

БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ГИБРИДОВ ВТОРОГО ПОКОЛЕНИЯ ЛОБУЛЯРИИ ПРИМОРСКОЙ (*LOBULARIA MARITIMA* L.): ТИПЫ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ И ИЗМЕНЧИВОСТИ ГЕНОТИПОВ

И. В. НАЛЕТОВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: grozer27@gmail.com

В. С. ЗАЯЦ

ЗАО «Струнные технологии»,
г. Минск, Республика Беларусь, 220089, e-mail: v.zayats@unitsky.com

(Поступила в редакцию 20.03.2025)

Лобулярия приморская (*Lobularia maritima* L.), или алиссум белый, относится к перспективным растениям, которые могут быть рекомендованы для использования в декоративном садоводстве и садово-парковом строительстве, а также в качестве нетрадиционной эфирно-масличной культуры. В результате полевых и лабораторных исследований изучены основные биометрические показатели гибридов второго поколения лобулярии приморской (алиссума белого) и их наследственные характеристики. В опытах оценены такие ключевые морфологические параметры, как высота растения, количество цветков и размеры листьев лобулярии приморской, что позволяет установить влияние генетических факторов на фенотипические проявления. Анализ типов наследственности и изменчивости генотипов позволяет выявить закономерности, определяющие вариативность признаков у гибридов лобулярии приморской. Исследование включает в себя сравнение различных линий, что способствует пониманию механизмов наследования и адаптации растений к условиям окружающей среды. В результате исследований установлено, что гибриды второго поколения лобулярии приморской обладают значительной изменчивостью, что открывает перспективы для дальнейшей селекции данной культуры. Это может быть связано с рекомбинацией генов, действием модификационных факторов или взаимодействием генов. Гибридизация привела к улучшению некоторых показателей, в частности, к увеличению содержания эфирных масел по сравнению с родительскими линиями. Линии MARF18-21 и MARF18-21(1) выделяются более длительным периодом цветения, что также может представлять интерес для селекции. В дальнейшем это может привести к созданию новых сортов лобулярии приморской с улучшенными хозяйственно полезными признаками и повышенной устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессовым факторам.

Ключевые слова: лобулярия приморская, селекция, колхицин, биометрические показатели, наследственность, изменчивость.

Lobularia maritima L., or white alyssum, is a promising plant that can be recommended for use in ornamental gardening and landscape gardening, as well as an unconventional essential oil crop. As a result of field and laboratory studies, the main biometric indicators of second-generation hybrids of *Lobularia maritima* (white alyssum) and their hereditary characteristics were studied. In the experiments, such key morphological parameters as plant height, number of flowers and leaf sizes of *Lobularia maritima* were estimated, which allows us to establish the influence of genetic factors on phenotypic manifestations. Analysis of the types of heredity and variability of genotypes allows us to identify patterns that determine the variability of traits in *Lobularia maritima* hybrids. The study includes a comparison of different lines, which helps to understand the mechanisms of inheritance and adaptation of plants to environmental conditions. The studies have shown that the second-generation hybrids of *Lobularia maritima* have significant variability, which opens up prospects for further selection of this crop. This may be due to gene recombination, the action of modification factors, or gene interaction. Hybridization has improved some parameters, in particular, increased essential oil content compared to the parental lines. The MARF18-21 and MARF18-21(1) lines have a longer flowering period, which may also be of interest for selection. In the future, this may lead to the creation of new varieties of *Lobularia maritima* with improved economically useful traits and increased resistance to biotic and abiotic stress factors.

Key words: *Lobularia maritima*, selection, colchicine, biometric parameters, heredity, variability.

Введение

Алиссум белый или Лобулярия приморская (*Lobularia maritima* L.) Desv.) относится к роду бурачков (*Alyssum* L.) семейства капустных или крестоцветных (*Brassicaceae* Burnett, nom. cons.) [1, 2]. В последние годы растение набирает особую популярность в декоративном садоводстве и озеленении городов, парков и усадеб [3–7]. На территории современной Европы это растение используется повсеместно и имеет ряд дикорастущих форм.

