

**Ковальчук Мария Вячеславовна**

**ИЗУЧЕНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА И СЕЛЕКЦИЯ САЛАТА-  
ЛАТУКА (*LACTUCA SATIVA L.*) ДЛЯ ГИДРОПОННОЙ КУЛЬТУРЫ**

Специальность: 4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Работа выполнена на кафедре ботаники, селекции и семеноводства садовых растений Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

Научный руководитель: **Гавриш Сергей Федорович**,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
заместитель директора по науке ООО «Научно-исследовательский институт селекции овощных культур»

Официальные оппоненты: **Казыдуб Нина Григорьевна**,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор  
кафедры садоводства, лесного хозяйства и защиты  
растений ФГБОУ ВО «Омский государственный  
аграрный университет имени П.А. Столыпина»

**Харченко Виктор Александрович**,  
кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий  
лабораторией селекции и семеноводства зеленых,  
пряно-вкусовых и цветочных культур ФГБНУ  
«Федеральный научный центр овощеводства»

Ведущая организация ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр  
Всероссийский институт генетических ресурсов  
растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)»

Защита состоится «25» декабря 2024 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета 35.2.030.08, созданного на базе ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет–МСХА имени К.А. Тимирязева», по адресу: 127434, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел: 8 (499) 976-17-14.

Юридический адрес для отправки почтовой корреспонденции (отзывов): 127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49.

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» и на сайте Университета [www.timacad.ru](http://www.timacad.ru).

Автореферат разослан «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
доктор сельскохозяйственных наук

Вертикова Елена Александровна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы исследования.** В последние годы наблюдается увеличение интереса к зеленым культурам и салату, в частности, потребление салата растет примерно на 2% ежегодно.оборотная площадь рассадно-салатных комплексов на момент 2020 года в нашей стране составляла около 700-800 га, что соответствует довольно большой потребности в семенах салата (Бабаева, 2022). Для непрерывного поступления свежей зеленой продукции круглый год, необходимо выращивать салат в условиях как открытого, так и защищенного грунта, в частности, на гидропонике. Специфические условия выращивания салата на гидропонике диктуют ряд необходимых характеристик, которыми должны обладать сорта салата (Антипова, 2019). Гибридизация является наиболее перспективным методом селекции салата и позволяет получить разнообразный исходного материала для селекции (Иванова и др., 2016; Пивоваров и др., 2012; Смирнова, 2000). Однако, так как, салат культура самоопылитель с мелкими цветками, а также имеет непродолжительное по времени цветение, то техника кастрации и опыления сложна. Существующие методы гибридизации салата различаются по степени эффективности и трудоемкости, исследователи не дают однозначных оценок и рекомендаций по использованию этих методов (Иванова и др., 2016, Лудилов и др., 2009; Nagata R.T, 1992).

**Степень разработанности темы.** В РФ сортоизучение салата-латука в условиях гидропоники проводили несколько селекционеров (Иванова и др., 2020; Циунель, 2021; Пинчук и др., 2019; Сирота и др., 2018 и др.), они отмечали особенности сортов салата для данной технологии. Исследования по изучению питательной ценности салата, урожайности и в целом по селекции салата различных направлений ведутся А.В.Солдатенко, В.А.Харченко, О.Н.Бобковой и др. Получение исходного материал для селекции салата-латука с использованием гибридизации и ее методики указаны в работах у ряда авторов (Иванова, и др., 2016; Khatib et al., 2015; Енгальчева и др., 2016; Nagata R.T, 1992).

### **Цель и задачи исследования:**

Целью данного исследования является изучение исходного материала и создание сортов салата-латука для условий гидропоники.

Для этого поставлены следующие задачи:

1. Изучить исходный материал по комплексу признаков и выявить источники хозяйственно ценных признаков для селекции в условиях гидропоники;
2. Оценить корреляционную связь между основными хозяйственно ценными признаками;

3. Разработать модели сортов салата различных сортотипов для условий гидропоники;
4. Оценить эффективность различных методов гибридизации салата;
5. Создать новый исходный материал салата-латука методом гибридизации и оценить его по комплексу хозяйственно ценных признаков;
6. Создать новые сорта салата-латука различных сортотипов для условий гидропоники.

**Научная новизна.** Впервые изучена коллекция сортов салата 10 различных сортотипов в условиях гидропоники и по итогу селекционной работы выделены источники хозяйственно-ценных признаков: раннеспелости, высокой продуктивности, увеличения количества листьев, интенсивной антоциановой окраски, очень сильной глянцеvitости и пузырчатости листа, сильной волнистости края листа, маслянистой и хрустящей консистенции листа.

Впервые показано, что способ ручной гибридизации салата по методу «Clip and wash» (C&W) наиболее эффективен и может использоваться для создания исходного материала в селекции салата.

Впервые разработаны модели сортов салата 8 различных сортотипов для условий гидропоники с указанием размерных и качественных параметров розетки листьев, сроков достижения товарной фазы и массы растений.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Установлена изменчивость 9 признаков в условиях гидропоники: значительная изменчивость признаков «Диаметр розетки», «Ширина листа», «Толщина черешка», «Ширина черешка» и «Количество листьев»; средняя изменчивость признаков «Высота розетки», «Длина листа» и «Масса товарных листьев»; незначительная изменчивость признака «Масса растений с горшком».

