

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-5-5-11>
УДК: 635.52:631.527.5

М. В. Ковальчук^{1,2*}

¹ ООО «НИИ селекции овощных культур»
127006, Россия, г. Москва, а/я 67

² ФГБОУ ВО РГАУ –
МСХА имени К.А. Тимирязева
127434, Россия, г. Москва,
ул. Тимирязевская, 49

*Автор для переписки: mariyak737@gmail.com

Конфликт интересов. Автор подтверждает отсутствие конфликта интересов при написании данной работы.

Вклад авторов: М.В. Ковальчук: концептуализация, методология, верификация и администрирование данных, ресурсы, проведение исследования, формальный анализ, создание рукописи и её редактирование.

Для цитирования: Ковальчук М.В. Сравнение эффективности различных способов гибридизации салата-латука (*Lactuca sativa* L.). *Овощи России*. 2024;(5):5-11.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-5-5-11>

Поступила в редакцию: 01.07.2024

Принята к печати: 02.09.2024

Опубликована: 27.09.2024

Mariya V. Kovalchuk^{1,2*}

¹ LLC "Research Institute of Vegetable Breeding"
Moscow, 127006, Russia

² Russian State Agrarian University – Moscow
Timiryazev Agricultural Academy (RSAU-MTAA)
49, Timiryazevskaya st., Moscow, Russia, 127434

Corresponding Author: mariyak737@gmail.com

Conflict of interest. The author declare that there are no conflicts of interest.

Authors' Contribution: Kovalchuk M.V.: conceptualization, methodology, data verification and administration, resources, research, formal analysis, manuscript creation and editing.

For citation: Kovalchuk M.V. Comparison of the effectiveness of various lettuce (*Lactuca sativa* L.) hybridization methods. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(5):5-11. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-5-5-11>

Received: 01.07.2024

Accepted for publication: 02.09.2024

Published: 27.09.2024

Сравнение эффективности различных способов гибридизации салата-латука (*Lactuca sativa* L.)

Check for updates



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Салат-латук является распространенной зеленой культурой. Высокий спрос на саму продукцию, а также на новые сорта обуславливает развитие селекции салата по разным направлениям. Наиболее перспективно при селекции салата использовать для получения нового разнообразного исходного материала метод гибридизации. Однако, так как, салат культура самоопылитель с мелкими цветками, а также имеет непродолжительное по времени цветение (около трех часов), то техника кастрации и опыления сложна. Существующие методы гибридизации салата различаются по степени эффективности и трудоемкости. Цель данного исследования – сравнение эффективности трех способов гибридизации салата и получение с использованием этих методов исходного материала для селекции.

Материалы и методы. Были изучены 15 сортообразцов салата различных сортотипов в разных комбинациях. Гибридизацию проводили в условиях Московской области и Краснодарского края тремя способами: 1) с использованием мух в качестве насекомых опылителей; 2) с применением ручной кастрации, при которой срезали с соцветия нераскрывшиеся бутоны с пылью внутри и последующей смывкой остатков пыльцы, после чего проводили ручное опыление («Clip and Wash» метод); 3) с применением ручной кастрации, при которой проводили однократное смывание пыльцы, после чего также опыляли вручную. Оценка уровня гибридности, а также отбор селекционного материала проводили по основным морфологическим и хозяйственно ценным признакам.

Результаты. Получены 529 гибридных растения за 2021-2023 годы при использовании трех методов гибридизации салата, для использования в дальнейшей селекции из них было отобрано 150 растений различных сортотипов и форм. Установлено, что при методе гибридизации «Clip and Wash» достигается максимальный процент гибридизации (92-100%) при меньших трудозатратах в организации скрещиваний. Гибридизация с применением для опыления насекомых менее эффективна и более трудозатратна, однако есть возможность благодаря этому методу проводить опыление большего количества соцветий.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

салат, исходный материал, гибридизация, кастрация, опыление

Comparison of the effectiveness of various lettuce (*Lactuca sativa* L.) hybridization methods

ABSTRACT

Relevance. Lettuce is a widespread green crop. The high demand for lettuce products, as well as for new varieties, drives the development of different breeding practices for this crop. It is the most promising to use hybridization method in the lettuce breeding for a diverse source material production. However, lettuce is a self-pollinating plant with small flowers and a short flowering period (about three hours), so the technique of castration and pollination is difficult. The current methods of lettuce hybridization vary in efficiency and labor intensity. This study aims to compare the effectiveness of three different hybridization methods and to obtain a source material for lettuce breeding using these methods.