В высоту растение имеет до 45 см роста, обширное ветвление стеблей, достигающее от 20 до 90 цветоносных стеблей. Соцветие – кисть, в частности кисть имеет неравномерное цветение, на протяжении всей вегетации растение образует у вершины соцветия новые цветы, а нижние цветы отцветают и формируют плоды. Таким образом растение не прекращает цвести в течение всего года.

Из хозяйственно полезных свойств стоит также отметить высокое содержание фосфолипидов в пыльце и высокую медоносность растений, по некоторым источникам с одного метра квадратного можно получить до 5 г меда в сутки.

Наши исследования направлены на получение нового сорта *Lobularia maritima*, используемого для озеленения и декоративного садоводства. Для этого в 2021 г. была создана коллекция из различных сортов и сортообразцов, а также дикорастущих растений. На протяжении 3 лет велись исследования по изучению фенотипов растений.

В 2022 г. были получены первые гибриды и пересеяны на следующий год. Во время гибридизации проведена оценка формирования плодов. В 2023 г. семена гибридов первого поколения пересеяны для изучения фенотипов растений, а в 2024 г. были получены гибриды второго поколения, которые прошли аналитическое изучение биометрических показателей на сравнение с исходными коллекционными растениями и гибридами первого поколения.

Цель исследования – изучить основные биометрические показатели гибридов второго поколения лобулярии приморской.

Основная часть

Для выращивания растений лобулярии приморской были использованы делянки 1 м², на которых располагались по 10 растений. Почва дерново-подзолистая легкосуглинистая. При возделывании лобулярии приморской в почву вносили минеральные удобрения (мг/кг почвы): N₉₀P₁₂₀K₁₂₀Mg₂₀Ca₁₀Fe⁺³Al_{0,5}S₅Cl₅. Азот применяли в виде двух подкормок по 20 мг/кг почвы, основное внесение азота было в момент высадки растений.

Сорта растений проращивали в изолированной среде по технологии *in vitro*, одно растение подвергали микрорепродукции до 15 эксплантов, с последующим переносом *ex vitro* и культивированием в лабораторных условиях.

При цветении у растений извлекали пыльники до их открытия и переносились в питательную среду с повышенным содержанием моносахаридов. Также были изготовлены экстракты из рылец пестика и добавлены через холодную фильтрацию в остывающие петельные среды.

После получения роста пыльников добивались роста каллуса до 3 см и переводили на другую питательную среду с добавлением колхицина для удвоения числа хромосом. После каллусы переводили на особую питательную среду с целью получения эксплантов.

Полученные экспланты черенковали до 15 растений и в последствии переносили в условия *ex vitro* в лабораторных условиях для адаптации и последующего переноса в полевые условия после адаптации.

У гибридов и сортообразцов изолировали отдельные цветоносы таким образом, чтобы устранить переопыленные.

Для селекции были использованы дикорастущие растения *Lobularia maritima* с желтыми соцветиями, до 30 цветоносных ветвей (рис. 1а) и растения дикого типа, но имеющие белые соцветия и количество ветвей с цветоносами до 80 шт. (рис. 1б).



а) Общий вид растения дикорастущего



б) Белые растения дикорастущие

Рис. 1. Общий вид дикорастущего растения лобулярии приморской

Растения *Lobularia maritima*, произрастающие в естественных условиях, обладали более устойчивым генотипом к ряду патогенов, особенно к фузариозным увяданиям. Фузариоз поражает эти растения достаточно активно, так как стебли с цветоносами прижимаются достаточно близко к почве, а ветви создают теплые и влажные условия для гриба.