Установлена корреляционная связь между основными хозяйственно ценными признаками салата в условиях гидропоники. В большинстве случаев связь между признаками слабая/практически отсутствует и средняя (обратная и прямая). Сильная корреляционная зависимость обнаружена только между признаками «Длина листа» и «Высота розетки» (коэффициент корреляции 0,79).

Разработаны модели сортов для 8 сортотипов (Темно-зеленая и Светло-зеленая Батавия, Фриллис, Ромен, Дуболистный, Маслянистый, Многолистный маслянистый, Фризе) и получен в соответствие с ними исходный материал, представляющий интерес для дальнейшего использования в селекции для гидропонной культуры.

Установлено, что наиболее эффективный способ гибридизации салата-латука – комбинированный метод «Clip and wash» (C&W), в основе которого лежит кастрация при помощи срезания нераскрывшегося венчика и последующего смыва оставшейся пыльцы. При использовании данного метода

получены растения салата поколений F<sub>1</sub>-F<sub>2</sub>, которые будут в дальнейшем использованы в селекционном процессе.

Созданы, совместно с сотрудниками лаборатории малораспространенных культур ООО «НИИССОК» (Селекционно-семеноводческая компания «Гавриш») и внесены в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию в 2024 году сорта салата, пригодные для выращивания в гидропонной культуре (Везувий, Мидори, Цезарь, Джипси, Икебана, Бохо).

**Методология и методы научного исследования.** Выполнен анализ опубликованных научных результатов по данной теме, сделаны выводы о степени проработанности темы и актуальности дальнейших исследований. В экспериментальной части работы были использованы стандартные и частные методики, полученные данные в ходе исследований статистически обработаны с помощью программы Microsoft Excel.

#### **Положения, выносимые на защиту:**

1. Наиболее эффективный способ гибридизации салата - метод «Clip and wash» (C&W) или способ кастрации, при котором сначала срезаются венчики в соцветии (перед открытием цветков), а после остатки пыльцы смываются водой (при появлении рыльца), данный метод позволяет получить максимальный процент гибридизации (92-100%) при меньших трудозатратах в организации скрещиваний и опылении.

2. Большинство хозяйственно-ценных признаков салата-латука, связанных с продуктивностью («Высота розетки» и «Диаметр розетки», «Ширина листа» и «Диаметр розетки», «Масса товарных листьев» и «Диаметр розетки», «Масса растений с горшком» и «Диаметр розетки», «Масса растений с горшком» и «Масса товарных листьев» и др.), в гидропонной культуре имеют слабую и среднюю корреляцию (коэффициент корреляции от -0,21 до -0,01, от 0,01 до 0,26, от -0,53 до -0,41 и от 0,35 до 0,48).

3. Созданные и внесенные в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, сорта салата-латука различных сортотипов Везувий, Мидори, Цезарь, Джипси, Икебана, Бохо имеют высокую продуктивность и технологичность при выращивании в условиях гидропоники.

**Степень достоверности.** Достоверность полученных результатов исследования подтверждается большими выборками и многократными повторностями при проведении опытов, а также статистической обработкой собранных данных в ходе экспериментов.

**Апробация результатов работы.** Результаты работы доложены и обсуждены на 4-х конференциях: 1. Всероссийская с международным участием научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 155-летию

со дня рождения Н.Н. Худякова (Москва, 2021); 2. Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова (Москва, 2022); 3. Международная научная конференция молодых ученых и специалистов, посвященная 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева (Москва, 2023); 4. Международная научно-практическая конференция, посвященная 100-летию со дня рождения академика Г.И.Тараканова Актуальные вопросы биологии, селекции и агротехники садовых культур (Москва, 2023).

**Публикация результатов исследований.** По материалам исследования опубликовано 6 печатных работ, в том числе 3 в рецензируемых научных журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ и 3 статьи в сборниках докладов и тезисов.

**Личный вклад соискателя.** Результаты проведенных теоретических и экспериментальных исследований получены соискателем лично. Автору также принадлежат разработка схем опытов, проведение экспериментов, сбор и анализ эмпирических данных, теоретическое обобщение результатов. Доля авторства в созданных сортах салата составляет 40%.

**Структура и объём диссертации.** Диссертационная работа изложена на 166 страницах, состоит из введения, основной части, содержащей 53 таблицы, 31 рисунок и 2 приложения, заключения, библиографического списка, включающего 160 источников, в том числе 83 на иностранном языке.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работа выполнена в 2020-2024 годах в РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, для проведения определенных исследований использовалась материально-техническая база селекционно-семеноводческих центров ООО «Научно-Исследовательский Институт Селекции Овощных Культур» (Селекционно-семеноводческая компания «Гавриш»). Материалом исследования служил коллекционный и селекционный материал лаборатории малораспространенных культур ООО «НИИСОК»: сорта салата различных сортотипов, предназначенные для использования на гидропонике и в открытом грунте, селекционные образцы различного происхождения.

