология білім беру бағдарламасы, Абай атындағы Қазақ ұлттық педагогикалық университеті (Қазақстан, Алматы, e-mail: aruzhx@mail.ru).

Мұқан Гаухар Сисенбекқызы – Академик А. Д. Жангалиев атындағы жемісті өсімдіктерді жерсіндіру және гендік қорды қорғау зертханасының меңгерушісі (Қазақстан, Алматы, e-mail: appleforest_protection@mail.ru).

Поступило 16 декабря 2025 года

Принято 20 февраля 2026 года