Желто-цветковые растения выступали в роли материнского организма, а белоцветковые – как отцовское растение; затем было проведено реципрокное сращивание: гибриды F_1 скрестили с обоими родительскими формами. В первом поколении все растения были бледно-желтого цвета ($A_1a_1A_2a_2$), куст – стандартного диаметра до 30 см; в высоту гибриды достигали до 25 см. По наследованию фенотипов и окраски лепестков растений можно предположить об полимерном взаимодействии генов, где ген, обозначенный как доминантный (A), добавляет более желтый цвет: чем выше их численность, тем желтее растения, (a) – добавляет белый цвет (рис. 2).

Количество цветоносных побегов на растении наследуется по комплементарному взаимодействию генов, а именно большее количество ветвлений – доминантное наследование признаков, а меньшее – рецессивное. При этом, чтобы удостовериться в правильном распределении генов, нами были проведены анализирующие скрещивания, которые доказывали статистически распределение фенотипа.

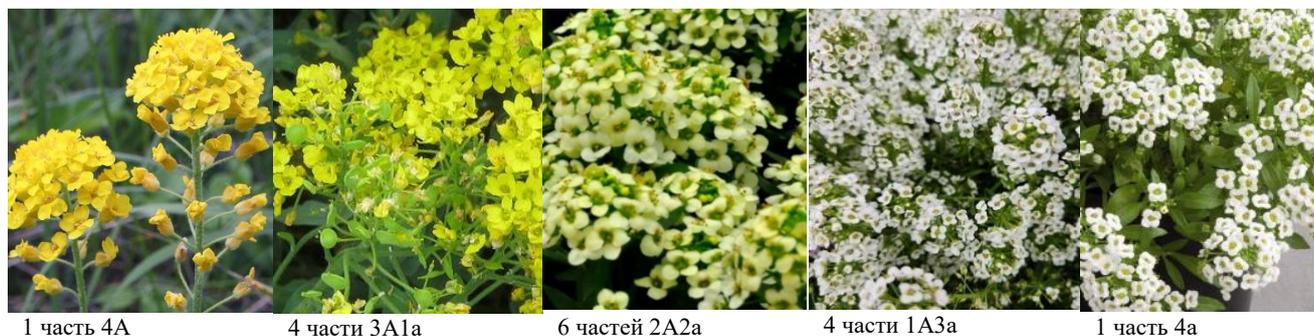


Рис. 2. Фенотипические признаки наследования полимерного взаимодействия у гибридов второго поколения лобулярии приморской

Помимо наследования цветками белой и желтой окраски, растения повсеместно встречаются с красным и фиолетовым окрасом, данный цвет регулируется скоростью образования антоцианов в лепестках. Проявление антоцианов возможно было только у гетерозигот и рецессивных гомозигот по белому цвету. Желтые растения оставались своего цвета (рис. 3).



Рис. 3. Гибриды первого поколения лобулярии приморской с антоциновой окраской соцветий

Основная селекция лобулярии велась на декоративную способность. Были выделены во втором поколении растения, имеющие только белый цвет лепестков без антоциана. Такие растения изучили на предмет передачи признаков от родительских растений гибридам первого и второго поколения, высоты растения, диаметра куста и соцветия, количество цветов и т. д. (рис. 4).



Рис. 4. Общий вид гибридов второго поколения лобулярии приморской с лучшими признаками декоративности

Для оценки полученных гибридов использовались биометрические показатели роста и развития растений в табл. 1.

Размеры растений гибридов второго поколения варьировали от 20,5 см до 17,3 см, их следует использовать как для усиления декоративных свойств растений, так и для бордюров при озеленении клумб. Радиус составляет от 54,1 см до 16,5 см.