Materials and methods. 15 varieties of different variety types of lettuce were studied in various combinations. Three hybridization methods was conducted in the conditions of the Moscow region and the Krasnodar Territory: 1) using flies as pollinating insects, 2) using manual castration by cutting off the inflorescence of unopened buds with pollen inside and washing off pollen residues followed by manual pollination ("Clip and Wash" method), and 3) using manual emasculatation with a single pollen wash, also followed by manual pollination. The hybridity level assessment and the breeding material selection were performed according to the main morphological and economically valuable characteristics.

Results. In the period from 2021 to 2023, 529 hybrid plants were produced using three different hybridization methods of lettuce. Out of these, 150 plants of various variety types and forms were selected for further breeding. The "Clip and Wash" method was found to be the most effective in terms of achieving the highest hybridization percentage (92-100%) with less labor costs in organizing crosses. However, the hybridization process using insect pollination was less effective and required more labor, but it was also possible to pollinate a larger number of inflorescences using this method.

KEYWORDS:

lettuce, source material, hybridization, emasculatation, pollination

Введение

Салат-латук наиболее распространенная культура среди зеленых овощей. Селекция салата ведется по различным направлениям во всем мире [1-4]. Наиболее часто как основной метод селекции используют индивидуальный отбор и гибридизацию. Гибридизация является более перспективным методом так как, с помощью скрещиваний осуществляется рекомбинация генотипов и как следствие получение нового разнообразного исходного материала для селекции, что представляет собой большой практический интерес. Однако, в связи с особенностями строения и небольшой величиной цветка салата, приспособленного к самоопылению, а также биологии цветения, сама техника гибридизации салата достаточно сложная [5-8]. Известны различные методы гибридизации салата, отличающиеся по эффективности и трудоемкости. Так как салат является самоопылителем, важное место в изучении возможной гибридизации отводится удалению пыльцы с материнских цветков. Изначально использовалась кастрация при которой пинцетом удалялись пыльники до начала цветения [9]. Позже появились данные о использовании для кастрации тумана или распыскивания различных химических веществ [10]. При этом, исследователи не дают однозначных оценок и рекомендаций по использованию этих методов, в том числе из-за того, что нередко успех гибридизации зависит от условий ее проведения и подбора родительских пар [9-12]. В данной работе проведена оценка эффективности трех методов гибридизации салата: двух способов ручной гибридизации и одного метода с использованием мух в качестве насекомых опылителей. Цель исследования – сравнение эффективности трех способов гибридизации салата и получение с использованием этих методов исходного материала для селекции. Для этого необходимо подобрать родительские пары (определив источники ценных признаков), провести ручную кастрацию и опыление, а также опыление при помощи мух, провести оценку гибридности полученных растений, отобрать лучшие гибриды для дальнейшей селекции.

Материалы и методы

Исследования проводились в 2021-2023 годах в условиях Московской области и Краснодарского края на базе ССЦ «Гавриш-Слободской» и ССЦ «Гавриш-Крымский». Для комбинаций подбирались сорта различных сортоотипов преимущественно имеющие контрастные признаки (различную форму и окраску листа, различную степень пузырчатости и волнистости листа и др.). Это сорта сортоотипа Батавия такие как Хризолит (Гавриш), Нефрит (Гавриш), Конвершн (Rijk Zwaan), Орбитал (Rijk Zwaan); сорта Маслянистого салата - Лимпопо (Гавриш) и Кейси (Enza Zaden); дуболистный сорт Кредо (Гавриш) и Гренадин (Vilmorin); сорта типа Лолла Росса – Сатин (Rijk Zwaan), Кармези (Rijk Zwaan) и Грейс (Гавриш); многолистный салат Экзам (Rijk Zwaan) и Бинекс (Rijk Zwaan); салат «Фриллис» сорта Форт (Гавриш) и салат ромен Цезарь (Гавриш). Для того чтобы при идентификации и отборе полученных гибридных растений легче определять роди-

