

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр риса»

*На правах рукописи*



ЕЛАЦКОВ ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ

**РЕАЛИЗАЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА КОЛЛЕКЦИИ ВИР  
В СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРОГРАММЕ ПО СОЗДАНИЮ  
СОРТОВ АРБУЗА**

4.1.2. Селекция, семеноводство и биотехнология растений  
(сельскохозяйственные науки)

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
кандидат сельскохозяйственных наук  
Лазько Виктор Эдуардович

Краснодар – 2025

## ОГЛАВЛЕНИЕ

|                                                                                                                        | С. |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ.....                                                                                                 | 4  |
| ВВЕДЕНИЕ.....                                                                                                          | 5  |
| 1 ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ЭВОЛЮЦИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ,<br>НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ АРБУЗА<br>(ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ).....         | 12 |
| 1.1 История происхождения арбуза.....                                                                                  | 12 |
| 1.2 Характеристика процесса одомашнивания арбуза.....                                                                  | 15 |
| 1.3 Доместикация арбуза.....                                                                                           | 16 |
| 1.4 Генетические ресурсы арбуза.....                                                                                   | 21 |
| 1.5 Успехи селекции и проблемы традиционной селекции<br>арбуза.....                                                    | 27 |
| 1.6 Традиционные методы селекции, применяемые в<br>селекции.....                                                       | 33 |
| 1.7 Селекция на содержание ликопина в арбузе.....                                                                      | 37 |
| 1.8 Селекция на устойчивость к болезням.....                                                                           | 39 |
| 2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ<br>ИССЛЕДОВАНИЙ .....                                                        | 46 |
| 3 ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ АРБУЗА.....                                                                                   | 56 |
| 3.1 Болезни и выявление источников устойчивости.....                                                                   | 56 |
| 3.2 Источники устойчивости к фузариозному увяданию и<br>антракнозу.....                                                | 60 |
| 3.3 Вегетационный период и выявление источников по срокам<br>созревания: источники скороспелости и позднеспелости..... | 68 |
| 4 ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННЫХ<br>ПРИЗНАКОВ АРБУЗА.....                                                     | 85 |
| 4.1 Внутривидовая изменчивость столового арбуза и ее значение<br>в создании генетической коллекции.....                | 86 |
| 4.2 Генетические маркеры, выявление и создание генетической                                                            |    |

|                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| коллекции арбуза и доноров селекционно-ценных признаков.....                                                                                                                             | 88  |
| 4.3 Многоцелевые гибридные комбинации и испытание<br>коллекции.....                                                                                                                      | 101 |
| 4.3.1 Селекционная работа с коллекцией по созданию<br>скороспелых, продуктивных и высококачественных сортов<br>арбуза.....                                                               | 103 |
| 4.3.2 Селекционно-генетическое изучение цельнолистных,<br>кустовых и короткоплетистых форм арбуза.....                                                                                   | 112 |
| 4.3.3 Выявление генетических источников и доноров<br>хозяйственно-ценных признаков для создания многоцелевых<br>гибридных комбинаций арбуза.....                                         | 117 |
| 4.3.4 Селекционная работа с образцами коллекции, гибридным<br>материалом, мутациями, самоопыленными (инцухтированными)<br>линиями, отобранными в разные годы в процессе их изучения..... | 121 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....                                                                                                                                                                          | 129 |
| ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ<br>ПРАКТИКИ И ПРОИЗВОДСТВА.....                                                                                                               | 131 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....                                                                                                                                                    | 132 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ.....                                                                                                                                                                          | 155 |

## СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

ВИР – ФГБНУ ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)

ДГ – дигаплоиды, удвоенные гаплоиды

ЖКЦЛ – желтокорая кустовая цельнолистная форма арбуза

ЖЗКРЛ – желто-зеленая кустовая рассеченнолистная линия арбуза

ЖЗМК – желто-зеленый мутант кустовой

ЖУК – желтый ультракарлик

ЗУК – зеленый ультракарлик

КРЛ – кустовая рассеченнолистная форма арбуза

КПЛ – короткоплетистая форма арбуза

КЦЛ – кустовая цельнолистная форма арбуза

ПРЛ – плетистая рассеченнолистная форма арбуза

ПЦЛ – плетистая цельнолистная форма арбуза

Ст – стандарт

ЦЛ – цельнолистная линия арбуза

DHs – гомозиготные удвоенные гаплоидные растения

EMS – этилметансульфонат

FW – фузариозное увядание арбуза

NGS – технологии секвенирования следующего поколения

PM – мучнистая роса

RAPD – случайная амплифицированная полиморфная ДНК

RB – обратная селекция

SqVYV – вирус пожелтения жилок тыквы

TILLING – нацеливание на индуцированные локальные повреждения в геномах

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследований.** Арбуз является основной бахчевой культурой в России. Он получил широкую известность благодаря сочным сладким плодам неповторимого вкуса. Посевы арбуза в России занимают значительные площади, а валовый сбор плодов составил 1,8 млн. тонн (2022 год). Основными странами производителями этой культуры являются: Китай – 61 млн. тонн в год, Турция – 3,4; Индия – 3,2 млн тонн, а Россия занимает шестое место в мире.

Основное производство арбуза сосредоточено в южных регионах России (Нижнее Поволжье, Северный Кавказ). Однако сбор плодов этой культуры не удовлетворяет в полной мере потребности населения и в настоящее время составляет 8-9 кг на человека в год.

В ближайшие годы планируется увеличение производства арбуза в 2,5-3 раза, а в перспективе обеспечить выход продукции до 3-3,5 млн тонн и довести потребление до 20 кг на человека. Обладая уникальными для возделывания бахчевых почвенно-климатическими условиями, Россия способна обеспечить не только свои потребности, но и в достаточном объеме производить арбуз на экспорт в европейские страны.

Решающим значением в увеличении производства арбуза является повышение урожайности на основе создания и внедрения высокопродуктивных с хорошим качеством сортов и гибридов. В настоящее время в мире выращивается около 1200 сортов и гибридов арбуза.

Выводимые сорта должны обладать высокой устойчивостью к наиболее опасным болезням и вредителям, быть адаптивными к стрессовым условиям среды, а плоды пригодными к длительному хранению и перевозке на дальние расстояния.

В селекции новых сортов и гибридов важное значение принадлежит эффективному использованию генетического разнообразия арбуза, сосредоточенного в мировой коллекции ФГБНУ ФИЦ Всероссийский

институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР).

Наличие в коллекции ВИР большого видового и сортового разнообразия арбуза с большим потенциалом морфобиологических и хозяйственно-полезных признаков и широким спектром наследственной изменчивости позволяет выявить и создать ценный исходный материал для различных направлений селекции. Источники, выявленные среди образцов коллекции, широко используются различными научно-исследовательскими учреждениями страны при выведении новых сортов и гибридов.

В последние годы в связи с расширением селекционных работ, возникновением острой конкуренции на продовольственном рынке и рынке семян, предъявляются повышенные требования к исходному материалу, как основной базы в селекции. В этой связи всестороннее изучение богатейшей коллекции арбуза, познание ее видового и сортового состава, истории и происхождения культуры, знание систематики, биологии роста и развития, особенностей цветения, закономерностей изменчивости и наследования основных признаков способствует правильному подбору исходного материала. При этом наиболее ценным материалом являются источники и доноры хозяйственно-полезных признаков, обеспечивающие ускорение селекционного процесса, что является актуальной проблемой на сегодняшний день.

**Степень разработанности темы.** Вопросы по созданию, изучению и использованию коллекции арбуза в селекционной практике нашли отражение в работах наших ученых: Вавилова Н.И. (1960), Дютина Е.Е. (1976), Бочаровой И.Н. (2020, 2024), Кичинова Н.И. (1905), Лудилова В.А. (1966), Пангало Н.И. (1934, 1937), Синча К.П. (2005) и др., где отмечены наиболее актуальные и востребованные характеристики при работе с генетической коллекцией: место происхождения образца, эколого-географические условия его формирования, а также морфобиологические, генетические и хозяйственно-ценные признаки.

Важные аспекты селекции исходного материала арбуза на устойчивость

к болезням, тип листа, куста, характер цветения, окраска фона, рисунок плода, окраска мякоти, продуктивность, качество плодов, пригодность к механизированному возделыванию отражены в работах Быковского Д.А. (2003, 2017), Сазонова Н.И. (1976), Фурсы Т.Б. (1962, 1974), Техановича Г.А. (1976, 2005, 2023), Лазько В.Э. (2023), Barnes G.L. (1972), Crall J.M. (1968), Elmstrom G.W. (1981), Levi A. et al. (1971), Porter D.R. (1933), Zohary D. et al. (2012) и других авторов.

**Цель работы:** выделить на основе изучения генетического разнообразия мировой коллекции арбуза источники и доноры селекционно-ценных признаков для различных направлений селекции и создания перспективных сортов.

Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Изучить генетическое разнообразие коллекции арбуза, выявить источники селекционно-ценных признаков по скороспелости, продуктивности, качеству плодов, устойчивости к болезням и неблагоприятным внешним условиям, отвечающие современным требованиям селекции.

2. Использовать источники ценных признаков в скрещиваниях, изучить характер наследования основных признаков, выявить доноры для различных направлений селекции.

3. Создать и расширить на основе генетического изучения коллекцию образцов арбуза с маркерными признаками (генетическую коллекцию).

4. Выделить принципиально новые источники и доноры для селекции кустовых сортов арбуза, пригодных к механизированному выращиванию.

5. Создать материнские формы арбуза для гетерозисной селекции и сортов, отвечающие современным требованиям производства.

**Научная новизна.** В ходе исследований выявлены качественно новые источники по скороспелости, продуктивности, качеству плодов, устойчивости к болезням и неблагоприятным внешним условиям, формы с предельно кустовым типом, пригодные к механизированному возделыванию.

На инфекционных фонах выделены источники устойчивости к опасным болезням: к фузариозному увяданию и антракнозу.

Установлен характер наследования важных признаков, используемых в сортовой и гетерозисной селекции: тип листа, куста, характер цветения, окраска фона, рисунок плода, окраска мякоти.

Выделены новые самоопыленные линии, обладающие генетическими маркерами и ценными морфобиологическими и хозяйственными признаками для селекции на раннеспелость, позднеспелость, продуктивность, качество плодов, пригодность к механизированному возделыванию.

Расширен сортимент форм с нерассеченным цельным листом и раздельнополым типом цветения цельнолистных линий (ЦЛ) для использования в сортовой и гетерозисной селекции.

Впервые создана оригинальная линия арбуза, а на ее основе принципиально новый сорт Солярис, имеющий маркерный признак желто-зеленую (мозаичную) крапчатость листа, оранжево-желтую окраску коры плода и желтую мякоть. В настоящее время этот сорт не имеет аналогов в России.

Созданы и включены в Государственный реестр селекционных достижений РФ новые сорта арбуза: Благодатный, Сюрприз, Любимчик, Адам, Солярис.

**Теоретическая и практическая значимость работы.** Результаты исследований положены в основу создания многоцелевых гибридных комбинаций арбуза, которые послужили основой создания сортов Благодатный, Сюрприз, Любимчик, Адам, Солярис.

Получены новые знания по созданию гибридных форм арбуза от скрещивания культурных сортов с устойчивыми к болезням дикорастущими из разновидности каффрского арбуза (*var. lanatus*). По качеству плодов устойчивые формы приближались к культурному типу столового арбуза.

Выделены перспективные образцы для селекции ультраранних и ранних сортов арбуза с различной длиной вегетационного периода. Уточнен ха-

раактер наследования важнейших признаков, определяющих размер (габитус) растения, тип листа, форму и окраску плода, установлен их генетический контроль.

Определены показатели, по которым эффективны отборы в селекционном процессе культуры с использованием в гибридизации образцов, выделенных по устойчивости к болезням, продуктивным и качественным показателям изучен характер наследования наиболее важных морфобиологических (тип куста, листа, пола, форма плода, окраска коры, мякоти) и хозяйственных (скороспелость, продуктивность, качество, устойчивость) признаков.

**Методология и методы исследований.** Методология проведенных исследований включала общенаучные и теоретические методы: аналогию, анализ, синтез, обобщение, использованные при работе с научными публикациями отечественных и зарубежных авторов, при анализе экспериментальных данных, а также эмпирические методы – полевые и лабораторные эксперименты, наблюдения, учеты, измерения, сравнения, описания.

**Основные положения диссертации, выносимые на защиту:**

- результаты изучения генетической коллекции арбуза по важнейшим признакам и свойствам;
- новый исходный материал арбуза с ценными морфобиологическими и хозяйственными признаками с целью эффективного использования в селекции;
- результаты исследования новых источников и доноров для разных направлений селекции;
- характеристика созданного исходного материала и сортов арбуза, отвечающих современным требованиям селекции и производства.

**Степень достоверности результатов исследований.** В основу научно-исследовательской работы положены общепринятые методики, ГОСТы, используемые в растениеводстве, а также математическая обработка полученных экспериментальных данных, что позволяет считать результаты достоверными, а выводы и рекомендации, предложенные для практических целей – обоснованными.

ванными. Проверка соблюдения методики закладки опытов по сортоиспытаниям, их оформления и проведения осуществлялась методической комиссией по приёме полевых опытов.

**Апробация работы.** Исследования проведены в соответствии с Государственной программой Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова по эффективному использованию генетических ресурсов культурных растений для разработки новых технологий селекционного процесса, создания сортов и гибридов сельскохозяйственных растений нового поколения. Программа включала сохранение и изучение мирового разнообразия коллекции арбуза, выделение генисточников и доноров ценных признаков для селекционного использования.