Таблица 1. Биометрические показатели родительских растений, гибридов первого и второго поколения

Растения	Растение			Цветок			
	высота, см	радиус, Ø см	количество ветвей, шт.	радиус соцветия, Ø мм	радиус цветка, Ø мм	радиус лепестка, Ø мм	длина цветоножки, мм
MARE♀	21,4	40,6	89	15,4	4,1	0,32	11,4
MARW♂	37,5	57,8	78	16,7	3,7	0,27	8,6
MARF1♂♀	24,2	20,9	80	16,0	4,2	0,33	3,0
MARF18-18	20,5	54,1	53	21,6	3,7	1,55	5,3
MARF18-20	18,4	20,7	57	17,6	2,9	2,71	2,8
MARF18-21	17,3	16,8	55	17,0	3,4	2,43	2,1
MARF18-21(1)	18,8	16,5	87	11,0	5,2	1,40	3,0

Один из самых важных показателей декоративности растений лобулярии это количество цветочных побегов и радиус этих ветвей. Гибрид MARF18-21(1) обладает большим числом ветвей (87 шт.), что делает куст достаточно компактным и привлекательным визуально.

На рис. 5 представлены поперечные срезы цветоносов гибридов второго поколения лобулярии приморской.



Рис. 5. Поперечный срез цветоносов гибридов второго поколения лобулярии приморской

На рис. 5 видны морфологические отличия растений гибридов второго поколения MARF18-18, которые обладают удлинённым стеблем и большим количеством цветов на одном цветоносе, в то время как гибриды MARF18-21 имеют меньшее количество цветов, но достаточно компактное ветвление, что делает растение визуально лучшим.

Гибриды MARF18-20 и MARF18-21 (1) внешне обладали схожими признаками, имели большой радиус ветвлений и радиус соцветий, продолжительность цветения одного цветка составляла от 5 до 18 дней.

У специалистов существует запрос на количество одновременно цветущих растений и аромат. Для решения этой задачи нами были проанализированы гибриды на количество одновременно цветущих растений, количество дней цветения одного цветка и аромат в пересчете на эфирное масло (табл. 2).

Таблица 2. Онтогенетические показатели гибридов второго поколения лобулярии приморской

Родительские линии и гибриды	Среднее количество цветков за весь вегетационный период с одного цветоноса, шт.	Среднее количество суток цветения одного цветка, дней	Содержание эфирных масел, мл/кг сухого сырья
MARE♀	34±4	5±0,4	0,02±0,82
MARW♂	79±2	5±2,7	1,01±0,01
MARF1♂♀	70±2	6±3,7	1,28±0,09
MARF18-18	89±5	5±3,1	2,89±0,15
MARF18-20	80±2	6±1,6	2,64±0,23
MARF18-21	57±7	18±2	2,98±0,10
MARF18-21(1)	69±7	10±2	2,77±0,18

Примечание: Результаты представлены в виде средних значений со стандартным отклонением (M±SD).

Гибриды (например, MARF18-18 и MARF18-20) показали значительно большее среднее количество цветков за весь вегетационный период по сравнению с родительскими линиями (MARE♀ и MARW♂).

Среднее количество суток цветения одного цветка варьировало в пределах 7,9 дней цветения, но гибрид MARF18-21 (18±2 дня) демонстрировал значительно более длительный период цветения в сравнении с другими линиями. Это может быть полезно для продления периода цветения и увеличения общего количества цветков при использовании в декоративных насаждениях.

Содержание эфирных масел у гибридов MARF18-18 и MARF18-21 показали самые высокие значения (2,89 мл/кг и 2,98 мл/кг соответственно). Эфирно-масличные растения, содержание эфирных масел у которых составляет не менее 1–2 %, считается растениями с высоким показателем эфирных масел [8–13]. Количество эфирных масел коррелирует с медоносностью растений, что может указывать на их более высокое качество и потенциал для использования в ароматерапии или производстве эфирных масел, но также и как природный компонент для привлечения пчел [14].

Заклучение

Гибриды лобулярии приморской с большим количеством цветков и высоким содержанием эфирных масел являются приоритетными для селекции. Это позволит создать сорта, которые будут сочетать в себе наиболее ценные хозяйственно полезные признаки.