тельские признаки и переходные формы, было необходимо заранее провести оценку и описание сортов-родителей. Также выделяли предполагаемые источники ценных признаков. Данные 15 сортов высаживали в различных комбинациях.

Изучали три метода гибридизации салата. Два из них включают ручной способ опыления (при разных способах кастрации), а в третьем гибридизация проводилась с использованием насекомых в качестве опылителей, без кастрации. Метод «Clip and wash» (C&W) включает способ кастрации, при котором сначала срезаются венчики в соцветии (перед открытием цветков), а после остатки пыльцы смываются водой (при появлении пестика) и при раскрытии долей рыльца в форме «V» проводят опыление посредством переноса пыльцы с соцветия отцовского растения [9] (рис.1). С ним сравнивался метод кастрации при котором проводился только однократный смыв пыльцы при открывании цветков (метод «однократного смывания пыльцы») [9]. Растения для скрещиваний высаживались в необогреваемую пленочную теплицу, каждого сорта было высажено по три растения (24 комбинации в 2022 году и 30 комбинаций в 2023 году). В 2022 году высадка проводилась 25 апреля – более поздних сортов и 11 мая – более ранних сортов, в 2023 году 24 апреля – более поздних сортов и 3 мая – более ранних сортов (Московская область, защищенный грунт). Кастрацию и ручное опыление в соцветиях проводили в течение трех недель (II и III декада августа) примерно с 7:00 до 10:00 (время цветения салата) в зависимости от погодных условий.

Растения для скрещиваний с использованием в качестве опылителей мух *Lucilia caesar* (также называемыми зелеными падальными мухами) [13], высаживались в Московской области в необогреваемую пленочную теплицу 7 мая в 2021 году (25 комбинаций) и 11 мая в 2022 году (25 комбинаций). После подвязывания растений с уже сформированными цветоносами, проводили изоляцию сетчатым материалом каждой комбинации (по 6 растений под изолятором) и при цветении осуществляли ввод насекомых-опылителей (50-100 мух на 1 м²). Опыт с мухами был продублирован в условиях открытого грунта в Краснодарском крае. Высадку проводили 23 апреля (поздние сорта) и 4 мая (ранние сорта) в 2021 году (25 комбинаций), а в 2022 году более поздние сорта высадили 26 апреля и ранние 3 мая (65 комбинаций).

Семена с растений, где использовалась ручная гибридизация срезались в пакеты из крафт-бумаги вместе с частью стебля (для предотвращения осыпания семян) и маркировкой на нем. Семена с растений опыленными мухами собирались полностью. Полученные семена высевались весной следующего года в кассеты, и оценка гибридности проводилась на 30-40 сутки от посева в самих кассетах или после высадки в открытый грунт в стадии товарной зрелости. При оценке предположительно гибридных растений руководствовались методическими указаниями: «Визуальное фенотипирование в селекции растений» [14] и «Методика проведения испытаний на отличимость, однородность, стабильность. Салат (*Lactuca sativa* L.)» [15].