#### **Оценка коллекционного и селекционного материала в условиях проточной гидропоники**

Исследования проводились в условиях проточной гидропоники в весенний, летний и осенне-зимний сезоны выращивания на базе ПАО "Агрокомбинат "Московский" (Московская область) в 2021-2023 гг.

Коллекционный материал состоял из 56 сортов салата 10 сортотипов: Светло-зеленая и Тесно-зеленая Батавия, Фриллис, Ромен, Дуболистный, Лолло Росса, Многолистный маслянистый, Фризе, Батавия красноокрашенная и

Маслянистый. Количество изученных селекционных образцов в 2021 году было 850 шт., в 2022 и 2023 годах по 50 образцов (перспективные образцы выделенные ранее в 2021 году). Посев проводился в горшок диаметром 5 см по три семени в каждый (кроме сортотипов Многолистный маслянистый и Маслянистый, для сохранения формы розетки листьев посев данных сортов проводили по одному семени в горшок, сорта из коллекции и селекционные образцы включали по 18 горшков).

Оценка по основным хозяйственно ценным признакам и отбор растений салата проводились в товарную фазу растений в зависимости от сезона выращивания на 30-42 сутки после посева.

### **Оценка эффективности различных методов гибридизации салата-латука**

Исследования проводились в 2021-2023 годах в условиях Московской области и Краснодарского края на базе Селекционно-Семеноводческого Центра «Гавриш-Слободской» и Селекционно-Семеноводческого Центра «Гавриш-Крымский». Для комбинаций подбирались сорта различных сортотипов преимущественно имеющие контрастные признаки (различную форму и окраску листа, различную степень пузырчатости и волнистости листа и др.), всего 21 сорт: Хризолит, Нефрит, Конвершн, Старфайтер, Орбитал, Лимпопо, Кейси, Кредо, Гренадин, Сатудай, Сатин, Кармези, Грейс, Гоген, Экзам, Бинекс, Фриллис, Фрил Грин, Квинтус, Цезарь, Патриций.

Изучались три метода гибридизации салата. Два из них включают ручной способ опыления (при разных способах кастрации), а в третьем опыление происходит с помощью насекомых опылителей и 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) каждые 10-15 минут в течение часа и при раскрытии долей рыльца в форме «V» проводят опыление посредством переноса пыльцы с соцветия отцовского растения (рис.1). С ним сравнивался метод кастрации, при котором проводился только однократный смыв пыльцы при открывании цветков (метод «однократного смывания пыльцы») (Nagata, 1992).

Растения для скрещиваний высаживались в необогреваемую пленочную теплицу (24 комбинации в 2022 году и 30 комбинаций в 2023 году, Московская область, защищенный грунт). Кастрацию и ручное опыление в соцветиях проводили в течении трех недель начиная с 10 августа в 2022 году и с 5 августа в 2023 году, время работы с соцветиями примерно с 7:00 до 10:00 (время цветения салата) в зависимости от погодных условий.



Рисунок 1 – Соцветие салата при кастрации методом «Clip and wash». (I) Соцветие перед раскрытием венчиков, пунктир указывает на место срезки. (II) Соцветие со срезанными венчиками. (III) Соцветие, цветки которого в стадии выхода пестика (промывается водой). (IV) Цветок, готовый к нанесению пыльцы (доли рыльца открыты).

Растения для скрещиваний с использованием в качестве опылителей мух *Lucilia caesar* (также называемыми зелеными падальными мухами) (патент «Получение семян гибрида *Lactuca sativa*», М. Херве, С.Тьерри Vilmorin, 2016) высаживались в Московской области в необогреваемую пленочную теплицу по 25 комбинаций в 2021 и в 2022 гг. 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 м<sup>2</sup>). Опыт с мухами был продублирован в условиях открытого грунта в Краснодарском крае, 25 комбинаций в 2021 году и 65 комбинаций в 2022 году.

#### Оценка растений ранних поколений (F<sub>1</sub>-F<sub>2</sub>)

Оценка растений на гибридность и пригодность для дальнейшей селекции большей части растений проводилась прямо в кассетах (54 ячейки объемом 85 мл) на 30-40 сутки от посева или после высадки в открытый грунт в стадии товарной зрелости. За два года были высеяны семена с 90 комбинаций (семена получены при опылении мухами под изоляторами в условиях открытого грунта, Краснодарский край) и с 50 комбинаций (семена получены при опылении мухами под изоляторами в условиях защищенного грунта, Московская область) по 27-300 семян на комбинацию, что соответствовало от 9 ячеек кассеты до 4 кассет, всего 410 кассет за два года. При использовании метода «Однократного смывания пыльцы» за два года было получено 1432 завязавшихся семени с 54 комбинаций. Высевались в кассеты данные семена от нескольких ячеек до 2,5 кассет на комбинацию, всего 27 кассет за 2 года. При использовании метода «Clip and wash» в 2023 году было получено 277 завязавшихся семени с 8 комбинаций. Высевались в кассеты данные семена от 15 до 75 ячеек (по числу завязавшихся семян с одной комбинации – по одному семени в ячейку), всего 5,2 кассеты.