Результаты исследований по теме диссертации обсуждались на заседаниях Ученых советов Кубанской опытной станции – филиала ВИР, Федерального исследовательского центра Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова, а также докладывались на Международных научно-практических конференциях, посвященных 120-летию со дня рождения Н.И. Вавилова, С.-Петербург (2007) и 115-летию основания Всероссийского НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова, С.-Петербург (2009); на научно-практической конференции в рамках фестиваля «Российский арбуз», Астрахань (2007), на 1 международной научно-практической конференции по овощеводству, Москва (2008); на II-ой Международной научно-практической конференции «Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур», Москва (2010); на Международной научно-практической конференции «Орошаемое овощеводство и бахчеводство в развитии адаптивно-ландшафтных систем юга России», Астрахань, (2011); на IV Вавиловской международной научной конференции, Санкт-Петербург, (2017); на Международной научно-практической конференции, Краснодар, (2016); на международной научной конференции, посвященной 120-летию и 130-летию основания института,

Санкт-Петербург, (2014 и 2024).

**Публикации результатов исследований.** Диссертантом опубликовано двадцать две печатные работы, в том числе 5 – в изданиях, рекомендованных ВАК Министерства образования и науки РФ, 1 – в издании, включенном в международную базу данных научного цитирования Scopus, получено 2 патента и 3 авторских свидетельства на созданные селекционные достижения.

**Личный вклад диссертанта.** Представленная работа является аналитическим обобщением экспериментальных данных, полученных за период с 2002 по 2012 и 2017–2022 гг., когда диссертант являлся руководителем и исполнителем научных исследований по селекции арбуза. Он принимал личное творческое участие, в том числе в создании сортов арбуза на всех этапах селекционного процесса. Автором осуществлялись: постановка задач, разработка программы исследований, проведение полевых опытов, учётов и наблюдений, анализ полученных результатов исследований и литературных источников, подготовка научных отчетов, формулирование основных положений и выводов работы.

Автор выражает искреннюю признательность и благодарность за всестороннюю помощь в разработке программы исследований, обсуждение, постановку экспериментальной части работы доктору сельскохозяйственных наук Техановичу Генриху Адамовичу, за сопровождение в проведении исследований руководителю работы кандидату сельскохозяйственных наук Лазько Виктору Эдуардовичу.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 169 странице текста в компьютерном исполнении, включает 28 таблиц, 5 рисунков, 2 приложения, состоит из введения, 4 глав, заключения, выводов и предложений для селекции и производства. Список цитированной литературы включает 227 источников, в т.ч. 83 на иностранных языках.

# 1 ПРОИСХОЖДЕНИЕ, ЭВОЛЮЦИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, НАРОДНОХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ АРБУЗА

## 1.1. История происхождения арбуза

Арбуз – важная овощная культура для потребления человеком. На протяжении ряда лет производство арбузов неуклонно росло. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО), в настоящее время мировое производство арбузов составило 100 миллионов тонн. Китай является крупнейшим производителем арбузов с объемом 61,0 миллионов тонн (61% от общего мирового производства). Турция и Индия занимают второе и третье место в мировом производстве с 3,4 и 3,2 млн тонн (3,5 и 3,2% от мирового валового сбора), соответственно. Алжир и Бразилия занимают четвертое и пятое места с показателями 2,02 млн тонн (2% от мирового производства) и 1,89 млн тонн (1,9% от общемирового объема), соответственно. Россия занимает шестое место с производством 1,89 млн тонн (1,9% от мирового валового сбора). Пакистан и Соединенные Штаты занимают седьмое и восьмое место с 1,58 и 1,49 млн тонн (1,6% и 1,5% мирового производства). За ними следуют Сенегал (1,49 млн тонн – 1,5% от мирового объема), Узбекистан (1,44 млн тонн – 1,4% от мирового объема), Казахстан (1,35 млн тонн – 1,3% от мирового объема), Вьетнам (1,2 млн тонн – 1,2% от мирового производства) (таблица 1).

В Египте есть десять мест, в которых содержатся остатки арбузов, относящиеся к додинастической (5000 лет назад) и династической эпохам. Плод с семенами, датированный примерно 1500 г. до н.э, был извлечен из фундамента храма в Судане (Белик, 1956; Вавилов, 1927; 1960; Zohary, Norf, Weiss, 2012). Porter (1930, 1932, 1933) перечислил останки, включая семена возрастом > 4500 лет и плоды возрастом > 4000 лет, принадлежащие *C. lanatus var. colocynthoides*. Семена римской эпохи также были найдены в Египте (Cox and van der Veen 2008).

Таблица 1 – Ведущие страны по производству арбуза в 2022 г.

| Страна       | Валовой сбор,<br>млн тонн | Доля от мирового<br>валового сбора, % |
|--------------|---------------------------|---------------------------------------|
| Китай        | 61,0                      | 61,0                                  |
| Турция       | 3,46                      | 3,5                                   |
| Индия        | 3,21                      | 3,2                                   |
| Алжир        | 2,02                      | 2,0                                   |
| Бразилия     | 1,91                      | 1,9                                   |
| Россия       | 1,89                      | 1,9                                   |
| Пакистан     | 1,58                      | 1,6                                   |
| США          | 1,49                      | 1,5                                   |
| Сенегал      | 1,49                      | 1,5                                   |
| Узбекистан   | 1,44                      | 1,4                                   |
| Казахстан    | 1,35                      | 1,3                                   |
| Вьетнам      | 1,20                      | 1,2                                   |
| ВСЕГО в мире | 100                       | 100,0                                 |

Источник: <https://www.tridge.com/intelligences/watermelon/production>

В Египте сохранились изображения разнообразной древней флоры и фруктов. Арбуз представлен в виде шарообразного полосатого плода, прикрепленного к короткому отрезку плети с двумя сильно раздвоенными листьями на одной иллюстрации. На другой изображен гигантский продолговатый полосатый плод на блюде, а на третьей - девять огромных, круглых полосатых фруктов в корзине (Feliks, 2005; Manniche, 1989). Арбуз упоминается в еврейской Библии (Числа 11:5), с названием аватихим. Греческая, латинская и древнееврейская литература времен Римской империи, в совокупности, богата упоминаниями об арбузе, хотя описания плодов скудны. Греческие врачи описывали его как холодный и влажный. Квинт Гаргилий Мартиалис, писавший на латыни (ок. 260 г. н.э.), упоминал, что арбуз был хорош после удаления кожуры. Антим (ок. 516 г. н.э.) писал,

что арбузы следует есть полностью созревшими. В ивритоязычных кодексах еврейского права аватихим (арбузы), в большинстве случаев, рассматриваются вместе с другими съедобными огурцами.

Несмотря на то, что род *Citrullus* имеет африканское происхождение (Whitaker and Davis 1962; Zohary et al. 2012), до сих пор ведутся споры о том, откуда появился арбуз в Африке. В основном это связано с фенотипическим совпадением между лимоном, эгуси и десертными арбузами и колоцинтами, а также тем фактом, что дикие формы и примитивные плоды *Citrullus*, независимо от таксона, обладают твердой корой, горькой или безвкусной, плохо окрашенной мякотью. Кроме того, многие гипотезы происхождения сладкого пустынного арбуза возникли в результате таксономической неопределенности и ослабления барьеров скрещиваемости между видами *Citrullus*.

Существуют различные в толковании теории происхождения арбуза. Наиболее распространенная заключается в том, что арбуз произошел от североафриканского колоцинта. Показано, что колоцинт более далек от десертных арбузов, чем от лимонных арбузов, согласно данным молекулярной генетики и геномики (Levi et al. 2013,2017; Chomicki and Renner 2015).

Кроме того было показано, что десертный арбуз произошел от южноафриканского лимонного арбуза (Levi et al. 2013; Chomicki and Renner 2015). Обнаруженные артефакты 4000-летней давности в Египте не соответствуют действительности, поскольку в то время земледелие на севере Африки еще не было развито (Zohary et al., 2012). Согласно последним исследованиям, между двумя видами произошли значительные изменения на геномном уровне (Guo et al.2013; Chomicki and Renner 2015). Было высказано предположение, что арбуз эгуси из западной Африки считается «недавним прародителем современного сельскохозяйственного арбуза» (Guo et al.,2013).

Еще одна теория гласит, что десертный арбуз зародился в северо-восточной Африке и там же был одомашнен. В результате дикие, часто

твердые, горькие или невкусные арбузы с научным сортовым названием *colocynthoides* или подвидом *cordophanus* являются живыми представителями предка сладкого десертного арбуза. Арбузы растут в диком и «полукультурном» виде в полузасушливых и засушливых районах Судана (Andrews 1950), причем самые высокие популяции, вероятно, в долине Нила (Mariod et al. 2009). Они были замечены в пустыне, где местные жители пользуются ими для получения воды и пищи. Их ареал распространяется на Египет и на север Африки (Singh, 1978; Sing, 1972; Abdel-Magid 1989). Скорее всего десертный арбуз возник в северо-восточной Африке, и следует признать тот факт, что арбузы выращивались для получения воды и пищи около 4000 лет назад.

Арбуз эволюционировал от диких форм с мелкими плодами, содержащими твердую, бледную, горькую или безвкусную мякоть, до современных арбузов с большими плодами, с хрустящей, сладкой и красной мякотью, с тонкой кожурой, благодаря одомашниванию и современной селекции. Обычный сладкий десертный арбуз (*C. lanatus*) имеет ограниченную генетическую базу, считается, что он развился в результате последовательности селекции в определенной предковой популяции (Sidhu, Brar, 1981; Thakur, Nandpuri, 1974; Алексанян, 2001; Буренин, 1997; 2005; Базилевская, 1929).

## 1.2 Характеристика процесса одомашнивания арбуза

Одомашненные растения обычно имеют более крупные плоды или другие съедобные ткани, чем у их диких собратьев. При одомашнивании растений отбор шел в нескольких направлениях: увеличение размера съедобных частей (например, плодов или клубней), повышение вкусовых качеств, отсутствие периода покоя, снижение токсичности отдельных частей растения, более короткое цветение, синхронизированная фенология, более тонкая оболочка семян. В разных таксонах отбирались семена с тонкой семенной оболочкой. Учитывая наличие защитных химических веществ,

дикие родственники одомашненных растений часто неприятны на вкус. Кукурбитацин – горькое соединение, обнаруженное в диких видах огурцов в изобилии, свидетельство процессу одомашнивания. У культурных сортов меньше механических средств защиты. Некоторые дикие виды хорошо известны своей колючестью. Одной из причин, по которой одомашненные виды зависят от человека, является отсутствие этих защитных механизмов. При одомашнивании зерновых культур, таких как пшеница, неосыпающиеся соцветия, полиплоидия и свободно обмолачиваемые зерна являются важными событиями (Anderson, Walker, 1962; Sari, Solmaz, 2023; Тараканов, 1986; Теханович, Елацков, 2007; Филов, 1969; 1982;).

Николай Иванович Вавилов – русский генетик, ботаник, создатель генетического банка растений в своей публикации в 1940 году изложил теорию происхождения культурных растений, а в 1951 году эта работа была переведена на английский язык. Н.И. Вавилов (1929; 1965; 1967) утверждал, что существуют центры наибольшего разнообразия культур. Он выделил семь центров происхождения растений: Тропический, Восточноазиатский, Юго-западноазиатский, Средиземноморский, Абиссинский, Центральноамериканский, Южноамериканский. Места происхождения культурных растений, предложенные Вавиловым Н.И., по мнению Джека Харлана, были центрами многообразия и давней сельскохозяйственной деятельности человека, которые могли быть, а могли и не быть центрами эволюции сельскохозяйственных культур или центрами одомашнивания.

### 1.3 Доместикация арбуза

Арбуз *Citrullus lanatus* (Thunb.) Matsum. & Nakai, является одним из самых освежающих продуктов питания в жаркие летние дни. Его выращивают в основном в теплых регионах мира (Wehner, 2008). Отличительной особенностью арбуза является перистая форма листовых пластинок. Кроме того, цветы растут поодиночке, при этом женский или гермафродитный цветок появляется на каждом седьмом или восьмом

междоузлии, а мужские цветки занимают остальные. Завязи и первые плоды волосистые, но по мере роста становятся гладкими и блестящими. Экзокарп зеленый, полосатый, с острыми зазубренными полосами. Полосы имеют острые, зазубренные края. Непосредственно под зеленым внешним слоем находится толстая, водянистая, бледно-зеленая или белая кожура, которая является мезокарпом. Он окружает эндокарп, или мякоть плода, внутри которого находятся семена. Семенная оболочка, в зависимости от сорта, может быть коричневой, черной, бежевой, желтой или другого цвета.

К другим выделяемым представителям рода *Citrullus*, кроме десертного арбуза, относятся арбузы цитрон, эгуси и колоцинт. Определяющей отличительной чертой колоцинта является маленький размер семян, длина которых составляет около 8 мм. Оболочки семян отсутствуют у эгуси. Молодые, развивающиеся цитронные и десертные арбузы можно отличить по волосистости первого плода. Цитрон, эгуси и десертный арбуз в основном рассматриваются как подвиды, ботанические разновидности или культиварные группы *C. lanatus*, но Хомицки и Реннер (2015), основываясь на геномном анализе, предложили выделить каждый из них в отдельный вид (Branham et al., 2017; Chomicki, Renner, 2015).