Рис. 1. Соцветие салата при кастрации методом «Clip and wash». (I) Соцветие перед раскрытием венчиков, пунктир указывает на место среза. (II) Соцветие со срезанными венчиками и пылью внутри них. (III) Соцветие, в котором цветки в стадии выхода пестика (дополнительно промывается водой). (IV) Цветок, готовый к нанесению пыльцы (доли рыльца пестика открыты в форме «V»)

Fig. 1. Lettuce inflorescence during emasculation by the "Clip and wash" method. (I) The inflorescence before opening the corollas, the dotted line indicates the place of cutting. (II) An inflorescence with cut corollas and pollen inside them. (III) An inflorescence in which the flowers are in the pistil exit stage (additionally washed with water). (IV) A flower ready for pollen application (the lobes of the stigma of the pistil are open in the form of a "V")

Результаты и их обсуждение

Эффективность, а также уровень трудоемкости представленных трех методов гибридизации выражаются в первую очередь в количестве соцветий на растении, в которых удастся провести опыление. При ручном опылении на эту величину влияет уровень сложности кастрации – чем сложнее и дольше, тем меньше соцветий можно успеть опылить за время, пока цветки открыты. Кастрация при использовании метода «С&W» фактически включает в себя метод «Однократного смывания пыльцы», смывание пыльцы проводится в момент, когда становится хорошо ее видно (также отчетливо становятся видны две доли рыльца), а момент среза еще не раскрывшихся венчиков соответственно попадает на время до цветения. Таким образом времени на метод «С&W» тратится больше, но не ценного времени самого цветения, когда кроме кастрации необходимо также перенести пыльцу с отцовского растения. Кроме того, соцветие со срезанным венчиком визуально легче определить в отличие от соцветий где только смыта пыльца (хотя перед кастрацией и делается соответствующая маркировка), поэтому и само опыление проводить немного легче и незначительно быстрее при методе «С&W». На комбинациях изучаемых в данной работе при методе «С&W» семена завязались и были собраны с 1-5 соцветий на комбинацию, при методе «Однократного смывания пыльцы» с 1-8 соцветий на комбинацию. Однако, стоит отметить, что время на кастрацию и опыление более перспективных комбинаций тратилось больше и гибридизация проводилась на большем количестве соцветий, также задача стояла успеть провести гиб-

ридизацию как в можно большем количестве различных сочетаний и в день проводилась гибридизация сразу нескольких комбинаций. С использованием метода «С&W» и «Однократного смывания пыльцы» за три часа цветения салата в день проводили кастрацию и ручное опыление в среднем 20-25 соцветий различных комбинаций. В одном соцветии завязывалось от 1 до 19 семян (в среднем 14 шт.) – при методе «Однократного смывания пыльцы» и от 15 до 19 семян (с средним 16) – при методе «С&W». Несмотря на то, что средние значения завязываемости семян в соцветии у этих методов отличаются незначительно, однако, можно сделать вывод, что более качественно гибридизация проводится по методу «С&W», так как при методе «Однократного смывания пыльцы» в нескольких соцветиях семена завязались не полностью (в сравнении с контролем - количеством семян в соцветии каждого отдельного сорта). За максимально возможное количество семян одного соцветия каждого сорта, принимали данные с контрольных соцветий этих сортов без кастрации и опыления, также ориентировались на ботанические особенности культуры [8].

При опылении мухами кастрация не проводится [11, 13], под изоляторами находились растения целиком и цвели в течении двух-трех недель (в день открыты от нескольких штук до нескольких десятков соцветий одновременно), соответственно собирались все завязавшиеся семена на растении, а это от 1 до 10 г семян или 1000-10000 шт. семян с растения в зависимости от сорта, наличия или отсутствия болезней, погодных условий на момент созревания семян [8].

Семена, полученные с растений в 2021 и 2022 годах, высевали соответственно в 2022 и 2023 годах для оценки полученных из них растений на гибридность и пригодность для дальнейшей селекции.

Метод «Однократного смывания пыльцы».

Количество завязавшихся семян в 2022 году составило от 27 до 129 штук с комбинации (табл. 1), что соответствовало от 2 до 8 соцветий с комбинации.

Количество завязавшихся семян в 2023 году составило от 28 до 134 шт. с комбинации (табл. 1), что соответствовало от 2 до 9 соцветий с комбинации. На одну комбинацию приходилось от 0 до 70 гибридных растений.