Оценка 127 образцов поколения F<sub>2</sub> проводилась как в условиях открытого грунта на базе Селекционно-Семеноводческого Центра «Гавриш-Слободской» (Московская область, 2023 и 2024 гг.), так и в условиях гидропоники на базе ПАО "Агрокомбинат "Московский" (Московская область, 2024 г.). В открытом



грунте было просмотрено за два года 47 образцов. В условиях гидропоники (метод прилив-отлив) в 2024 году было просмотрено 80 образцов поколения F<sub>2</sub>.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

### **Оценка коллекционного материала салата-латука по основным хозяйственно ценным признакам в условиях гидропоники**

Оценка проводилась по основным хозяйственно ценным признакам, учитывались размеры розетки листьев и листа, количество листьев, качественные признаки: положение листа, пузырчатость листа, волнистость края листа, глянецвитость листа. Оценивалась масса товарных листьев и масса растений с горшком. Также оценивался фенологический показатель - количество дней от посева до технической спелости.

В целом по результатам оценки коллекционного материала можно заключить, что большинство сортов при выращивании в условиях гидропоники в различные сезоны выращивания проявили способность расти в данных условиях и формировать товарную розетку необходимой массы и качества. Однако, по комплексу хозяйственно ценных признаков особенно выделились сорта со следующими важными качествами: раннеспелость (сорта Хризолит и Конвершн), высокая продуктивность (сорта Нефрит и Икебана), большое количество листьев (сорт Гоген), с интенсивной антоциановой окраской (сорта Орбитал и Гоген), с очень сильной глянецвитостью поверхности листа (сорта Орбитал и Гоген), с сильной и очень сильной волнистостью края листа (сорта Хризолит, Орбитал и Сатин), с сильной пузырчатостью (сорт Сатин), с маслянистой консистенцией листа (сорта Икебана и Гоген), с хрустящей консистенцией листа (сорта Фриллис, Фрил Грин и Экзам).

Средние значения признаков и их изменчивость общие для всех сортотипов и изученных сезонов выращивания представлены в таблице 1. Среднее значение диаметра розетки всех сортотипов соответствовало 24,4 см, высоты розетки 20,5 см, длины листа 20,1 см, ширины листа 12,3 см, толщины черешка 2,6 мм, ширины черешка 1,2 см. Среднее количество листьев для всех сортотипов исключая Многолистный маслянистый – 11,8 шт/раст, включая сортотип Многолистный маслянистый – 15,3 шт/раст. Средняя для сортотипов масса товарных листьев – 105,5 г, масса растений с горшком- 189,8 г. Общая по сортотипам изменчивость признаков «Диаметр розетки», «Ширина листа», «Толщина черешка», «Ширина черешка» и «Количество листьев» соответствовала значительному уровню (коэффициенты вариации 29,1 %, 24,2 %, 25,2 %, 30,7 %). При этом коэффициент вариации количества листьев по всем сортотипам включая Многолистный маслянистый – 90,8 %. Средняя степень изменчивости наблюдалась у признаков «Высота розетки», «Длина листа» и «Масса товарных листьев» (коэффициент вариации 18,4 %, 18,8 % и 12,5 %

соответственно). Признак «Масса растений с горшком» проявил незначительную изменчивость (коэффициент вариации 4,4 %).

Таблица 1. Средние значения и изменчивость признаков салата за весь период выращивания в условиях гидропоники (2021-2023 г, Московская область)

Признак		Среднее значение	Коэффициент вариации, %
Диаметр розетки		24,4±0,8 см	29,1
Высота розетки		20,5±0,4 см	18,4
Длина листа		20,1±0,5 см	18,8
Ширина листа		12,3±0,4 см	24,2
Толщина черешка		2,6±0,3 мм	27,7
Ширина черешка		1,2±0,1 см	25,2
Количество листьев	без многолистных	11,8±0,4 шт	30,7
	включая многолистные	15,3±1,7 шт	90,8
Масса товарных листьев		105,5±1,6 г	12,5
Масса растений с горшком		189,8±1,0 г	4,4

### **Изучение корреляционной связи между основными хозяйственно ценными признаками салата-латука в условиях гидропоники**

Исходя из результатов корреляционного анализа экспериментальных данных можно заключить, что у большинства изучаемых признаков связь между собой слабая или практически отсутствует (коэффициент корреляции от -0,21 до -0,01 и от 0,01 до 0,26) (таблица 38). Сильная корреляционная зависимость обнаружена только между признаками «Длина листа» и «Высота розетки» (коэффициент корреляции 0,79). Средняя степень корреляции присутствовала между признаками «Высота розетки» и «Диаметр розетки» (коэффициент корреляции 0,46), «Ширина листа» и «Диаметр розетки» (коэффициент корреляции 0,35), «Масса товарных листьев» и «Диаметр розетки» (коэффициент корреляции 0,34), «Масса растений с горшком» и «Диаметр розетки» (коэффициент корреляции 0,37), «Масса растений с горшком» и «Масса товарных листьев» (коэффициент корреляции 0,48). Корреляционный анализ также выявил наличие среднего обратного взаимодействия между признаками «Количество листьев» и «Высота розетки» (коэффициент корреляции -0,41), «Количество листьев» и «Длина листа» (коэффициент корреляции -0,47), «Количество листьев» и «Ширина листа» (коэффициент корреляции -0,53).