Изучение генетической коллекции арбуза представляется актуальной задачей, поскольку это дает богатый ресурс для успешной селекционной практики. При изучении коллекции арбуза и использовании его в селекционной работе учитывается место происхождения образца, эколого-географические условия его формирования, морфобиологические, генетические и хозяйственно-ценные признаки. Н.И. Вавилов уделял особое внимание этим вопросам при изучении сельскохозяйственных растений. В работе «Ботанико-географические основы селекции» он отмечает: «Ботаническое изучение земного шара еще далеко не закончено... Огромные континенты Южной Америки и Африки, Индия, Китай, Индокитай, Передняя Азия изучены чрезвычайно мало. Имеется еще немало областей, где не проходил ни один ботаник». До Н.И. Вавилова швейцарский ботаник А.

Декандоль обратил внимание на необходимость мобилизации разнообразия культурных растений и их дикорастущих видов, познанию их природы и места произрастания (Артюгина, 1978; Артамонова, 1974; Богоявленская, 2005; Дютти, 1976, 2000; Жуковский, 1971; Кожухов, 1925; Куперман, 1984).

Арбузы относятся к ксерофитному роду *Citrullus*. Они культивируются в умеренных и тропических регионах мира, служа источником воды и пищи для животных и людей. Центром происхождения *Citrullus* является Африка, где дикие, одичавшие и предковые популяции этого рода процветают в обширных засушливых и полузасушливых регионах континента. Многочисленные виды *Citrullus* также существуют в диких и пустынных местах Ближнего Востока, центральной и южной Азии и Малой Азии (Анатолии). Растительные материалы во многих отдаленных районах плохо охарактеризованы, и необходимы дополнительные исследования для их правильного сбора, классификации и оценки (Levi et al. 2013; Reddy et al. 2013). Рассмотрим основные виды арбуза.

**Однолетний *Citrullus lanatus*** (Thunb.) Matsum. & Nakai, десертный арбуз, является самым известным среди всех видов *Citrullus*. Родом из Судана и Египта, он включает дикие, одичавшие и культивируемые формы (Paris, 2023). Сладкая мякоть *C. lanatus* привела к его распространению по всему миру, и он стал одной из самых широко потребляемых овощных фруктовых культур. Род *Citrullus* включает еще шесть диплоидных видов, три из которых также имеют региональное значение (Hussain. et al , 2014). Это арбуз эгуси (*C. mucosospermus* (Fursa) Fursa), цитронный арбуз (*C. amarus* Schrad.) и колоцинт (*C. colocynthis* (L.) Schrad.).

***Citrullus mucosospermus*** родом из западной Африки к югу от Сахары и культивируется ради его маслянистых семян (Jarret, Newman, 2000). *Citrullus lanatus* и *C. mucosospermus* имеют общие схожие геномные последовательности и обычно могут легко скрещиваться друг с другом, получая высокоплодовитое потомство (Levi et al. 2017).

***Citrullus amarus*** родом из южной Африки и культивируется ради его

съедобных, но обычно с твердой мякотью плодов, которую часто готовят или маринуют. Известен широко как цитрон, цамма или консервированная дыня, ему было дано таксономическое название *C. lanatus* var. *citroides* (Paris, 2023). *Citrullus amarus* легко скрещивается с *C. lanatus* и с *C. mucosospermus*. Однако существуют значительные различия по сравнению с *C. lanatus* и *C. mucosospermus* (Crall, 1968). Генетические популяции, полученные в результате скрещивания с *C. amarus*, дают искаженные (неменделевские) коэффициенты сегрегации для большинства геномных последовательностей (Levi et al. 2017).

*Citrullus colocynthis*, также известный как горькое яблоко, культивируется благодаря своим многочисленным лекарственным свойствам и маслу из его семян (Hussain et al., 2014). *Citrullus colocynthis* произрастает в пустынях и полузасушливых регионах северной Африки, юго-западной и центральной Азии, включая острова Средиземного моря, на восток до Афганистана, Пакистана и Индии. Дополнительные родственные виды включают пустынный однолетник *C. rehmii* (Jarret and Newman, 2000) и пустынные многолетники *C. ecirrhosus* (Cogn.) и *C. naudinianus* Sond.

Обзор рода *Citrullus* с номенклатурными изменениями был недавно представлен Levi A. et al., 2017 (таблица 2). Сводка номенклатурных эквивалентов по таксономическим рангам была обобщена Парисом (2015). Однако таксономия и номенклатура *Citrullus spp.* до конца не решена (Paris, 2016). Существуют генетические и геномные признаки, указывающие на то, что несколько видов (например, *C. amarus*, *C. mucosospermus* и *C. lanatus*) представляют собой естественные примеси (Levi et al., 2013; Liu J., 2013), тем самым затрудняя разделение между этими видами.

Археологические данные свидетельствуют о том, что десертный арбуз *Citrullus lanatus* был одомашнен на северо-востоке Африки, в Египте и Судане, более 4000 лет назад и, скорее всего, был распространен кочевыми народами в пустынях Африки, Ближнего Востока и Азии в качестве источника воды (Paris, 2023). Многие генетические ресурсы арбуза за годы

одомашнивания и отбора ранними аграриями, а затем и селекционерами, привели к образованию генетического узкого места и узкой генетической базы среди сортов арбуза. Долгосрочная система отбора на желательное качество плодов отражается в низком уровне полиморфизма связанных с хромосомными областями, фланкирующими отобранные аллели.

Таблица 2 – Известные названия аналогов *Citrullus* по Levi A. et al. (2017г.)

| Название        | Вид <sup>a</sup>                                 | Подвид <sup>b</sup>                                                      | Ботаническое название <sup>c</sup> | Культивар-группа <sup>d</sup>                  |
|-----------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------------------|
| Десертный арбуз | <i>C. lanatus</i><br>(Thunb.)<br>Matsum. & Nakai | <i>vulgaris</i><br>(Schrad.)<br>Fursa<br><i>Cordophanus</i><br>Ter-Avan. | <i>lanatus</i>                     | Десерт<br>Кордофанус<br>dessert<br>cordophanus |
| Цитронный арбуз | <i>C. amarus</i><br>Schrad.                      | <i>lanatus</i>                                                           | <i>citroides</i><br>Bailey         | Цитроидес<br>citroides                         |
| Арбуз эгуси     | <i>C. mucospermus</i><br>(Fursa) Fursa           | <i>mucospermus</i><br>Fursa                                              | <i>mucospermus</i><br>Fursa        | Мукососпермус<br>mucospermus                   |
| Колоцинт        | <i>C. colocynthis</i><br>(L.) Schrad.            | —                                                                        | —                                  | —                                              |

Адаптировано из Paris (2015)

<sup>a</sup> Согласно Renner et al. (2014); Chomicki and Renner (2015)

<sup>b</sup> После Fursa (1972)

<sup>c</sup> Существует множество обозначенных ботанических разновидностей; здесь перечислены только три

d After Jeffrey (2001)

Узкая генетическая база среди сортов арбуза и потеря аллелей, связанных с устойчивостью, возможно, способствовали восприимчивости современных культурных арбузов к широкому спектру болезней и вредителей (Guo et al., 2013, Levi et al., 2017).

#### 1.4 Генетические ресурсы арбуза

Виды *Citrullus* также встречаются в диких и пустынных районах Ближнего Востока, а также в центральной и южной Азии и Малой Азии (Анатолии). На сегодняшний день многие виды растительного материала в удаленных местах плохо определены, и необходимо провести дополнительные исследования для адекватного сбора, классификации и их оценки (Levi et al., 2013; Nimmakayala et al., 2010; Reddy et al., 2013).

Узкая генетическая база сортов десертного арбуза (*Citrullus lanatus*) создает постоянную проблему для исследователей и селекционеров, стремящихся улучшить эту культуру для повышения устойчивости к болезням. Высокая урожайность, высокое качество плодов и раннее созревание являются основными целями большинства современных селекционеров арбузов (Фурса, 1974; 1979; Теханович, 2005). Ввиду общего низкого генетического разнообразия среди сортов арбуза, можно ожидать, что гетерозис проявляется на низком уровне в гибридных линиях арбуза F<sub>1</sub>. Эксперименты с использованием нескольких линий арбузов в диаллельных скрещиваниях показали несоответствие оценки гетерозиса в разных экспериментах (Быковский, 2003; Бочерова, Малуева, 2020).

Можно ожидать, что примитивные сорта и аналогичные материалы будут полезным источником генов для повышения генетического разнообразия и, возможно, увеличения гибридной силы диплоидных и триплоидных сортов бессемянного арбуза. Технологии секвенирования следующего поколения (NGS) как ожидается, предоставят необходимые

инструменты для изучения генетического разнообразия, структуры популяций и идентификации генных локусов, способствующих гетерозису, а также локусов, обеспечивающих устойчивость к биотическим и биологическим факторам среды. Технологии NGS также облегчат селективное включение и использование разнообразной зародышевой плазмы в программы селекции арбузов (Мещеров, 1984; Шейнфельд, 1973; Мережко, 1994; Лудилов, 1969; Мещеров, Теханович, 1974; Lambel et al. 2014; Branham et al. 2016).

Генетическая коллекция образцов *C. lanatus*, *C. mucosospermus* и *C. amarus* являются ценным источником устойчивости к мучнистой росе (PM), основному заболеванию арбуза. Источники устойчивости к расе 1 или 2W возбудителя мучнистой росы были идентифицированы среди различных видов *Citrullus* (Davis et al. 2007; Tetteh et al. 2010), и способ наследования устойчивости был определен у нескольких видов арбуза. В результате исследований, проведенных в USDA/ARS/USVL были выявлены и выделены линии зародышевой плазмы *C. lanatus* и *C. mucosospermus* с множественной устойчивостью к болезням (мучнистая роса и антракноз), которые используются для программ по селекции арбуза. (таблица 3). Несколько генотипов *C. colocynthis* и *C. lanatus* являются потенциальным источником устойчивости к вирусу пожелтения (*SqVYV*), который вызывает увядание растений арбуза.

Широкое генетическое разнообразие существует среди образцов *Citrullus amarus*, собранных в южной части Африки. Они могут быть разделены, по крайней мере, на две различные группы на основе частот аллелей. Различные образцы *C. amarus* обладают устойчивостью к корневым нематодам, фузариозному увяданию (расы 2) (Netzer and Martyn 1989; Dane et al. 1998; Watts, 1967), антракнозу (расы 1, 2 или 3) (Кичунов 1905; Tetteh A. Y., Wehner, 2010; Orton, 1917; Armstrong, Armstrong, 1978) (таблица 3).

Генетические ресурсы видов *Citrullus lanatus*, *Citrullus mucosospermus* и *Citrullus amarus* оказались ценными источниками устойчивости к мучнистой

росе (PM), серьезному заболеванию арбуза (Davis et al. 2007). Различные виды *Citrullus* были обнаружены в качестве источника устойчивости к расе 1 или 2 патогенов мучнистой росы. Зародышевые линии *Citrullus lanatus* и *Citrullus mucosospermus* с различной устойчивостью к заболеваниям (мучнистая роса и антракноз) были идентифицированы и созданы учеными для использования в селекции арбузов. Показано, что вирус пожелтения жилок тыквы (SqVYV) вызывает увядание растения арбуза, и некоторые виды *Citrullus colocynthis* и *Citrullus amarus* могут быть источником устойчивости (Колебошина и др., 2017; Малуева, Бочерова, Корнилова, 2020; Никифорова, 1968; Никифорова, Лукина, 1971; Родигин, 1939; Пискунова, 1999; Прокудина Ф.В., Смирнова, 1969; Прокудина, Смирнова, Чулкова, 1972).