Из 54 комбинаций (за два года) было получено 257 гибридных растений (80 штук за 2022 год и 177 шт. за 2023 год) с 25 комбинаций (от 2 до 81% гибридности). В среднем процент гибридности по методу «Однократного смывания пыльцы» – 29%.

Метод «Clip and wash».

Кастрация и опыление по методу «Clip and wash» были проведены на 8 комбинациях и семена были получены со всех соцветий, участвовавших в гибридности. Количество завязавшихся семян составило от 15 до 75 штук, что соответствует от 1 до 5 соцветий с комбинации (табл. 1). Количество полученных гибридных растений от 15 до 73 с комбинации (всего 272 гибридных растения). В среднем процент гибридности по методу «Clip and wash» – 98%.

Опыление с использованием насекомых (мух Lucilia caesar).

Так как с большинства растений было получено по несколько тысяч семян, посев которых занял бы

большие площади и объёмы работ, то высевали по 300 семян с каждой комбинации (или меньше, если семян завязалось менее 300).

Из 90 комбинаций изучаемых в условиях открытого грунта в Краснодарском крае (за два года) с чуть больше половины (48 комбинаций) не были получены гибридные растения, т.е. отмечалась гибридность 0%. В оставшихся 42 комбинациях процент гибридности составлял от 1 до 76%. В таблице 2 представлены комбинации которые дали наибольшее количество гибридных растений. В среднем процент гибридности по методу опыления с помощью мух в условиях открытого грунта в Краснодарском крае – 13%.

Из 50 комбинаций изучаемых в условиях защищенного грунта в Московской области (за 2 года) гибридные растения были получены с 18 комбинаций, процент гибридности составлял от 1 до 34% (табл. 2). В среднем процент гибридности по методу опыления с помощью мух в условиях защищенного грунта в Московской области – 8%.

За три года исследований (с 2021 – 2023) было получено и оценено 529 гибридных растений, для использования в дальнейшей селекции из них было отобрано 150 растений различных сортоформ и форм (рис. 2 и 3). Оценка гибридных растений проводилась по основным морфологическим и хозяйственно ценным признакам (строение розетки листьев, размер розетки, ширина и высота листовой пластинки, окраска листовой пластинки и ее интенсивность, волнистость, пузырчатость и глянцеvitость листа, количество листьев, консистенция ткани листа, скороспелость, рассеченность листа, наличие гетерозиса, наличие краевого ожога и др.).

Также получен и оценен материал F₂-F₃, благодаря чему подтверждена гибридность предположительно гибридных растений (посредством наличия расщепления в F₂). Сорты Орбитал, Хризотил, Конвершн,



Рис. 2. Лист гибридного растения (в центре) от скрещивания ♀ Форт x ♂ Орбитал
Fig.2. Lettuce leaf of a hybrid plant (in the center) from crossing ♀ Fort x ♂ Orbital



Рис. 3. Лист гибридного растения (в центре) от скрещивания ♀ Экзам х ♂ Кейси
Fig.3. Lettuce leaf of a hybrid plant (in the center) from crossing ♀ Exam х ♂ Casey

Таблица 1. Результаты межсортовых скрещиваний салата двумя методами ручной гибридизации в условиях Московской области защищенного грунта (2022-2023 гг.)
Table 1. The results of intersort crossings of lettuce by two methods of manual hybridization in the conditions of the Moscow region of protected soil (2022-2023)