### **Разработка моделей сортов салата-латука различных сортотипов для условий гидропоники**

Комплексные показатели коллекционных сортов салата легли в основу моделей сортов салата различных сортотипов для выращивания в условиях гидропоники, данные параметры определяют высокую продуктивность, привлекательный внешний вид, технологичность, легкость уборки. Сорта для

гидропоники должны отличаться быстрым ростом, формирование товарной розетки листьев должно быть на определенные сутки от посева (с массой не менее принятого стандарта). В результате работы разработаны перспективные модели сортов салата восьми сортотипов для условий гидропоники (Светло-зеленая и Темно-зеленая Батавия, Фриллис, Ромен, Дуболистный, Маслянистый, Многолистный маслянистый, Фризе). Пример разработанных перспективных моделей сортов Светло-зеленой и Темно-зеленой Батавии приведен в таблице 2.

Таблица 2. Основные показатели разработанной перспективной модели сорта салата сортотипов Светло-зеленая и Темно-зеленая Батавия для гидропоники

Показатели	Значение	
	Светло-зеленая Батавия	Темно-зеленая Батавия
От посева до технической спелости, дней	36-41	35-39
Диаметр розетки, см	26-31	25-32
Высота розетки, см	19-26	21-26
Длина листа, см	15-23	18-25
Ширина листа, см	10-15	11-15
Толщина черешка, мм	2,2-4,0	2,7-4,2
Ширина черешка, см	1,0-2,0	1,0-1,6
Количество листьев, шт/раст	9-13	8-11
Гипокотиль	укороченный	
Масса товарных листьев, г	102-112	103-114
Масса растений с горшком, г	> 182	>190
Окраска листа	зеленая, желтовато-зеленая	зеленая, серовато-зеленая
Интенсивность окраски	очень светлая, светлая	средняя - очень-темная
Положение листа	полупрямостоячий, прямостоячий	
Глянцевитость листа	средняя, сильная	
Пузырчатость листа	средняя, сильная	
Волнистость края листа	средняя, сильная	
Подсыхание нижних листьев	отсутствует	
Корневая система	здоровая, белого цвета	
Устойчивость к неинфекционным и инфекционным заболеваниям	краевой ожог, ложная мучнистая роса, вирус салатной мозаики, бактериоз, корневые гнили	

### Оценка селекционного материала по комплексу хозяйственно ценных признаков в условиях гидропоники

Оцениваемые образцы представляли собой материал различного происхождения: 1) материал, полученный методом индивидуального отбора из коллекционных образцов - сортов салата для условий гидропоники и открытого грунта; 2) образцы, полученные при спонтанном перекрестном опылении

(частично неконтролируемое скрещивание, при котором известно только материнское растение).

Оценка селекционного материала проводилась в 2021 году в весенний, летний и осенне-зимний сезоны выращивания, было изучено 850 образцов. По итогам оценки выделены 6 перспективных образцов: 697/21(сортотип Темно-зеленая Батавия), 694/22(сортотип Темно-зеленая Батавия), 695/21(сортотип Ромен), 656/21(сортотип Ромен), 700/21(сортотип Маслянистый, 82 /21(сортотип Дуболистный). Установлено, что отобранные образцы подходят для выращивания во всех трех изучаемых сезонах. Кроме того, отмечено, что все отборы из сортов для открытого грунта в условиях гидропоники проявляли неприемлемые качества: низкая масса растений, краевой ожог, «развалившаяся» розетка листьев, маленькие размеры розетки, кочанообразование. По визуальной оценке, выделившиеся перспективные образцы были отмечены как растения с высоким качеством продукции: имели привлекательный внешний вид, компактную розетку листьев, мощную корневую систему, не вытянутое подсемядольное колено, отсутствовал краевой ожог листьев. По основным биометрическим показателям во все сезоны выращивания данные образцы превосходили стандарты (сорта Старфайтер, Квинтус, Кейси, Кирибати) или были на их уровне.

#### **Межсортовая гибридизация салата-латука**

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. 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. 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». При опылении мухами кастрация не проводится, под изоляторами находились растения целиком и цвели в течении двух-трех недель, соответственно собирались все завязавшиеся семена на растении (1000-10000 шт/раст).

#### **Опыление с помощью насекомых**

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. В оставшихся 42 комбинациях процент

гибридизации составлял от 1 до 76% (получено 244 гибридных растения). В таблице 3 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), было получено 194 гибридных растения с 18 комбинаций, процент гибридизации составлял от 1 до 34% (таблица 3). С остальных комбинаций не были получены гибридные растения. В среднем процент гибридности по методу опыления с помощью мух в условиях защищенного грунта в Московской области – 8%. За 2 года получено 438 гибридных растения методом опыления с помощью мух (суммарно с 140 комбинаций).