Таблица 3 – Характеристика мирового генофонда арбуза, маркированного по ценным признакам (Levi A. et al., 2017 г.)

| Вид                                                                                            | №№<br>образца | Происхождение                     | Маркер   | Ссылка                    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------------|----------|---------------------------|
| 1                                                                                              | 2             | 3                                 | 4        | 5                         |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C.colocynthis</i>                                                    | 44            | Израиль                           | Isozymes | Zamir et al.<br>(1984)    |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C.ecirrhosus</i> ,<br><i>C.naudinianus</i> ,<br><i>C.colocynthis</i> | 5             | Израиль, Южная Африка             | Isozymes | Navot and Zamir<br>(1987) |
| <i>C. lanatus</i>                                                                              | 8             | США                               | Isozymes | Biles et al.<br>(1989)    |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i>                                                        | 4             | США, Южная Африка                 | RAPD     | Zhang et al.<br>(1994)    |
| <i>C. lanatus</i>                                                                              | 39            | США, Южная Корея                  | RAPD     | Lee et al. (1996)         |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i> ,<br><i>C.mucosospermus</i>                            | 32            | Африка, Европа, Азия<br>и Мексика | SSR      | Levi et al. (2000)        |

| 1                                                                                       | 2  | 3                                    | 4                   | 5                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------------------------|---------------------|------------------------------|
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i> ,<br><i>C. colocynthis</i>                      | 34 | Разное (см. публика-<br>ции)         | RAPD                | Levi et al. (2000)           |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i> ,<br><i>C. colocynthis</i>                      | 42 | Разное (см. публика-<br>ции)         | RAPD                | Levi et al.<br>(2001a)       |
| <i>C. lanatus</i>                                                                       | 30 | Разное (см. публика-<br>ции)         | AFLP                | Che et al. (2003)            |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i> ,<br><i>C. colocynthis</i> ,<br><i>C. rehmi</i> | 70 | Разное (см. публика-<br>ции)         | cpDNA               | Dane and Lang<br>(2004)      |
| <i>C. lanatus</i>                                                                       | 44 | США                                  | ISSR &<br>AFLP      | Levi et al. (2004)           |
| <i>C. lanatus</i>                                                                       | 43 | Бразилия, США                        | RAPD                | de Silva et al.<br>(2006)    |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i> ,<br><i>C. lanatus</i>                          | 90 | Разное (см. публика-<br>ции)         | Non-coding<br>cpDNA | Dane and Liu<br>(2007)       |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i>                                                 | 30 | Судан                                | RAPD, SSR           | Goda (2007)                  |
| <i>C. lanatus</i>                                                                       | 24 | США                                  | RAPD                | Levi and<br>Thomas<br>(2007) |
| <i>C. lanatus</i>                                                                       | 24 | Южная Корея                          | SSR                 | Kwon et al.<br>2007)         |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i> ,<br><i>C. colocynthis</i>                      | 38 | США,<br>Разное (см. публика-<br>ции) | EST-PCR             | Levi et al. (2008)           |
| <i>C. lanatus</i>                                                                       | 7  | Индия                                | EST-SSR             | Verma and Arya<br>(2008)     |
| <i>C. lanatus</i>                                                                       | 49 | США, Южная Корея                     | SSR                 | Kwon et al.                  |

| 1                                                                                              | 2   | 3                                                                                                                | 4                                                            | 5                               |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                                                                |     |                                                                                                                  |                                                              | (2010)                          |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i>                                                        | 10  | Зимбабве                                                                                                         | RAPD, SSR                                                    | Mujaju et al.<br>(2010)         |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i> ,<br><i>C. colocynthis</i>                             | 31  | Разное (см. публика-<br>ции)                                                                                     | AFLP, SSR                                                    | Nimmakayala et<br>al.<br>(2010) |
| <i>C. lanatus</i> and<br>others                                                                | 303 | Турция                                                                                                           | RAPD                                                         | Solmaz et al.<br>(2010)         |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C.colocynthis</i> , <i>C.</i><br><i>rehmii</i> ,<br><i>C. amarus</i> | 27  | Южная Корея, Фран-<br>ция, Таиланд, Япония,<br>Тайвань, Китай, Ин-<br>дия, США, Каир, Се-<br>негал, Иран, Замбия | EST-SSRs &<br>AFLP                                           | Hwang et al.<br>(2011a)         |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C.colocynthis</i> ,<br><i>C.amarus</i>                               | 8   | Южная Корея, Фран-<br>ция, Таиланд, Япония,<br>Тайвань, Китай, Ин-<br>дия, США, Каир, Се-<br>негал, Иран, Замбия | EST-SSRs<br>and<br>high<br>resolution<br>melting<br>analysis | Hwang et al.<br>(2011b)         |
| <i>C. amarus</i> ,<br><i>C. lanatus</i>                                                        | 25  | Ботсвана,<br>Намибия, Южная Аф-<br>рика,<br>Замбия,<br>Зимбабве, США                                             | SSR                                                          | Mujaju et al.<br>(2011)         |
| <i>C.mucosospermus</i>                                                                         | 4   | Африка                                                                                                           | SSR                                                          | Minsart et al.<br>(2011)        |
| <i>C. lanatus</i>                                                                              | 47  | Разное (см. публика-<br>ции)                                                                                     | Ms-AFLP                                                      | Nimmakayala et<br>al.<br>(2011) |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C.amarus</i>                                                         | 90  | Турция, США,<br>Индия, Япония, Во-<br>сточная Африка, Юж-<br>ная Африка, Азербай-                                | SRAP                                                         | Uluturk et al.<br>(2011)        |

| 1                                                                  | 2      | 3                                            | 4                     | 5                          |
|--------------------------------------------------------------------|--------|----------------------------------------------|-----------------------|----------------------------|
|                                                                    |        | джан, Иран,<br>Филиппины,<br>Гватемала, Каир |                       |                            |
| <i>C. lanatus</i>                                                  | 20     | Южная Корея                                  | EST-SSR               | Kwon (Kwon<br>2013)        |
| <i>C. amarus</i> ,<br><i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. colocynthis</i> | 96     | Разное (см. публика-<br>ции)                 | HFO-TAG               | Levi et al. (2013)         |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i>                            | —<br>a | Зимбабве, США                                | EST-SSR               | Mujaju et al.<br>(2013)    |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. amarus</i> ,<br><i>C. mucospermus</i> | 134    | Мали                                         | SSR                   | Nantoumé et al.<br>(2013)  |
| <i>C. lanatus</i> ,<br><i>C. colocynthis</i>                       | 18     | Бразилия, США                                | SSR                   | Gama et al.<br>(2013)      |
| <i>C. lanatus</i> ,<br>“wild”                                      | 37     | Нет специфики                                | DAtTseq<br>based SNPs | Yang et al.<br>(2016)      |
| <i>Citrullus spp.</i>                                              | 1197   | Разное (см. публика-<br>ции)                 | SSR                   | Zhang et al.<br>(2016a, b) |

**Сокращения:** RAPD – случайная амплифицированная полиморфная ДНК, SSR – простой повтор последовательности, AFLP – амплифицированный полиморфизм длины фрагмента, SRAP – связанный с последовательностью амплифицированный полиморфизм, EST – тег выраженной последовательности, ISSR – межпростой повтор последовательности, DArTseq – технология многообразия массивов, cpDNA – хлоропластная ДНК, Ms-AFLP – чувствительный к метилированию AFLP, HFO-TAG – высокочастотные олигонуклеотиды, нацеленные на активные гены, нет информации.

Межвидовые скрещивания между видами *Citrullus* в той или иной степени осуществимы, и они часто бывают успешными, но приводят к низкой

плодовитости и семенной продуктивности и/или жизнеспособности пыльцы.

*Citrullus amarus*, *Citrullus colocynthis*, *Citrullus mucosopermus* и, возможно, другие виды являются ценным источником генов для использования в селекционных программах, направленных на повышение урожайности десертных арбузов за счет более эффективной корневой системы. Эти виды могут выдерживать засуху и экстремальные температуры, в дополнение к их потенциалу устойчивости к болезням и вредителям (Родигин, 1959; 1961; Бочерова, Малыева, 2020; Литвинов, 2005; Коринец, 2003). Как указывалось ранее, корневые системы *Citrullus rehmi*, *Citrullus ecirrhosus* и *Citrullus naudinianus* хорошо приспособлены к условиям пустыни, что делает их перспективными донорами засухоустойчивости.

Генетические ресурсы арбуза должны храниться и поддерживаться в селекционных учреждениях. При традиционных методах селекции успех любой селекционной работы в значительной степени определяется резервом генетических ресурсов селекционера.

### 1.5 Успехи селекции и проблемы традиционной селекции арбуза

Современный сладкий десертный арбуз – это результат многих лет выращивания и селекции для получения желаемых качеств арбуза, которые приемлемы для человека. Новые формы столового арбуза возникли благодаря интенсивному выращиванию и постоянному селекционному процессу, что привело к созданию современных сельскохозяйственных сортов, которые имеют мало общего с древними африканскими сортами. Арбуз – один из самых популярных свежих фруктов в мире, благодаря своей сладости, привлекательному цвету и вкусу мякоти. *Citrullus lanatus* var. *citroides* и *Citrullus colocynthis* имеют твердую, белую, зеленую или желтую мякоть и, как правило, она несладкая или горькая (2-3 % Brix) (Li, 1986; Loy, Lew, 1975; Bains, Kang, 1976; Фурса, 1982). В результате многолетней селекции значительно повысилось качество плодов.

Арбуз превратился из позднеспелой, длинноплетистой лианы с

маленькими плодами с твердой, белой мякотью, безвкусной или горькой на вкус, до раннеспелого, более компактного растения с крупными плодами со съедобной сладкой мякотью.

Арбуз (*Citrullus lanatus*) был одомашнен около 4000 лет назад. Исследователи создали геномно-вариационную карту и сделали вывод о предковых родственных связях и потоке генов между *C. Lanatus* и *C. mucosospermus* на основе расширенной сборки генома и повторного секвенирования (Sari, Solmaz, 2023; Sowell, Rhodes, Norton, 1980).

Несмотря на то, что *C. mucosospermus* и *C. lanatus* являются близкими родственниками, предок *C. mucosospermus* был предположительно одомашнен отдельно для употребления в пищу семян. С другой стороны, *C. lanatus* был культивирован ради мякоти плодов (Guo et al., 2019). У всех видов *C. lanatus*, был обнаружен аллель гена *ClBt*, не вызывающий горечи.

Ген щелочной галактозидазы (*ClAGA2*) и ген переносчика сахара (*ClTST2*) были обнаружены в локусе количественных признаков сладости мякоти плода. Арбуз с красной мякотью имеет сильную связь с одной аминокислотой в гене *LCYB*, который, как предполагается, участвует в производстве ликопина. Горечь у арбуза была устранена в результате конвергентной эволюции (Guo et al. 2019).

Современные коммерческие арбузы имеют высокое содержание сахара – содержание растворимых сухих веществ в соке плода (Brix 10-14%). По химическому механизму, который до сих пор неясен, большое количество углеводов, в основном сахарозы, накапливается в вакуолях клеток мякоти плода. QTL с высоким содержанием сахарозы был обнаружен на хромосоме 2 с геном *Tonoplast Sugar Transport*, который важен для поглощения сахарозы, фруктозы и глюкозы в вакуолях десертного арбуза (Kang et al., 2010; Branham, 2017). Десертные арбузы (*C. lanatus*) с низким содержанием сахара могут быть хорошим источником биологически активных веществ, таких как цитруллин, аскорбиновая кислота, калий, флавоноиды и каротиноиды, включая альфа- и бета-каротин и ликопин.

Для того чтобы создать лучшие сорта для конкретной местности селекционеру необходимо иметь исходный материал, а именно: генетическую коллекцию сортообразцов, селекционных линий, популяций, спонтанных мутантов, которые имеют необходимые селекционно-ценные признаки. Селекционер должен определить является ли признак количественно наследуемым (габитус растения, урожайность, скороспелость, размер и сладость плодов) или качественно наследуемым (устойчивость к болезням, окраска фона и рисунка плода, цвет мякоти).

Во второй половине прошлого века были выведены сорта, устойчивые к фузариозному увяданию – Charleston Gray (USDA, Charleston, 1954), Crimson Sweet (Университет штата Канзас, 1963), Calhoun Gray (Университет штата Луизиана, 1965), Jubilee (1963) и Smokylee (1971) (Университет Флориды). Темно-красная мякоть встречается у сортов Dixielee (Университет Флориды, 1979) и Sangria F<sub>1</sub>. Высокой урожайностью отличаются сорта Миллионер F<sub>1</sub>, 3х (Harris Moran, 1992) и Королевский Юбилейный F<sub>1</sub> (Seminis). Высокое содержание растворимых сухих веществ обнаружены в сортах Crimson Sweet (Kansas State University, 1963) и Sugarlee (University of Florida, 1981). Карликовые растения характеризуют сорт Kengarden (Университет Кентукки, 1975). Бессемянный сорт Tri-X-313 F<sub>1</sub> 3х (Syngenta-American Seedless, 1962). Сорта с порционными плодами включают Minilee (Университет Флориды, 1986), Miskylee (Университет Флориды, 1986), Хэмпширский карлик (Университет Нью-Гэмпшира, 1951), Sugar Baby (М. Хардин, Оклахома, 1955), Yellow Doll (Seminis, 1977).

В СССР, работая совместно с К.И. Пангалом, ученые селекционеры в довоенное время в ВИРе, а в послевоенное в Молдавии, на базе мировой коллекции вывели столовые сорта арбуза: Мраморный, Хаит-Кара, Северный, Многоплодный, Белый длинный, Си-гув; кормовые: Пектинный, Родезиец.

Большая работа по селекции бахчевых культур проведена на Бирючукской овоще-бахчевой селекционно-опытной станции, организованной профессором А.И. Носатовским в 1925 г. недалеко от

Новочеркаска Ростовской области. На станции работал крупнейший селекционер нашей страны Л.Е. Кревченко. Были выведены в 20-50-х годах скороспелые сорта арбуза: Стокса 647/649, Любимец Хутора Пятигорска, Донской 39, Багаевский мурашка, Десертный 83; среднеспелые: Муравлевский, Бирючекутский 775, Ажиновский 5.

На Краснодарской овоще-картофельной опытной станции, куда с 1949 года перешел работать Л.Е. Кревченко, им созданы сорта арбуза: Донокубанский, Комсомольский 2, Мурашка Кубанский, Ранний 141, Любимец Краснодара. Сорта были урожайными, имели хорошие вкусовые качества, обладали высокой транспортабельностью.