Комбинация	2022			2023		
	Завязавшихся семян, шт	Гибридных растений, шт	% гибридизации	Завязавшихся семян, шт	Гибридных растений, шт	% гибридизации
<i>Метод однократного смывания пыльцы (wash)</i>						
♀Хризолит х ♂Нефрит (к)	93	10	11	97	23	24
♀Кейси х ♂Орбитал	36	10	28	103	2	2
♀Кармези х ♂Кредо	27	2	7	134	0	0
♀Кармези х ♂ Экзам	52	5	10	28	17	61
♀Цезарь х ♂Грейс	27	13	56	84	37	44
♀Кредо х ♂Грейс	129	11	9	115	24	21
♀Форт х ♂Орбитал	36	2	6	112	0	0
♀Сатин х ♂Кейси	113	27	24	86	70	81
♀Конвершн х ♂Сатин	56	0	0	69	4	58
<i>Метод Clip and wash</i>						
♀Хризолит х ♂Нефрит (к)				35	35	100
♀Кейси х ♂Сатин				45	45	100
♀Хризолит х ♂Сатин				19	19	100
♀Экзам х ♂Кейси				15	15	100
♀Хризолит х ♂ Конвершн				33	32	97
♀Кейси х ♂Бинекс				29	29	100
♀Бинекс х ♂Кейси				26	24	92
♀Экзам х ♂Хризолит				75	73	97

Таблица 2. Результаты межсортных скрещиваний салата с использованием мух (*Lucilia caesar*) в качестве насекомых опылителей в условиях открытого и защищенного грунта (Московская область и Краснодарский край, 2022-2023 годы)
 Table 2. Results of intersort crossings of lettuce using flies (*Lucilia caesar*) as pollinating insects in open and protected ground conditions (Moscow Region and Krasnodar Territory, 2022-2023)

Комбинация	2021		2022	
	Гибридных растений, шт	% гибридизации	Гибридных растений, шт	% гибридизации
<i>Краснодарский край, открытый грунт</i>				
♀Хризолит х ♂Нефрит (к)	4	9	6	3
♀Грейс х ♂Лимпопо	5	14	36	76
♀Цезарь х ♂Нефрит	0	0	27	18
♀Лимпопо х ♂Кредо	18	20	2	1
♀Цезарь х ♂Гренадин	25	12	0	0
♀Хризолит х ♂Кредо	46	54	17	24
♀Кредо х ♂Туска	0	0	11	8
♀Квинтус х ♂Меркурий	13	7	5	14
<i>Московская область, защищенный грунт</i>				
♀Хризолит х ♂Нефрит (к)	10	12	2	4
♀Лимпопо х ♂Грейс	0	0	2	1
♀Лимпопо х ♂Кредо	19	11	2	1
♀Нефрит х ♂Кредо	3	5	1	3
♀Грейс х ♂Нефрит	23	12	12	6
♀Нефрит х ♂Грейс	27	6	0	0
♀Грейс х ♂Хризолит	56	34	8	15
♀Хризолит х ♂Кредо	0	0	24	30

Кредо и Экзам отмечены как доноры хозяйственно ценных признаков (интенсивная антоциановая окраска листа, высокая степень глянцеvitости, сильная волнистость края листа, раннеспелость (формирование товарной зелени на 28-30 сутки от посева), большое количество листьев.

Выводы

По итогам оценки эффективности способов гибридизации салата-латука установлено, что при методе гибри-

дизации «Clip and Wash» достигается максимальный процент гибридизации (92-100%) при меньших трудозатратах в проведении кастрации и опылении. Гибридизация с использованием мух (*Lucilia caesar*) в качестве насекомых опылителей менее эффективна и более трудозатратна, однако есть возможность благодаря этому методу проводить опыление значительно большего количества соцветий. Гибридизация салата-латука может успешно применяться в селекционной работе для получения разнообразного исходного материала.

В результате использования трех методов гибридизации от межсортовых скрещиваний получены и отобраны гибридные растения, а также растения поколений F₂-F₃ и установлены доноры хозяйственно ценных признаков, таких как интенсивная антоциано-

вая окраска листа, высокая степень глянцеvitости, сильная волнистость края листа, скороспелость, количество листьев, размер розетки листьев, размер листовой пластинки (Орбитал, Хризолит, Конвершн, Кредо, Гоген и др.).