Таблица 3. Результаты гибридизации салата при опылении с помощью мух (*Lucilia caesar*) (Открытый грунт Краснодарский край, защищенный грунт Московская область, 2021 и 2022 гг.)

Комбинация	2021		2022	
	Гибридных растений, шт	% гибридизации	Гибридных растений, шт	% гибридизации
Краснодарский край, открытый грунт				
♀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
Московская область, защищенный грунт				
♀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

#### Метод «Однократного смывания пыльцы»

Количество завязавшихся семян в 2022 году составило от 27 до 129 штук с комбинации (таблица 4), что соответствовало от 2 до 8 соцветий с комбинации. На одну комбинацию приходилось от 0 до 27 гибридных растений. Количество завязавшихся семян в 2023 году составило от 28 до 134 штук с комбинации (таблица 4), 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 штук за 2023 год) с 25 комбинаций (от 2 до 81% гибридизации). В среднем процент гибридности по методу «Однократного смывания пыльцы» – 29%.

Таблица 4. Результаты гибридизации салата по методу «Однократного смывания пыльцы» (Защищенный грунт Московская область, 2022 и 2023 гг.)

Комбинация	2022		2023	
	Завязавшихся семян, шт	% гибридизации	Завязавшихся семян, шт	% гибридизации
<i>Метод однократного смывания пыльцы (wash)</i>				
♀Хризолит х ♂Нефрит (к)	93	11	97	24
♀Кейси х ♂Орбитал	36	28	103	2
♀Кармези х ♂Кредо	27	7	134	0
♀Кармези х ♂Экзам	52	10	28	61
♀Цезарь х ♂Грейс	27	56	84	44
♀Кредо х ♂Грейс	129	9	115	21
♀Форт х ♂Орбитал	36	6	112	0
♀Сатин х ♂Кейси	113	24	86	81
♀Конвершн х ♂Сатин	56	0	69	58

#### **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 гибридизации. Количество завязавшихся семян составило от 15 до 75 штук, что соответствует от 1 до 5 соцветий с комбинации (таблица 5). Количество полученных гибридных растений от 15 до 73 с комбинации (всего 272 гибридных растения). В среднем процент гибридности по методу «Clip and wash» - 98%.

Таблица 5. Результаты гибридизации салата по методу «Clip and wash» (Защищенный грунт Московская область, 2023 г.)

Комбинация	Завязавшихся семян, шт	Гибридных растений, шт	% гибридизации
<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

#### **Оценка растений салата-латука ранних поколений (F<sub>1</sub>-F<sub>2</sub>) по основным хозяйственно ценным признакам**

За три года исследований (с 2021 – 2023) было получено и оценено 967 гибридных растений, для использования в дальнейшей селекции из них было отобрано 150 растений различных сортоформ и форм с ценными сочетаниями

признаков. Оценка гибридных растений проводилась по основным хозяйственно ценным признакам. Из 150 отобранных образцов особо выделились образцы: 547/2/22 (♀ Кредо х ♂ Лимпопо), 553/7/22 (♀ Нефрит х ♂ Патриций), 598/1/22 (♀ Кредо х ♂ Орбитал), 1028/1/23 (♀ Фрил Грин х ♂ Орбитал), 1058/2/23 (♀ Фриллис х ♂ Орбитал), 1265/23 (♀ Экзам х ♂ Кейси), 631/1/24 (♀ Гоген х ♂ Кейси), 632/24 (♀ Гоген х ♂ Сатудай), 639/24 (♀ Экзам х ♂ Хризолит), 645/24 (♀ Экзам х ♂ Сатин), 649/24 (♀ Кейси х ♂ Гоген), 652/24 (♀ Сатин х ♂ Кейси), 660/24 (♀ Конвершн х ♂ Старфайтер), 662/24 (♀ (♀ Кейси х ♂ Орбитал) х ♂ Гоген). В качестве примера ниже представлено описание и фото образца 547/2/22 (♀ Кредо х ♂ Лимпопо).

Образец 547/2/22 (♀ Кредо х ♂ Лимпопо) – тип Маслянистый с широколопастным листом (дуболистный) зеленого цвета, проявил эффект гетерозиса (мощное растение с диаметром и высотой розетки превосходящими сорта-родителей), консистенция листа маслянистая, пузырчатость средняя, глянецвитость средняя, волнистость края листа средняя (рисунок 2).



Рисунок 2 – Листья родительских сортов и гибридного растения.  
Гибридное растение образца 547/2/22 (♀ Кредо х ♂ Лимпопо)

Также получен материал поколения  $F_2$ , по результатам оценки которого подтверждена гибридность предположительно гибридных растений (посредством наличия расщепления в  $F_2$ ), отобраны растения для дальнейшей селекции, установлены доноры нескольких хозяйственно ценных признаков. Из 150 отобранных образцов  $F_1$  семена были получены со 127 растений, так как, часть растений не прижились при пересадке или не успели сформировать семена (более позднеспелые формы), а также из-за различных болезней в конце вегетации. В 2023 и 2024 годах образцы  $F_2$  просматривались как в условиях

гидропоники (80 образцов), так и в условиях открытого грунта (47 образцов). Из оцененных 127 образцов F<sub>2</sub> для дальнейшей селекционной работы было отобрано 22 образца (в каждом от 3 до 30 растений), в сумме 355 растений (пример – образец 382/24, рисунок 3).