Ведутся работы по созданию сортов арбуза с компактно-кустовой формой растений и короткими плетями, что делает их пригодными для механизированной уборки. На Кубанской опытной станции ВИР был получен сорт Святослав селекционерами Техановичем Г.А., Елацковой А.Г. и Елацковым Ю.А. в 2009 году (Теханович, Елацков, Елацкова, 2011; Иноземцева и др., 2023)

На Быковской бахчевой селекционной опытной станции, организованной С.Н. Лутохиным в 1930 году достигнуты значительные успехи в селекции арбуза. Знаменитый сорт арбуза Мелитопольский 142 долгое время был одним из лучших в стране по урожайности, вкусовым качествам, лежкости и транспортабельности. Совместно с Д.Г. Холодовым были созданы три сорта арбуза: Мелитопольский 143, Мурашка 123, Красавчик 55. Позже выведен сорт арбуза Быковчанин, не имеющий себе равных по лежкости плодов. В настоящее время на опытной станции успешно работает по селекции арбуза К.П. Синча. Она является автором таких известных сортов арбуза как Быковский 22, Юбилейный 72, Цельнолистный 215, Холодок, Землянин (Быковский и др., 2017; Елацков, 2012; Иноземцева, 2024; Лазько, 2024; Малуева, Бочерова, Корнилова, 2020).

Как указывают историки науки, арбуз выращивался в Китае и Индии

около 1100 и 800 годов нашей эры (Suvanprakorn, Norton, 1980). Виды *Citrullus* встречаются в диком виде в южной и центральной Африке, *C. colocynthis* также растет в диком виде в Индии. Для рода *Citrullus*, Индия и Китай могут считаться вторичными центрами диверсификации. Предполагается, что культивирование арбуза началось в Древнем Египте и Индии и распространилось по Средиземноморью, Ближнему Востоку и Азии. С 1629 года эта культура выращивается в США. Большинство современных сортов арбуза, выращиваемых в Индии и Китае, представляют собой скрещивание местных, более старых сортов и сортов, импортированных из Японии и США. В Китае на больших площадях (не менее полумиллиона акров) ежегодно выращиваются определенные крупносемянные сорта арбуза для употребления семян в пищу. Вес 1000 семян > 250 г. Эти сорта арбузов могут расти на малоплодородных землях и являются засухоустойчивыми. Однако они чрезвычайно уязвимы к распространенным арбузным болезням.

В мире выведено множество сортов, имеющих общий генетический фон (Levi et al. 2013, 2017). Согласно принципу «эффекта основателя» показано, что сорта возникают из небольшого числа генотипов, чем можно объяснить ограниченное генетическое разнообразие (Nimmakayala et al. 2014).

Бессемянные арбузы (триплоидные гибридные сорта) наиболее широко выращиваются в коммерческих целях по всему миру с начала XXI века. Обычные (диплоидные) арбузы также по-прежнему выращиваются и потребляются по всему миру, в основном в Азии, Африке, на Ближнем Востоке, Южной Америке и России. Мякоть плодов сортов «Crimson Sweet» и «All Sweet» отличного качества, с небольшим количеством семян. Эти сорта, выведенные Чарльзом В. Холлом и представленные в 1966 и 1972 годах, являются, возможно, самыми важными диплоидными сортами с точки зрения текущего мирового производства, и они являются родителями многих современных бессемянных сортов.

Мировой спрос на бессемянные сорта продолжает расти. Бессемянный

арбуз – это триплоидный гибрид, который получают путем скрещивания диплоидного сорта с тетраплоидной линией в качестве материнской формы. Он был выведен японским цитогенетиком Хитоси Кахарой в 1951 году. С этого момента в мире началось производство триплоидных гибридов. Процесс одомашнивания и селекции растений привел к повышению генетического разнообразия у арбуза. Урожайность, размер и форма плода, цвет мякоти и консистенция, сладость, сроки созревания, габитус растения и устойчивость к болезням являются целью селекции арбуза. В частной семеноводческой отрасли программы селекции арбузов в основном направлены на разработку, создание и производство гибридов F<sub>1</sub>.

Мировой потребительский рынок семян сегодня запрашивает широкий спектр характеристик к производимым сортам и гибридам: устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам, болезням, засухе, высоким температурам. В результате современная селекция арбузов требует понимания структуры популяций адаптированных и диких генотипов, а также получение новых признаков путем разнообразных скрещиваний. В современных стратегиях селекции особое внимание уделяется введению нового генетического разнообразия из изученных вариантов зародышевой плазмы, особенно на устойчивость к болезням (Mariod, 2009) .

Плоды арбуза бывают разных размеров (мелкий, средний, крупный); формы (сплюснутой, шаровидной, тупоэллиптической, овальной, цилиндрической, удлиненно-цилиндрической); рисунка (однотонный, сетка, сетчатые полосы, мраморность, узкие и широкие шиповатые полосы, мелкая и крупная мозаика, средние или широкие размытые полосы, ситцевость); окраски фона и рисунка плода (белесая, желтая, оранжевая, желто-зеленая, серо-зеленая, палевая, светло-зеленая, зеленая, тускло-зеленая, темно-зеленая, черно-зеленая) с белой, желтой, лимонной, бледно-розовой, розовой, оранжевой, шарлаховой, малиновой, карминной мякотью; с семенами или без. Сорта с красной мякотью и крупными плодами (8-11 кг) самые популярные в коммерческом отношении.

Наиболее распространенными среди бессемянных арбузов являются гибриды, имеющие красную и желтую мякоть, шаровидную и короткоовальную форму и средний размер плода (5-8 кг).

Сбор и оценка генетического разнообразия бахчевых культур являются важной составляющей для селекции арбуза. Приоритетными регионами для сбора *Citrullus* являются Индия, особенно Индо-Гангские равнины и районы на северо-западе страны; Африка, особенно юг и юго-запад (область Калахари); тропическая Африка; Китай; Япония; республики Закавказья и южные районы Ирана (Теханович, Елацкова, 2023; Теханович, Елацков, Елацкова, 2003).

Чтобы ознакомиться с разнообразием генетических ресурсов арбуза, селекционеры должны изучить и проанализировать определенную выборку сортов. Селекционная работа ведется путем изучения, отбора, гибридизации лучших сортов, образцов или инбредных линий, которые обладают одним или несколькими важными селекционно-ценными признаками. Хозяйственно ценные характеристики улучшались с течением времени в сортах, которые выводились на протяжении длительного времени. Для успешной работы по селекции необходим большой ассортимент лучших сортов, выведенных в разное время, а также коллекция образцов из хранилищ генетических ресурсов, а также линии с полезными или интересными генными мутациями (Mohr, Knavel, 1966).

#### 1.6 Традиционные методы селекции, применяемые в селекции арбуза

Одной из самых важных частей программы селекции является подбор родительского материала. Селекционеры выбирают родительские линии для скрещивания, основываясь на нуждах потребительского рынка. Отбор и селекция необходимы для получения устойчивой сортовой популяции и инбредных линий с желательными признаками. Скрещивание методом беккрасса может служить для насыщения полезными исходными признаками получаемого потомства.

*Массовый отбор* – это выборка из исходного материала определенных форм с необходимыми признаками для дальнейшей селекционной работы. Для сохранения набора желательных признаков применяется простой рекуррентный отбор. Взаимный рекуррентный отбор используется для улучшения комбинационной способности двух популяций одновременно. Для улучшения количественных признаков, таких как урожайность, можно также применять рекуррентный отбор (Варивода, 2005; Дютин, 1991, 2003; Лозанов, 1990; Лудилов, 1969).

*Индивидуальный или семейственный отбор* – наиболее часто используемый метод в селекции арбузов. При использовании этого метода семена собирают с каждого растения отдельно и высевают на отдельную делянку для оценки потомства. В данном случае индивидуальность потомства сохраняется и проводится работа по изучению и оценке отдельных растений, т.е. семей. Семьи изучают по генотипическому и фенотипическому составу, качеству растений и плодов, устойчивости к болезням. Неудовлетворительные семьи, выявившие низкую урожайность, большое количество нетоварных плодов, неоднородные по фенотипу, больные, посредственного вкуса, бракуют. Также целью индивидуального отбора может являться создание принципиально новых линий, которые необходимы для успешного селекционного процесса. Поколение  $F_1$  получается путем скрещивания двух выравненных гомозиготных, но генетически различных родительских форм. Отбор по качественным и количественным признакам проводится в последующих поколениях. По мере того как семьи достигают шести поколений инбридинга, они становятся более однородными и выравненными и могут быть использованы в селекции (Ткаченко, Кононенко, 1965; Тараканов, 1965; Струнников, 1983; Соколов, 2003; Синча, 2005).

*Бессемянные арбузы.* Бессемянные триплоидные арбузы получают путем скрещивания тетраплоидной ( $2n = 4x = 44$  хромосомы) инбредной линии в качестве женского родителя с диплоидной ( $2n = 2x = 22$ ) инбредной линией в качестве мужского родителя. В результате получается триплоидный

( $2n = 3x = 33$ ) гибрид. Триплоидные растения имеют три набора хромосом, которые не могут делиться равномерно во время мейоза, а также наличие нефункциональных женских и мужских гамет. В связи с этим триплоидный гибрид стерилен по женской линии, при опылении он будет давать бессемянные плоды. Кроме того, триплоид не имеет жизнеспособных пыльцевых зерен, поэтому диплоидная линия/сорт арбуза должны выращиваться на одном поле с триплоидом, чтобы обеспечить достаточное количество пыльцы для опыления и развития плодов. Для достижения качественного опыления одна треть растений должны быть диплоидными, а две трети - триплоидными. Семенные диплоидные плоды должны быть легко отличимы от бессемянных триплоидных плодов для облегчения сбора и реализации. Тетраплоидные линии, используемые для производства триплоидных семян, должны иметь окраску коры четко отличимую от окраски коры диплоидной линии, что позволяет легче отличить полученное потомство.

Завязывание и развитие плодов у триплоидных бессемянных арбузов зависит от качественного опыления. Из-за недостаточного опыления плоды триплоидных арбузов не завязываются, а завязавшиеся могут иметь деформацию и низкое качество мякоти плодов. Мужские цветки триплоидного арбуза не производят достаточно жизнеспособной пыльцы, чтобы запустить процесс формирования и развития плодов. Поэтому, очень важно использовать диплоидный сорт-опылитель. Поскольку этот сорт будет составлять до трети всех арбузов, произрастающих на поле, то экономически целесообразно использовать диплоидный сорт популярный на рынке. Чтобы избежать путаницы во время сбора урожая, рисунок коры и/или форма плода сорта-опылителя должны отличаться от триплоидного плода. Чтобы добиться качественного плодоношения, пыльца с мужского цветка диплоидного арбуза должна быть перенесена на женский цветок триплоидного арбуза. Пыльцу переносят различные насекомые, обитающие в природе, но наиболее успешной является медоносная пчела.

*Ограничения в производстве триплоидных арбузов.* Существует множество проблем в производстве триплоидных арбузов, включая дополнительное время на выращивание тетраплоидов, дополнительный отбор против стерильности, приводящей к появлению аномалий плодов у тетраплоидных линий, отбор родителей на низкую частоту появления твердой семенной оболочки у гибридов, уменьшение размера семян, снижение жизнеспособности семян, а также требование к диплоидному опылителю использовать до одной трети производственного поля (Теханович, 2008; Norton et al, 1993; Andrews, 1950; Nagal, 2012; Sari N., Solmaz, 2013).

Еще одной проблемой триплоидных гибридов является наличие тонкой семенной оболочки (белой или окрашенной) в плодах. Плоды с крупными видимыми семенными оболочками, которые нежелательны для потребителей, образуются при определенных условиях окружающей среды. Во время испытаний триплоидные плоды должны быть проверены на наличие семенной оболочки. Перед созданием триплоида необходимо провести отбор по некоторым признакам в родительских линиях. Если у родителей крупные семена, то и гибриды будут иметь крупную семенную оболочку. По меньшей мере три гена – *l*, *s* и *ts* участвуют в контроле размера семян. Тетраплоидные линии с мелкими семенами более приемлемы для решения этой проблемы. Помимо генетических влияний, некоторые неизвестные факторы окружающей среды, по-видимому, увеличивают количество семян с твердой оболочкой у триплоидных гибридов.

При производстве триплоидных гибридов рекомендуется высевать тетраплоидную линию и диплоидный сорт-опылитель чередующимися рядами по схеме 2 : 1.

При посеве диплоидного сорта-опылителя необходимо учитывать сроки цветения мужских цветков для более качественного опыления триплоидного гибрида. Таким образом, более эффективный опылитель может привести к повышению урожайности бессемянных арбузов.

Поскольку на образование семян не тратится энергия, у бессемянных

триплоидных гибридов завязываемость плодов должна быть выше, чем у диплоидных гибридов. На практике, однако, это может быть не так. Наличие жизнеспособной пыльцы для завязывания плодов увеличивает урожайность у триплоидов. Проблемы с опылением являются причиной плохого роста плодов. Для того чтобы плод развивался полностью и без искривления, все три доли рыльца должны быть полностью опылены.

Для получения бессемянных триплоидных гибридов, необходимо создать тетраплоидные инбредные линии, которые могут быть использованы в качестве женских родителей. Небольшое количество доступных тетраплоидных инбредных линий является одним из ключевых ограничивающих факторов в селекции бессемянных арбузов.

*Этапы производства тетраплоидов.* (1) Выбор диплоидов, (2) Получение тетраплоидных линий, (3) Размножение тетраплоидной линии (4) Производство гибридов и тестирование (Sari, Solmaz, 2013).

### 1.7 Селекция на содержание ликопина в арбузе

Было установлено, что рацион, богатый фруктами и овощами, содержит множество биологически активных компонентов, включая фитохимические вещества, которые направлены на борьбу с опасными для жизни заболеваниями. Ликопин – хорошо изученный антиоксидант, который содержится в арбузе. Арбуз - один из немногих источников цис-ликопина, который легко доступен. Он полезен для снижения риска рака, сердечно-сосудистых заболеваний, диабета и макулярной дегенерации. Арбуз - отличный источник природных антиоксидантов, в частности ликопина, аскорбиновой кислоты, цитруллина, каротиноидов и флавоноидов. Эти активные соединения защищают от неблагоприятных рисков для здоровья человека (Porter, 1933; Foster, 1968).