В исследованиях отмечена значительная изменчивость у гибридов лобулярии приморской второго поколения по всем исследуемым признакам. Это может быть связано с рекомбинацией генов, действием модификационных факторов или взаимодействием генов.

Гибридизация привела к улучшению некоторых показателей, в частности, содержанию эфирных масел по сравнению с родительскими линиями.

Линии MARF18-21 и MARF18-21(1) выделяются более длительным периодом цветения, что может представлять интерес для селекции в качестве создания перспективного сорта.

ЛИТЕРАТУРА

1. Recent advances in phytochemistry, pharmaceutical, biomedical, phytoremediation, and bio-preservative applications of *Lobularia maritima* / В. В. Akacha [et al.] // South African Journal of Botany. – 2024. – Vol. 165. – P. 202–216.
2. Wiszniewska, A. Assessment of shoot priming efficiency to counteract complex metal stress in halotolerant *Lobularia maritima* / A. Wiszniewska, W. Makowski // Plants. – 2023. – Vol. 12, No.7. – P. 14–40.
3. Декоративные и лекарственные растения (открытый грунт): каталог Ботанического сада Белорусской государственной сельскохозяйственной академии / А. П. Гордеева, Т. В. Сачивко, М. В. Наумов [и др.]. – Горки: БГСХА, 2013. – 308 с.
4. Добряк, Е. А. К вопросу озеленения пансионатов на территории республики Крым / Е. А. Добряк, М. В. Кочергина // Актуальные вопросы сохранения биоразнообразия и устойчивости природных и искусственных растительных сообществ. – 2023. – С. 5–11.
5. Корзун, О. С. Декоративное садоводство / О. С. Корзун, А. С. Бруйло, Т. В. Сачивко. – Гродно: ГГАУ, 2024. – 256 с.
6. Сачыўка, Т. У. Вострасмакавыя культуры ў ландшафтным будаўніцтве / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2024. – С. 440–442.
7. Сачыўка, Т. У. Перспектыўныя накірункі выкарыстання вострасмакавых і эфірна-алеіных культур / Т. У. Сачыўка, В. М. Босак // Лесное хозяйство. – Минск: БГТУ, 2025.
8. Биохимический состав новых сортов пряно-ароматических и эфирно-масличных культур / В. Н. Босак, Т. В. Сачивко, Н. В. Барбасов [и др.] // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 1. – С. 64–68.
9. Использование показателей компонентного состава эфирных масел для идентификации сорта / Т. В. Сачивко, Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко [и др.] // Овощи России. – 2019. – № 3. – С. 68–73.
10. Перспективы использования и особенности эфирных масел растений Республики Беларусь / Н. А. Коваленко, Г. Н. Супиченко, Т. В. Сачивко [и др.] // Инновационные решения проблем экономики знаний Беларуси и Казахстана. – Минск: БНТУ, 2016. – С. 236–237.
11. Сачивко, Т. В. Особенности накопления эфирных масел малораспространенными видами пряно-ароматических культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса. – Курган: КГСХА, 2020. – С. 317–321.
12. Сачивко, Т. В. Содержание эфирных масел в различных видах пряно-ароматических и зеленных культур / Т. В. Сачивко, В. Н. Босак // Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции. – Минск: БГАТУ, 2019. – С. 341–343.
13. Antimicrobial Properties of the Essential Oils of New Varieties of *Origanum Vulgare* L. / Т. В. Sachivko, Т. I. Akhramovich, N. A. Kovalenko [et al.] // Russian Journal of Bioorganic Chemistry. – 2024. – Т. 50, No. 7. – P. 2859–2865.
14. Шапорова, Я. А. Комплексный подход в создании сырьевой базы для пчеловодства и травничества / Я. А. Шапорова, О. В. Бахур // Труды БГТУ. Серия 1. – 2020. – № 2. – С. 144–148.