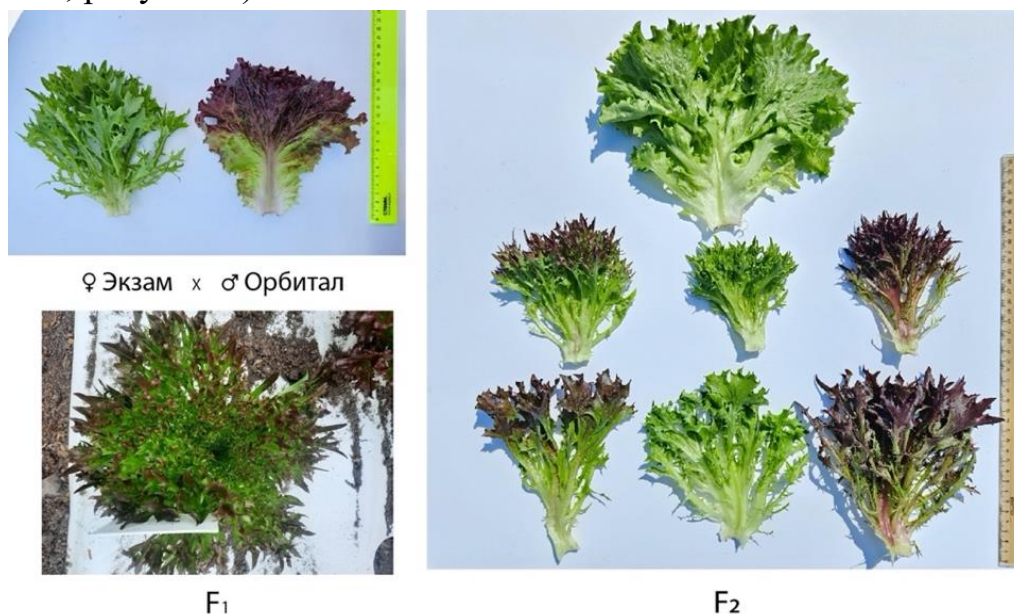


Рисунок 3 – Листья родительских растений, гибридное растение и листья образца 382/24 (F<sub>2</sub>) полученного от скрещивания сортов ♀ Экзам x ♂ Орбитал

### **Характеристика новых сортов салата-латука в условиях гидропоники**

По итогам оценки селекционного материала совместно с сотрудниками лаборатории малораспространенных культур ООО «НИИССОК» (Селекционно-семеноводческая компания «Гавриш») были выделены 6 перспективных образцов (697/21, 694/22, 695/21, 656/21, 700/21, 82 /21). Отобраным образцам присвоены названия: 697/21 – сорт Везувий (сортотип Темно-зеленая Батавия), 694/22 – сорт Мидори(сортотип Темно-зеленая Батавия), 695/21 – сорт Цезарь (сортотип Ромен), 656/21 – сорт Джипси (сортотип Ромен), 700/21 – сорт Икебана (сортотип Маслянистый), 82 /21 – сорт Бохо (сортотип Дуболистный). Данные сорта в 2024 году внесены в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию. В ходе исследований проводилась их оценка в условиях гидропоники в весенний сезон выращивания в 2022 и 2023 году, стандартом выступал сорт Светло-зеленой Батавии Аффицион.

Оценка в условиях гидропоники сортов Везувий, Мидори, Цезарь, Джипси, Икебана и Бохо показала, что данные сорта обладают высокой продуктивностью, а также высокими товарными качествами и технологичностью, соответствуют потребительским тенденциям (рисунок 4).





Рисунок 4 – Внешний вид растений новых сортов салата различных сортотипов

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1) На основе изучения генетической коллекции салата (56 образцов) по комплексу хозяйственно ценных признаков в различных сезонах выращивания в условиях гидропоники выявлены генетические источники раннеспелости (сорта Хризолит и Конвершн), высокой продуктивности (сорта Нефрит и Икебана), увеличения количества листьев (сорт Гоген), качества продукции: интенсивная антоциановая окраска (сорта Орбитал и Гоген), очень сильная глянецвитость поверхности листа (сорта Орбитал и Гоген), сильная и очень сильная волнистость края листа (сорта Хризолит, Орбитал и Сатин), сильная пузырчатость (сорт Сатин), маслянистая консистенция листа (сорта Икебана и Гоген), хрустящая консистенция листа (сорта Фриллис, Фрил Грин и Экзам), представляющие высокий интерес для включения в селекционные программы по созданию сортов салата-латука всего разнообразия сортотипов.

2) В результате изучения проявления 9 хозяйственно-ценных признаков, определяющих продуктивность и товарные качества растений салата-латука, показана разная степень изменчивости признаков в условиях гидропоники и проведена их градация: значительная изменчивость признаков «Диаметр розетки», «Ширина листа», «Толщина черешка», «Ширина черешка» и «Количество листьев» (коэффициенты вариации 29,1%, 24,2 %, 25,2%, 30,7% соответственно); средняя изменчивость признаков «Высота розетки», «Длина листа» и «Масса товарных листьев» (коэффициенты вариации 18,4%, 18,8%, 12,5% соответственно); незначительная изменчивость признака «Масса растений с горшком» (коэффициент вариации 4,4 %).