Фрукты и овощи, содержащие ликопин, имеют разной интенсивности красный цвет (Mutanen and Pajari 2004). Наличие значительного количества ликопина в арбузе побудило селекционеров в последние десятилетия к

созданию сортов и гибридов с красной мякотью. В 100 г арбуза содержится 30 ккал, согласно пищевому профилю. В нем содержится около 92% воды и 7,55% углеводов, включая 6,2% сахаров и 0,4% пищевых волокон.

В арбузе нет жиров и холестерина, поэтому это низкокалорийный фрукт (Арасимович, 1934; 1938; Быковский, 2003). Арбуз также содержит много бета-каротина, который является антиоксидантом и источником витамина А. Помимо ликопина, в нем содержатся витамины группы В, в частности В1 и В6, а также минералы, включая калий и магний. Уровень фенольных соединений в арбузе сопоставим с теми, что содержатся в других фруктах (Кревченко, 1938; Фурса, 1982; Соколова, 2005; Мережко, 1984; Лудилов, 1966;).

*Потенциальный источник ликопина.* Ранее только томаты и томатные продукты считались надежными источниками ликопина, но теперь есть доказательства того, что арбуз содержит значительное количество цис-ликопина. В результате потребители все чаще используют в пищу арбуз и продукты его переработки для улучшения здоровья. Ликопин в томатах содержится в кристаллической форме в клетках и колеблется от 2,30 до 7,20 мг/100 г (Сох А., van der Veen, 2008). Однако, уровень ликопина у красноплодного арбуза выше, чем в томатах: 4,81 и 9,87 мг/100 г, соответственно. В арбузах с желто-оранжевой и желтой мякотью концентрация ликопина ниже - 3,68 и 2,51 мг/100 г, соответственно (Hussain A. I. et al., 2014).

Ликопин в томатах становится более доступным после термической обработки, а арбузный ликопин доступен человеческому организму сразу после употребления. В арбузе более высокое соотношение ликопина и каротина 1:12. Продукты с высоким содержанием ликопина называют функциональными продуктами питания из-за этого особого антиоксидантного свойства (Levi A. et al, 2017).

В последние годы мировое население стало больше заботиться о здоровье в результате увеличения количества болезней, таких как гипертония,

диабет, рак и сердечно-сосудистые заболевания, это привело к росту спроса на высококачественные фрукты и овощи. Исследования антиоксидантных свойств арбуза становятся все более актуальными. В связи с этим очень важно исследовать биохимический состав мякоти арбуза различных сортов и гибридов на наличие таких соединений.

Флавоноиды – одно из соединений в растительных антиоксидантах. Известно, что флавоноиды проявляют антиоксидантную активность и оказывают значительное влияние на здоровье человека, уничтожая или хелатируя свободные радикалы. Было установлено, что несколько факторов, включая генотип, размер плода и метеорологические условия, могут влиять на биохимический состав плодов арбуза (Nagal et al., 2012).

Различные генотипы арбуза различаются по содержанию общих каротиноидов, ликопина и антиоксидантной активности. По данным Hall (1963), ликопин составляет большую часть общего количества каротиноидов (84-97%). Химическое разнообразие фенольных антиоксидантов затрудняет выделение и количественное определение отдельных антиоксидантов из пищевой матрицы.

Общее количество фенолов ( $r = 0,921$ ), общее количество флавоноидов ( $r = 0,966$ ), общие каротиноиды ( $r = 0,979$ ) и ликопин ( $r = 0,992$ ) имеют положительную корреляцию с антиоксидантной активностью, оцененной с помощью CUPRAC ( $P = 0,01$ ). Согласно этому исследованию, общий уровень фенолов, общий уровень флавоноидов, общий уровень каротиноидов и уровень ликопина вносят ключевой вклад в антиоксидантную способность арбуза. Была обнаружена положительная корреляция между антиоксидантной активностью и концентрацией фенолов в арбузе (Mohr, 1966; Mohr, Sandhu, 1975; Thakur, 1974; Watts, 1962; Zink, 1977, 1978).

### 1.8 Селекция на устойчивость к болезням

*Фузариозное увядание арбуза* (FW) – опасное заболевание арбуза, вызвавшее большой ущерб в начале 1890-х годов в южных районах США.

Многие современные сорта арбузов имеют узкую генетическую базу и восприимчивы к фузариозному увяданию (Levi et al. 2001a; Lambel et al. 2014). Устойчивость к фузариозному увяданию расы 1 и расы 2 в настоящее время относительно редко встречается у современных сортов и гибридов арбуза.

Многие виды фузариозного увядания, вызываемые *Fusarium oxysporum formae speciales* поражают семейство *Cucurbitaceae* (Martyn, 1991). FW арбуза – это серьезное заболевание, вызываемое *Fusarium oxysporum f. sp. niveum* (FON). Урожайность арбузов сильно страдает от FW. Инфицирование происходит через корневую систему. Гриб проникает в корень, затем закрепляется и распространяется по элементам ксилемы. Идеальная температура почвы для развития патогена составляет 27°C. Расы FON 0, 1, 2 и 3 были идентифицированы как патогенные. Ранее наиболее часто преобладала раса FON 1 (Xu et al. 2000), но позднее раса FON 2 стала более распространенной (Crall, 1963; Elmstrom, 1981; Barnes, 1972; Goode, 1968; Hopkins, 1972; 1984; 1992).

Фузариозного увядания можно избежать с помощью селекционной работы с целью получения устойчивых к этой болезни сортов и гибридов. Использование устойчивых к FW сортов и гибридов улучшит качество арбузов и урожайность, а также снизит потребность в фунгицидах. Селекция с помощью маркеров (MAS) может быть более успешным методом отбора локусов количественных признаков (QTL), связанных с устойчивостью к болезням, чем стандартный отбор по фенотипу. Хотя выявлены различные устойчивые к фузариозному увяданию сорта арбуза, но ни один из них не проявил устойчивости как к расе FON 1, так и к расе FON 2. Перенос локусов, устойчивых к FON, на коммерческие сорта затрудняется из-за недостатка молекулярных маркеров, связанных с устойчивостью к FON (таблица 4).

Таблица 4 – Генотипы арбуза, используемые для дифференциации рас *Fusarium oxysporum f. sp. Niveum*

| Сорт или генотип                                             | Реакция на болезнь <sup>а</sup> : |        |        |
|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------|--------|--------|
|                                                              | Раса 0                            | Раса 1 | Раса 2 |
| Сахарный малыш, Черный бриллиант (Sugar Baby, Black Diamond) | S                                 | S      | S      |
| Чарльстон Грэй<br>Charleston Gray                            | R                                 | S      | S      |
| Кэлхоун Грей<br>Calhoun Gray                                 | R                                 | R      | S      |
| PI 296341-FRb                                                | R                                 | R      | R      |

<sup>а</sup> S = восприимчивый. R = устойчивый

<sup>б</sup> При использовании этого PI в качестве дифференциала следует соблюдать крайнюю осторожность, так как резистентность не является устойчиво фиксированной, и в посевах могут присутствовать восприимчивые особи, что приведет к ложноположительным результатам

*Антракноз* – заболевание арбузов вызываемое грибом *Colletotrichum lagenarium* (Pass) Ell. et Halst., поражающее все надземные части. Дефолиация плети в условиях сильного заражения и поражения листьев многочисленна, что приводит к потере урожая или ухудшению качества плодов. Товарный вид и качество плодов также может пострадать из-за прямого инфицирования. Поражения на листьях часто неравномерные, неровные и зазубренные. При более крупных, старых поражениях листьев - сердцевина может отпасть, придавая листу вид «простреленной дырки». Поражения на стебле светло-коричневые, веретенообразной формы. Поражения антракнозом на плодах арбуза могут быть впалыми и круглыми, они могут быть розового или лососевого цвета. Эти поражения обычно

начинаются на нижней поверхности плода, где скапливается влага. Развитию антракноза и распространению способствуют теплые, влажные условия. Инфекции необходима влага, а дождь способствует распространению грибковых спор от растения к растению. Заражение происходит когда вегетативная масса растений разовьется достаточно, чтобы создать благоприятную среду обитания для проникновения гриба. (Inch,1972; Henderson, Jenkins, Rawlings,1970; Prowidenti, 1992; Lew, Loy, 1972; Martyn, Netzer, 1972; Wensley, 1970; Wilson, 1936).

Патоген антракноза был идентифицирован в семи различных расах. Наиболее опасны для арбузов расы 4, 5 и 6, но расы 1 и 3 являются наиболее массовыми. Многие сорта культурного арбуза устойчивы к расам 1 и 3, но устойчивость к расе 2 скоро потребуется (Быковский, 2017; Елацков, 2012).

Установлено, что устойчивость к антракнозу у арбуза наследуется доминантно и контролируется одной парой генов. В США селекционерами создан сорт *Crimson sweet*, устойчивый к этому заболеванию, который возделывается во многих странах мира (Yu Li at al, 1995; Sari, Solmaz, 2023; ).

В нашей стране также достигнуты определенные успехи по селекции сортов, устойчивых к антракнозу. При искусственном заражении выделены перспективные формы, на основе которых создан ряд прекрасных сортов арбуза (Астраханский, Лотос, Ярило, Таболинский и др.), получивших широкое распространение в производстве. Они были получены с использованием сорта американской селекции Чарльстон грэй. На Украине В.К. Соколовой с использованием устойчивых образцов из коллекции ВИР (Fairfax, к-4244; *Crimson sweet*, к-4297) выведены сорта Таврийский, Княжин, Херсонский юбилейный, Снежок.

На Быковской станции также широко использовали образцы из коллекции ВИР: Чарльстон грэй при создании сорта Холодок, Fairfax при выведении сорта Синчевский, Candy Red – Широнинский, Арикара – Факельный (Теханович, Фурса, 1975; 1988; Соколов, 1978) .

Тем не менее, проблема устойчивости к болезни все еще остается актуальной в связи с повсеместным распространением болезни, возникновением новых рас возбудителя, а также имеющимися прогнозами потепления климата (Теханович, Елацкова, Елацков, 2010, 2019; Колебошина и др. 2017; Бочерова, Малуева, 2020).

*Улучшение арбуза с помощью обратной селекции.* Обратная селекция (RB) – это уникальная стратегия селекции растений, направленная на получение прямых родительских линий для любого гетерозиготного растения, что является одной из самых желанных целей в селекции растений. С помощью контролируемого мейоза RB создает идеально сочетающиеся гомозиготные родительские линии. Предотвращая мейотическое деление, этот подход снижает генетическую рекомбинацию в отобранных гетерозиготах. Мужские или женские гаметы таких растений содержат нерекомбинантные родительские комбинации хромосом, которые можно выращивать *in vitro* для получения гомозиготных удвоенных гаплоидных растений (DHs). Из этих ДГ можно выбрать взаимодополняющих родителей и использовать их для постоянного воссоздания гетерозигот. Поскольку традиционная селекция растений не позволяет фиксировать неизвестные гетерозиготные генотипы, RB может произвести революцию в селекции арбуза. Создавая комплементарные гомозиготные линии, обратная селекция позволяет фиксировать сложные гетерозиготные геномы. Этого можно достичь путем нокаутующих мейотических скрещиваний и последующей фиксации нерекомбинантных хромосом в гомозиготных удвоенных гаплоидных штаммах (DHs). Этот метод не только позволяет фиксировать нехарактерную зародышевую плазму, но и дает селекционерам инструмент для селекции, который при использовании на растениях с известным геномом позволяет быстро создавать хромосомные замены, которые помогают в селекции отдельных хромосом (Ald El-Hafes, 1983; Ray, Mc Greight, 1996; Murdock, Fergusson, Rhodes, 1990; Shimotsuma, 1963a; Love, Rhodes, 1975; Hoffman, Nugent, 1973; Crall, 1971).

Подавление кроссовой рекомбинации в отобранном растении сопровождается регенерацией ДГ из гамет, несущих нерекомбинантные хромосомы при обратной селекции. Отбор генотипически нехарактерного растения с благоприятным сочетанием признаков из сегрегационной популяции (в данном случае сегрегационной  $F_2$ ). У этого растения скрещивание подавляется, а ахизматические гаметы собираются, культивируются и используются для создания ДН. Затем линии ДН могут быть использованы для коммерческого воссоздания элитной гетерозиготы. РВ также можно использовать на растениях с известным геномом в других целях. РВ можно использовать для создания линий с хромосомными заменами, если скрещивание устраняется в гибридном поколении  $F_1$ , а не в поколении  $F_2$ . В таких линиях одна или несколько хромосом от одного родителя присутствуют в геноме другого родителя. Обратное скрещивание линий с замещенными хромосомами с родительскими линиями приводит к появлению популяций, сегрегация в которых происходит только по рекомбинантным хромосомам. Теоретически, обратное размножение позволяет полностью перемешать хромосомы между двумя гомозиготными растениями (Sari, Solmaz, 2023). Таким образом данный подход с помощью хромосомной инженерии позволяет получить исходный материал для селекционного процесса для воссоздания элитной гетерозиготы у растений арбуза.