• Литература

1. Ловчикова Е.И., Волчёнкова А.С., Зверева Г.П. Перспективы и тенденции развития отрасли овощеводства. *Вестник аграрной науки*. 2023;3(102):161-167. <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2023.3.161> <https://www.elibrary.ru/eeoieh>
2. Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф., Пышная О.Н., Гуркина Л.К., Пинчук Е.В. Селекция и семеноводство овощных культур – на инновационный путь развития. *Овощи России*. 2023;(1):5-13. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-5-13> <https://www.elibrary.ru/wzovbp>
3. Солдатенко А.В., Пивоваров В.Ф., Харченко В.А., Иванова М.И. Селекция листовых и пряно-ароматических культур: состояние и направления. 2019;(3):7-14. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-7-14> <https://www.elibrary.ru/htjopc>
4. Пинчук Е.В., Беспалько Л.В., Козарь Е.Г., Балашова И.Т., Сирота С.М., Шевченко Т.Е. Ценная овощная зелень на гидропонике для круглогодичного потребления. *Овощи России*. 2019;(3):45-53. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-45-53> <https://www.elibrary.ru/gkuvhv>
5. Han R., Truco M.J., Lavelle D.O., Michelmore R.W. A Composite Analysis of Flowering Time Regulation in Lettuce. *Front. Plant Sci*. 2021;(12):632708. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.632708>
6. Ryder E.J. Ten lettuce genetic stocks with early flowering genes Ef-1ef-1 and Ef-2ef-2. *Hortscience*. 1996;(31):473-475. <https://doi.org/10.21273/Hortsci.31.3.473>
7. Silva E.C., Maluf W.R., Leal N.R., Gomes L.A.A. Inheritance of bolting tendency in lettuce *Lactuca sativa* L. *Euphytica*. 1999;(109):1-7. <https://doi.org/10.1023/A:1003698117689>
8. Лудилев В.А., Иванова М.И. Редкие и малораспространенные овощные культуры. М.: Росинформагротех, 2009. 195 с.
9. Nagata R.T. Clip-and-wash method of emasculation for lettuce. *HortScience*. 1992;27(8):907-908.
10. Ryder E.J., Johnson A.S. Mist despoliation of Lettuce flowers. *HortScience*. 1974;(9):584.
11. Goubara M., Takasaki T. Pollination effects of the sweat bee *Lasioglossum villosulum* trichopse (Hymenoptera: Halictidae) on genic male-sterile lettuce. *Applied entomology and zoology*. 2004;39(1):163-169.
12. D'Andrea L., Felber F., Guadagnuolo R. Hybridization rates between lettuce (*Lactuca sativa*) and its wild relative (*L. serriola*) under field conditions. *Environmental Biosafety Research*. 2008;7(2):61-71.
13. Пат. 2593940 Российская Федерация МПК А01Н 1/02, А01Н 5/00, А01Н 5/10. Получение семян гибрида *Lactuca sativa*/ Херве М., Тьерри С.; патентообладатель Вилморин. – № 2009131326/10; заявл. 10.04.2011 Бюл. № 10; 10.08.2016 Бюл. № 22. 40 с.
14. Цаценко Л. В., Савиченко Д. Л. Визуальное фенотипирование в селекции растений. *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2017;(128):1039-1051. <https://doi.org/10.21515/1990-4665-128-071> <https://www.elibrary.ru/yosryr>
15. UPOV, TG /13/11 от 14.06.2019 «Методика проведения испытаний на отличимость, однородность, стабильность. Салат (*Lactuca sativa* L.)»