3) Установлено, что у растений салата-латука в условиях гидропоники большинство хозяйственно ценных признаков, связанных с продуктивностью, имеют слабую корреляционную связь или она практически отсутствует (коэффициент корреляции от -0,21 до -0,01 и от 0,01 до 0,26) и среднюю (обратная при коэффициентах корреляции от -0,53 до -0,41 и прямая при коэффициентах корреляции от 0,35 до 0,48).

4) Разработаны перспективные модели сортов для селекции и использования в товарном производстве при выращивании на гидропонике для восьми сортоформ салата-латука (Светло-зеленая и Темно-зеленая Батавия, Фриллис, Ромен, Дуболистный, Маслянистый, Многолистный маслянистый и Фризе), включающие 21 параметр.

5) Установлено, что при методе гибридизации «Clip and Wash» достигается максимальный процент гибридности семенного потомства (92-100%) при меньших затратах в организации опыления. При использовании метода «Однократного смывания пыльцы» гибридность составила 29%. Гибридизация с применением для опыления насекомых менее эффективна (гибридность семян при гибридизации в открытом грунте 13% (Краснодарский край), в защищенном грунте 8% (Московская область) и более трудозатратна, однако есть возможность благодаря этому методу проводить опыление большего количества соцветий.

6) Показана высокая продуктивность и технологичность созданных нами 6 сортов салата-латука при выращивании в условиях гидропоники: Везувий и Мидори (сортоформ Темно-зеленая Батавия), Цезарь и Джипси (сортоформ Ромен), Икебана (сортоформ Маслянистый), Бохо (сортоформ Дуболистный), внесенных в 2024 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

### **Рекомендации производству**

1. Использовать в качестве исходного материала при селекции салата для условий гидропоники сорта, обладающие комплексом хозяйственно ценных признаков: Хризолит, Конвершн, Нефрит, Икебана, Гоген, Орбитал, Сатин, Фриллис, Фрил Грин и Экзам.

2. Рекомендуется при проведении селекционной работы использовать разработанные нами перспективные модели сортов различных сортоформ для условий гидропоники.

3. Рекомендуется использовать для круглогодичного выращивания созданные совместно с сотрудниками лаборатории малораспространенных культур селекционно-семеноводческой компании «Гавриш» и включенные в 2024 году в Государственный реестр селекционных достижений допущенных к использованию сорта салата различных сортоформ Везувий, Мидори, Цезарь,

Джипси, Икебана, Бохо сочетающих в условиях гидропоники высокую продуктивность и технологичность.

4. Для получения разнообразного исходного материала рекомендуется использовать ручной метод гибридизации салата «Clip and Wash» (кастрация при данном методе включает срезку венчиков в соцветии (перед открытием цветков) и после смывание остатков пыльцы (при появлении рыльца)).

#### **Список основных работ, опубликованных по теме диссертации:**

##### **Работы в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:**

1. Ковальчук, М.В. Формирование модели сорта салата (*Lactuca sativa* L.) сортотипа Батавия для гидропонной культуры / М.В. Ковальчук, М.М. Циунель // Овощи России. – 2024. - №1. – С.68-73

2. Ковальчук, М.В. Новые сорта салата отечественной селекции для технологии малообъемной гидропоники/ М.В. Ковальчук, М.М. Циунель// Картофель и овощи. – 2024. - №4. – С. 32-35

3. Ковальчук, М.В. Сравнение эффективности различных способов гибридизации салата-латука (*Lactuca sativa* L.)/ М.В.Ковальчук //Овощи России. – 2024. - №5. – С. 5-11

##### **Работы в рецензируемых научных изданиях:**

1. Ковальчук, М.В. Оценка сортов салата различных сортотипов на пригодность выращивания в проточной гидропонике/ М.В.Ковальчук, С.Ф.Гавриш// Материалы Всероссийской с международным участием научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 155-летию со дня рождения Н.Н. Худякова : сборник статей, Москва, 07–09 июня 2021 года. Том 2. – Москва: Российский государственный аграрный университет-Московская сельскохозяйственная академия им. К.А. Тимирязева, 2021. – С. 357-360.

2. Ковальчук, М. В. Оценка сортов салата на гидропонике в весенний и осенне-зимний сроки выращивания / М. В. Ковальчук, М. М. Циунель // Актуальные вопросы биологии, селекции и агротехники садовых культур: Сборник трудов Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию со дня рождения академика Г.И. Тараканова, Москва, 31 октября 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет, 2023. – С. 94-98.

3. Ковальчук, М.В. Сравнение разных способов гибридизации салата латука/ М.В.Ковальчук, М.М.Циунель // Международная научная конференция молодых учёных и специалистов, посвящённая 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева: Сборник статей, Москва, 05–07 июня 2023 года. – Москва: Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К.А. Тимирязева, 2023. – С. 67-69.