На сегодняшний день объективная оценка эффективности селекционной процедуры должна быть включена в каждую селекционную работу. Количество успешных сортов, произведенных на единицу затраченных средств, должно быть включено в критерии оценки, которые варьируются в зависимости от цели и задач. Передовые селекционные линии, подающие надежды, подвергаются тщательному изучению и сравнению с соответствующими стандартами в течение как минимум трех лет. Лучшие линии арбуза используются в качестве родителей для создания новых популяций для дальнейшей селекции. Селекция арбузов направлена на

создание новых, единственных в своем роде и превосходных инбредных сортов и гибридов арбуза на основе широкого генетического потенциала культуры.

Таким образом, выведение новых сортов – трудоемкий процесс, требующий тщательного перспективного планирования, рационального использования ресурсов и минимальной смены направлений. В связи с этим ускоренная селекция является потенциальным методом создания элитных сортов арбуза за короткий период времени. Преимущество традиционной селекции растений заключается в том, что она увеличивает генетические ресурсы, доступные для развития культур, путем включения в них желаемых признаков. С другой стороны, некоторые растения подвергаются риску стать жертвой экологического стресса и потерять генетическое разнообразие. Несмотря на то, что сочетание множества фенотипических признаков в рамках одного сорта растения позволяет повысить урожайность, новые методы селекции являются менее дорогостоящими и позволяют ускорить производство генетически улучшенных культур.

## 2 УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на Кубанской опытной станции ВИР в период с 2002–2012 гг. и 2017–2022 гг. Опытная станция расположена в Краснодарском крае в зоне интенсивного возделывания бахчевых культур. Ее географическое расположение определяется следующими координатами: 45° 18' с.ш. и 40° 52' в.д. Природные условия здесь типичны для обширной степной зоны с годовым количеством осадков 450-550 мм. Почвы представлены мощными предкавказскими черноземами с содержанием гумуса 5,2-6,8 %. Климат в зоне станции характеризуется обилием тепла и света, в отдельные годы недостаточным увлажнением и неустойчивостью метеорологических элементов. По тепловому режиму относится к умеренно-континентальному с жарким летом. Сумма активных температур свыше 10°C составляет 3400-3600°. В конце весны – начале лета часто наблюдается засушливая погода, сопровождаемая 2-3 суховеями продолжительностью до 7-10 дней.

*Агротехника при проведении опыта.* Опытные посевы бахчевых культур проводились на полях основного севооборота Кубанской ОС – филиала ВИР.

Обработка почвы включала основное лущение стерни и зяблевую вспашку на глубину 27-30 см. Ранней весной культивация с боронованием на глубину 14-16 см. Перед посевом – предпосевная культивация на глубину 8-10 см и маркирование поля в продольном (140 см) со щелевателем и в поперечном (70 см) направлениях. Посев проводился в оптимальные сроки в зависимости от температурного режима.

Материалом для исследований служила мировая коллекция ВИР, собранная в различных регионах земного шара, спонтанные мутанты, местные формы и селекционные сорта, а также полученные на станции гибриды и линии разных поколений в размере 400 образцов. Описание морфологических и оценку хозяйственно-полезных признаков проводили

согласно Методическим указаниям по изучению мировой коллекции ВИР (1974) и Селекции бахчевых культур (1988). Генетический потенциал наследственной изменчивости определяли на основе использования методов гибридизации и многократного инцухта. Наследование качественных признаков изучали методом гибридологического анализа. При этом характер наследования того или иного признака изучали на возможно большем количестве растений в гибридных потомствах с целью установления достоверной закономерности в определении их наследственной изменчивости. Характер наследования качественных признаков определяли методом хи-квадрат ( $\chi^2$ ).

Оценку по устойчивости к болезням проводили как при естественном, так и искусственном заражении: к антракнозу — по 5-балльной шкале (0; 1; 2; 3); к фузариозному увяданию — процентом пораженных растений. Самоопыление и скрещивание изучаемых образцов проводили с изоляцией и кастрацией цветков. После опыления женских цветков их снова изолировали.

Продуктивность определяли весовым методом по мере созревания образцов, скороспелость по показаниям фенологических наблюдений (от массовых всходов до созревания плодов) и по фазам их роста и развития. Качественные показатели определяли полевым рефрактометром по содержанию сухих веществ и органолептическим методом по 5 - балльной шкале. Для более точной оценки содержания сахаров использовали методы биохимического анализа.

Математический анализ результатов исследований проводили по Доспехову Б.А. и использовали программы MS и пакета STATISTICA.

Почвенно-климатические условия благоприятны для возделывания арбуза, однако в отдельные (засушливые) годы остро испытывается недостаток влаги. В период проведения исследований наиболее засушливыми были 2003, 2005, 2007, 2010, 2017, 2019, 2020 гг. Наиболее дождливыми и прохладными отмечены 2002, 2004, 2008, 2011, 2022 годы.

Погодные условия в период проведения исследований отличались по

годам. В качестве характерных годов мы рассмотрим 2017, 2019, 2020, 2021 годы, остальные годы приведены в приложении 1.

Погодные условия 2017 года в период вегетации бахчевых культур имели некоторые различия от среднегодовых и заключались в следующем. В течение весеннего периода наблюдались колебания температур и возврат холодных периодов. Особенно такие колебания были характерны в мае, когда температура воздуха и почвы резко менялась в сторону значительного понижения до 14,8-16,1°С. Кроме того, в мае выпали значительные осадки (114мм), на 52 мм больше многолетних данных. Сложившиеся погодные условия в мае значительно задерживали посев коллекции, селекционных образцов и питомников размножения

Средняя температура июня составила 20,6°С, что на 0,3° выше многолетней нормы. Осадков в июне выпало 46 мм, недобор составил 30 мм. В основном осадки были малочисленные и кратковременные.

В июле была стабильно жаркая погода, без колебаний в температурном режиме. Средняя температура месяца составила 24,2°С, что на 1,1° выше нормы. Сумма осадков в июле составила 78 мм, на 22 мм больше нормы.

В августе среднемесячная температура составила 25,2°С, на 2,4° выше нормы. Особенно были жаркими первая и вторая декады месяца. Сумма активных температур в августе составила 2887°, на 84° больше нормы. Относительная влажность воздуха за месяц была 55%, на 8% ниже нормы.

Сентябрь характеризовался как жаркий месяц с недостаточным увлажнением. Сумма осадков за месяц составила 14 мм, на 34 мм меньше средней многолетней.

Из вышеизложенных метеоусловий весенне – летне – осеннего периода 2017 года следует, что в отличие от предыдущих лет по причине низких температур и обилия осадков в мае 2017 года посев бахчевых проведен на 15–20 дней позже обычно принятых сроков. В последующие месяцы сложились благоприятные условия для роста, развития и созревания бахчевых культур (таблица 5).

Таблица 5 – Метеорологические условия в период вегетации 2017 года

|                      | Апрель   | Май      | Июнь     | Июль     | Август   | Сентябрь | Октябрь  |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                      | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. |
| Темп. возд. °С       | 11,0     | 16,0     | 20,6     | 24,2     | 25,2     | 20,2     | -        |
| Сред. многол.        | 11,0     | 16,7     | 20,3     | 23,1     | 22,5     | 17,2     | 11,0     |
| Осадки, мм           | 58       | 114      | 46       | 78       | 58,3     | 14       | -        |
| Сред. многол.        | 49       | 62       | 76       | 56       | 52       | 48       | 52       |
| Относ. влаж. возд, % | 66       | 77       | 72       | 65       | 55       | 60       | -        |
| Сред. многол.        | 67       | 66       | 67       | 63       | 63       | 67       | 74       |
| Σ актив. темп. >10°С | 238      | 736      | 1353     | 2104     | 2887     | 3484     | -        |
| Сред. многол.        | 286      | 795      | 1390     | 2106     | 2803     | 3312     | 3581     |

Погодные условия весны и лета 2019 года в период вегетации арбуза были необычными и существенно отличались от среднемноголетних. Характерной чертой весны 2019 года является отсутствие возвратов холодных периодов. Среднемесячная температура за сезон составила 11,7°С, на 1,4°С выше нормы.

Распределение осадков по месяцам было неравномерное. В марте выпало на 36 мм больше нормы, в апреле на 19 мм меньше нормы, в мае на 34 мм больше нормы. Всего весной выпало 198 мм осадков.

Температура воздуха в мае повышалась постепенно без возврата холодных периодов. Среднемесячная температура составила 18,6°С, что на 1,9° выше нормы. Сумма активных температур в мае 854°, на 59° больше многолетних данных. Сумма осадков за месяц составила 96 мм, на 34 мм больше нормы. Из-за обилия осадков в середине мая и невозможности выхода в поле посев был начат 22 мая. Всходы по большинству образцов отмечены 29-31 мая.

Лето 2019 года характеризуется как жаркое, с осадками значительно ниже нормы. Средняя температура воздуха летнего периода составила 22,9°С, на 0,9° выше нормы. Осадков за сезон выпало 65 мм, недобор осадков составил 119 мм. Распределение осадков по месяцам было неравномерное. В июне выпало 12 мм осадков, в июле 45 мм, в августе 8 мм. В июне зарегистрировано 4 дня с суховеями, в июле 4 дня, в августе 12 дней с сильными суховеями. Высокая температура воздуха, низкая относительная влажность, осадки, значительно ниже нормы в течение всего летнего периода и ветер восточного направления способствовали недостатку влаги в почве, почвенной засухе.

Первый месяц лета характеризуется жаркой, засушливой погодой. Средняя температура воздуха составила 23,7°С, что на 3,4° выше нормы. Осадков за месяц выпало 12 мм, на 64 мм меньше нормы.

Таблица 6 – Метеорологические условия вегетационного периода в 2019 году

|                      | Апрель   | Май      | Июнь     | Июль     | Август   | Сентябрь | Октябрь  |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                      | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. |
| Темп. возд.°С        | 11,1     | 18,6     | 23,7     | 21,8     | 23,1     | 17,9     | 13,0     |
| Сред. многол.        | 11,0     | 16,7     | 20,3     | 23,1     | 22,3     | 17,2     | 11,0     |
| Осадки, мм           | 30       | 96       | 12       | 45       | 8        | 71       | 57       |
| Сред. многол.        | 49       | 62       | 76       | 56       | 52       | 48       | 50       |
| Относ. влаж. возд, % | 67       | 71       | 65       | 70       | 56       | 58       | 78       |
| Сред. многол.        | 67       | 66       | 67       | 63       | 63       | 67       | 74       |
| Σ актив. темп. >10°С | 276      | 854      | 1564     | 2241     | 2957     | 3495     | 3864     |
| Сред. многол.        | 286      | 795      | 1390     | 2106     | 2803     | 3312     | 3581     |

После июньской жаркой погоды, в первой декаде июля произошло понижение среднесуточной температуры. Средняя температура воздуха первой декады составила 22,8°С, на 1,5° выше нормы, второй – 22,2°С, на 3,0° ниже нормы, третьей декады – 22,4°С, на 1,3° ниже нормы. Сумма активных температур > 10°С за месяц составила 2241°С, на 135° больше многолетних данных. Осадков в июле выпало 45 мм, недобор осадков за месяц составил 11

мм (таблица 6).

Прохладная погода июля удерживалась в первой декаде августа, температура воздуха первой декады на  $2,1^{\circ}\text{C}$  ниже нормы. Со второй декады температура воздуха повысилась и составила  $23,7^{\circ}\text{C}$ , на  $1,0^{\circ}$  выше нормы. Среднемесячная температура воздуха составила  $23,1^{\circ}\text{C}$ , на  $0,6^{\circ}$  выше нормы. Сумма осадков за месяц составила 8 мм, на 44 мм меньше нормы. Высокая температура воздуха, осадки значительно ниже нормы, низкая относительная влажность, ветер восточного направления способствовали почвенной и атмосферной засухе.

Первые две декады сентября характеризуются теплой погодой. Первая декада месяца на  $2^{\circ}$  выше нормы, вторая – на  $1,8^{\circ}$  выше нормы. С 20-го сентября произошло понижение среднесуточных температур, и температура воздуха третьей декады составила  $13,5^{\circ}\text{C}$ , что на  $1,9^{\circ}$  ниже нормы. Средняя температура сентября составила  $17,9^{\circ}\text{C}$ , что на  $0,7^{\circ}$  выше нормы. Сумма осадков за сентябрь составила 71 мм, на 23 мм больше многолетних данных. Максимальная сумма осадков за сутки (29 мм) зарегистрирована 28 сентября.

Погодные условия в 2020 году весенне–летнего периода были необычными и существенно отличались от среднемноголетних. В апреле наблюдалось значительное понижение температуры воздуха и среднее значение за месяц составило  $8,8^{\circ}\text{C}$ , что на  $2,2^{\circ}$  ниже нормы. В апреле зарегистрировано 12 случаев с заморозками в раннеутренние часы, что на 9 больше многолетней нормы. Сумма осадков за месяц 13 мм, недобор осадков составил 36 мм.

В мае наблюдалось постепенное нарастание среднесуточных температур. Средняя температура воздуха за месяц составила  $15,7^{\circ}\text{C}$ , на  $1^{\circ}\text{C}$  ниже нормы. Сумма активных температур  $> 10^{\circ}\text{C}$  в мае  $747^{\circ}$ , недобор активных температур за месяц составил  $48^{\circ}$ .

Сумма осадков за месяц составила 123 мм, на 61 мм больше нормы. 80% от общей суммы осадков приходится на III декаду мая. Из-за прохладной погоды в первой декаде мая и недостаточно прогретой почвы посев проведен

в конце второй декады – 18–19 мая.