• References

1. Lovchikova E.I., Volchenkova A.S., Zvereva G.P. Prospects and trends in the development of the vegetable growing industry. *Bulletin of agrarian science*. 2023;3(102):161-167. (In Russ.) <https://doi.org/10.17238/issn2587-666X.2023.3.161> <https://www.elibrary.ru/eeoieh>
2. Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Pyshnaya O.N., Gurkina L.K., Pinchuk E.V. Selection and seed production of vegetable crops – on an innovative path of development. *Vegetable crops of Russia*. 2023;(1):5-13. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2023-1-5-13> <https://www.elibrary.ru/wzovbp>
3. Soldatenko A.V., Pivovarov V.F., Kharchenko V.A., Ivanova M.I. Selection of leaf and spicy aromatic agricultural crops: status and directions. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(3):7-14. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-7-14> <https://www.elibrary.ru/htjopc>
4. Pinchuk E.V., Bepalko L.V., Kozar E.G., Balashova I.T., Sirota S.M., Shevchenko T.E. Valuable vegetable green on hydroponics for seasonal use. *Vegetable crops of Russia*. 2019;(3):45-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-3-45-53> <https://www.elibrary.ru/gkuvhv>
5. Han R., Truco M.J., Lavelle D.O., Michelmore R.W. A Composite Analysis of Flowering Time Regulation in Lettuce. *Front. Plant Sci*. 2021;(12):632708. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.632708>
6. Ryder E.J. Ten lettuce genetic stocks with early flowering genes Ef-1ef-1 and Ef-2ef-2. *Hortscience*. 1996;(31):473-475. <https://doi.org/10.21273/Hortsci.31.3.473>
7. Silva E.C., Maluf W.R., Leal N.R., Gomes L.A.A. Inheritance of bolting tendency in lettuce *Lactuca sativa* L. *Euphytica*. 1999;(109):1-7. <https://doi.org/10.1023/A:1003698117689>
8. Ludilov V.A., Ivanova M.I. Rare and rare vegetable crops. M.: Rosinformagrotekh, 2009. 195 p. (In Russ.)
9. Nagata R.T. Clip-and-wash method of emasculation for lettuce. *HortScience*. 1992;27(8):907-908.
10. Ryder E.J., Johnson A.S. Mist despoliation of Lettuce flowers. *HortScience*. 1974;(9):584.
11. Goubara M., Takasaki T. Pollination effects of the sweat bee *Lasioglossum villosulum* trichopse (Hymenoptera: Halictidae) on genic male-sterile lettuce. *Applied entomology and zoology*. 2004;39(1):163-169.
12. D'Andrea L., Felber F., Guadagnuolo R. Hybridization rates between lettuce (*Lactuca sativa*) and its wild relative (*L. serriola*) under field conditions. *Environmental Biosafety Research*. 2008;7(2):61-71.
13. Pat. 2593940 Rossijskaya Federaciya MPK A01H 1/02, A01H 5/00, A01H 5/10. Production of *Lactuca sativa* hybrid seeds/ Herve M., Terri S.; patentoobladatel' Vilmorin. № 2009131326/10; zayavl. 10.04.2011 Byul. № 10; 10.08.2016 Byul. № 22. 40 p. (In Russ.)
14. Tsatsenko L.V., Savichenko D.L. Visual phenotyping in plant breeding. *Polythematic Online Scientific Journal Of Kuban State Agrarian University*. 2017;(128):1039-1051. (In Russ.) <https://doi.org/10.21515/1990-4665-128-071> <https://www.elibrary.ru/yosryr>
15. UPOV, TG /13/11 dated 14/06/2019 (Guidelines for the conduct of tests for distinctness, homogeneity and stability. Lettuce (*Lactuca sativa* L.)).

Об авторе:

Мария Вячеславовна Ковальчук – научный сотрудник ООО "НИИ селекции овощных культур", аспирант кафедры Ботаники, селекции и семеноводства садовых растений РГАУ-МСХА им.К.А.Тимирязева, автор для переписки, mariyak737@gmail.com, SPIN-код: 4683-6840, <https://orcid.org/0009-0006-5685-5763>

About the Author:

Mariya V. Kovalchuk – Researcher LLC "Research Institute of Vegetable Breeding", PhD-student, Department Botany, Plant Breeding and Seed Technology, RSAU-MTAA, Corresponding Author, mariyak737@gmail.com, SPIN-code: 4683-6840, <https://orcid.org/0009-0006-5685-5763>