Лето 2020 года характеризуется как жаркое и очень сухое в августе. Температура воздуха летнего периода составила 23,3°C, на 1,3° выше нормы. Сумма осадков за сезон составила 177 мм. Распределение осадков по месяцам было неравномерное. В июне осадки выпадали в пределах нормы, в июле осадков выпало на 33 мм больше нормы. В августе выпало 13 мм осадков, дефицит осадков за месяц составил 39 мм. Нехватка осадков в августе, высокая температура воздуха, низкая относительная влажность воздуха и ветра восточного направления привели к почвенной и воздушной засухе к концу летнего сезона.

Аномально жаркая погода сложилась в первой декаде июля – 25,4°C, что на 4,1°C выше нормы. За месяц средняя температура воздуха составила 24,8°C, что на 1,7° выше нормы. Сумма осадков в июле составила 89 мм, на 33 мм больше нормы. В первой декаде месяца выпало 33 мм осадков, во второй 2 мм, в третьей 54 мм. Максимум осадков за сутки 36,5 мм зарегистрирован 21 июля.

Средняя температура воздуха в августе составила 23,1°C, на 0,6° выше нормы (таблица 7).

Средняя температура воздуха в сентябре составила 21,3°C, что на 4,1° выше нормы. Сумма осадков составила 25 мм, недобор осадков составил 23 мм. Вся сумма осадков пришлась на первую декаду месяца.

Таблица 7 – Метеорологические условия вегетационного периода в 2020 году

|               | Апрель   | Май      | Июнь     | Июль     | Август   | Сентябрь | Октябрь  |
|---------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|               | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. |
| Темп. возд.°С | 8,8      | 15,7     | 22,0     | 24,8     | 23,1     | 21,3     | 15,8     |
| Сред. многол. | 11,0     | 16,7     | 20,3     | 23,1     | 22,5     | 17,2     | 11,0     |
| Осадки, мм    | 13       | 123      | 75       | 89       | 13       | 25       | 14       |

|                                                |     |     |      |      |      |      |      |
|------------------------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|------|
| Сред. многол.                                  | 49  | 62  | 76   | 56   | 52   | 48   | 50   |
| Относ. влаж.<br>возд, %                        | 54  | 70  | 70   | 60   | 48   | 53   |      |
| Сред. многол.                                  | 67  | 66  | 67   | 63   | 63   | 67   | 79   |
| $\Sigma$ актив.<br>темп. $>10^{\circ}\text{C}$ | 269 | 747 | 1407 | 2176 | 2895 | 3533 | 4016 |
| Сред. многол.                                  | 286 | 495 | 1390 | 2106 | 2803 | 3312 | 3581 |

Погодные условия весенне-летне-осеннего периода, начиная с апреля 2021 года существенно отличались от среднемноголетних. Начало весны 2021 года оказалось затяжным. Переход среднесуточных температур через  $5,0^{\circ}\text{C}$  (начало весны) произошел 28 марта (средняя дата 23 марта).

Нарастание температуры в апреле происходило ровно, без колебаний. Среднемесячная температура воздуха в пределах многолетней нормы –  $11,0^{\circ}\text{C}$ . Сумма активных температур за месяц составила  $252^{\circ}$ , недобор составил  $34^{\circ}$ . Температура почвы на глубине 5 см равнялась  $11,3^{\circ}\text{C}$ , что на  $0,8^{\circ}$  ниже нормы, на глубине 10 см  $11,1^{\circ}\text{C}$ , на  $0,5^{\circ}$  ниже нормы.

Осадков в апреле выпало 96 мм, на 47 мм больше нормы. За месяц зарегистрирован 21 день с осадками (норма 11 дней). Максимальная сумма осадков за сутки 21,7 мм зарегистрирована 14 апреля.

Нарастание тепла в мае произошло ровно. Сумма активных температур  $> 10^{\circ}\text{C}$  за месяц составила  $813^{\circ}$ , на  $18^{\circ}$  больше нормы. Осадков в мае выпало 79 мм, на 17 мм больше нормы. Установившаяся теплая погода в мае с достаточным количеством влаги в почве создали благоприятные условия для посева образцов и сортов.

Переход температуры через  $10,0^{\circ}\text{C}$  произошел 13 апреля (средняя дата 10 апреля). Средняя температура воздуха весеннего периода составила  $10,7^{\circ}\text{C}$ , на  $0,4^{\circ}$  выше нормы. Сумма осадков за сезон составила 270 мм, на 123 мм больше нормы. Последний заморозок в воздухе ( $-0,2^{\circ}\text{C}$ ) был зарегистрирован 24 марта, на почве 11 апреля ( $-2,3^{\circ}\text{C}$ ).

Летний период характеризовался достаточно высокой температурой воздуха 23,5°С на 1,5° больше нормы, обильным количеством осадков за сезон 348 мм, на 164 мм больше нормы. Сумма активных температур > 10°С составила 2975°, на 172° больше средней многолетней.

В первой декаде июня погода была прохладной и дождливой. Температура первой декады 17,8°С, на 1,2° ниже нормы. Среднемесячная температура воздуха составила 21,2°С, на 0,9° выше нормы. Сумма активных температур >10°С за месяц составила 1449°, на 59° больше многолетних данных. В июне выпало 72 мм осадков, на 4 мм меньше нормы.

Средняя температура июля составила 24,8°С, на 1,7° выше нормы. Во второй декаде зарегистрирована жара 35°С. Сумма активных температур в июле составила 2217°С, на 111° больше многолетних данных. Сумма осадков за месяц 117 мм. Распределение осадков по декадам было неравномерное.

Средняя температура августа равнялась 24,5°С, что на 2,0° выше нормы. Сумма осадков за месяц составила 159 мм. Преобладали осадки ливневого характера (таблица 8).

Сентябрь этого года характеризовался прохладной погодой, недобором тепла и обилием осадков. Сумма активных температур > 10°С в сентябре составила 3441°, на 129° больше многолетних данных. В сентябре выпало 104 мм осадков, на 56 мм больше нормы.

По температурному режиму октябрь был прохладным месяцем. Температура первой декады составила 10,0°С, что на 3,0° ниже нормы. Самой теплой была вторая декада месяца – 12,4°С, что на 1,3° выше нормы. Среднемесячная температура воздуха составила 9,9°С, что на 1,1° ниже нормы. Сумма активных температур >10°С в октябре была 3623°, на 42° больше нормы. Всего за месяц выпало 31 мм осадков, недобор осадков – 19 мм. Распределение осадков по декадам было неравномерным. В первой декаде выпало 12 мм осадков, во второй 1 мм и в третьей 18 мм. Максимальная сумма осадков за сутки 17,7 мм, зарегистрирована 25 октября. Относительная влажность воздуха в октябре в пределах нормы – 74%.

Таблица 8 – Метеорологические условия вегетационного периода в 2021 году

|                      | Апрель   | Май      | Июнь     | Июль     | Август   | Сентябрь | Октябрь  |
|----------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|                      | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. | ср. мес. |
| Темп. возд. °С       | 11,0     | 18,1     | 21,2     | 24,8     | 24,5     | 15,9     | 9,9      |
| Сред. многол.        | 11,0     | 16,7     | 20,3     | 23,1     | 22,5     | 17,2     | 11,      |
| Осадки, мм           | 96       | 79       | 72       | 117      | 159      | 104      | 31       |
| Сред. многол.        | 49       | 62       | 76       | 56       | 52       | 48       | 5        |
| Относ. влаж. возд, % | 78       | 69       | 76       | 63       | 72       | 76       | 74       |
| Сред. многол.        | 67       | 66       | 67       | 63       | 63       | 67       | 74       |
| Σ актив. темп. >10°С | 252      | 813      | 1449     | 2217     | 2975     | 3441     | 3623     |
| Сред. многол.        | 286      | 795      | 1390     | 2106     | 2803     | 3312     | 3581     |

Подводя итог, следует обратить внимание на обильные осадки, выпавшие в апреле (96 мм), мае (79 мм), июле (117 мм), августе (159 мм), сентябре (104 мм), что составляет в сумме 555 мм. Это по средним многолетним данным равно среднегодовой норме. А если учитывать за шесть месяцев, с апреля по сентябрь включительно, осадков выпало 627 мм (средняя многолетняя – 343 мм), т.е. в 2021 году на 284 мм больше.

Обилие осадков в третьей декаде июля и в августе–сентябре периодически затрудняло проведение своевременной уборки образцов. Кроме того, повышенная относительная влажность воздуха способствовала развитию болезней.

### 3 ГЕНЕТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ АРБУЗА

#### 3.1 Болезни и выявление источников устойчивости

Создание адаптивных технологий возделывания экономически значимых агрокультур на основе мобилизации генетических ресурсов растений с целью устойчивого роста, величины и качества урожая, актуальная задача и для арбуза. Эта программа входит в исследования Федерального исследовательского центра Всероссийского института генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР). На сегодняшний день коллекция арбуза в ВИР насчитывает более 3000 образцов.

Работа с генетической коллекцией арбуза включает многостороннее изучение ботанического и сортового разнообразия для выявления ценных по биологическим и хозяйственным признакам образцов, а именно, по устойчивости к болезням, стрессовым условиям, продуктивным и качественным показателям.

Этапы работы с генетической коллекцией арбуза на Кубанской ОС ВИР представлена на рисунке 1.

В селекции арбуза особое внимание уделяется выведению сортов, устойчивых к болезням, которые наносят огромный ущерб урожаю и ухудшают его качество. Наиболее надежным средством защиты от болезней является возделывание устойчивых сортов, обеспечивающих экономию средств и получение экологически чистой продукции. Внедрение таких сортов в широкую практику определяют наиболее эффективный и дешевый способ борьбы с заболеваниями, т.к. исключают необходимость использования пестицидов, обеспечивая, тем самым, лучшее качество производимой продукции и охрану окружающей среды (таблица 9).



Рисунок 1 – Этапы селекционной работы с коллекцией арбуза на Кубанской ОС – филиале ВИР.

Таблица 9 – Характеристика образцов столового арбуза, выделившихся по устойчивости к фузариозному увяданию

| №<br>Образ<br>ца по<br>ката-<br>логу<br>ВИР | Образец                 | Происхож-<br>дение | Степень поражения, %             |                                      |                                  |                                      |
|---------------------------------------------|-------------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|
|                                             |                         |                    | 2003г.                           |                                      | 2004г.                           |                                      |
|                                             |                         |                    | всходы-<br>плетеобра-<br>зование | плетеобра-<br>зование-<br>созревание | всходы-<br>плетеобра-<br>зование | плетеобра-<br>зование-<br>созревание |
| 1                                           | 2                       | 3                  | 4                                | 5                                    | 6                                | 7                                    |
| Русская эколого-географическая группа       |                         |                    |                                  |                                      |                                  |                                      |
| <b>4619</b>                                 | <b>Ст. Астраханский</b> | <b>Поволжье</b>    | <b>21</b>                        | <b>---</b>                           | <b>18</b>                        | <b>6</b>                             |
| 4929                                        | Лотос                   | Поволжье           | 18                               | ---                                  | 7                                | ---                                  |

| 1                                                 | 2                            | 3                      | 4         | 5        | 6         | 7        |
|---------------------------------------------------|------------------------------|------------------------|-----------|----------|-----------|----------|
| 4633                                              | Таболинский                  | Поволжье               | 32        | 7        | 23        | 8        |
| 4670                                              | Таврийский                   | Украина                | 12        | ---      | 15        | ---      |
| 4105                                              | Степной 64                   | Поволжье               | 7         | ---      | 10        | ---      |
| 4857                                              | Целебный                     | Сев. Кавказ            | 9         | 3        | 12        | ---      |
| 5090                                              | Ольгинский                   | Сев. Кавказ            | 17        | 2        | 21        | ---      |
| 5430                                              | Родник                       | Сев. Кавказ            | 14        | 4        | 18        | ---      |
| Американская эколого-географическая группа        |                              |                        |           |          |           |          |
| 4244                                              | Fairfax                      | США                    | 10        | ---      | 12        | ---      |
| 3848                                              | Congo                        | США                    | 9         | ---      | 8         | ---      |
| 4340                                              | Calhoun gray                 | США                    | 16        | ---      | 12        | ---      |
| 4246                                              | Klondike Stripped            | США                    | 17        | ---      | 10        | ---      |
| 4352                                              | Verona                       | США                    | 32        | 7        | 28        | 6        |
| 4432                                              | Summer field                 | США                    | 29        | 12       | 24        | 3        |
| 4128                                              | Charleston gray              | США                    | 30        | ---      | 34        | 2        |
| 4297                                              | Crimson sweet                | США                    | 21        | 4        | 27        | ---      |
| Западно-европейская эколого-географическая группа |                              |                        |           |          |           |          |
| 4775                                              | Цера 6-1-2                   | Болгария               | 27        | 4        | 30        | 8        |
| 4772                                              | Боряна                       | Болгария               | 32        | ---      | 26        | ---      |
| Восточно-азиатская эколого-географическая группа  |                              |                        |           |          |           |          |
| 4167                                              | Fukuhikari                   | Япония                 | 36        | 4        | 28        | 7        |
| 4148                                              | Kango                        | Япония                 | 28        | 3        | 33        | ---      |
|                                                   | <b>Ст. Ранний<br/>Кубани</b> | <b>Сев.<br/>Кавказ</b> | <b>31</b> | <b>3</b> | <b>20</b> | <b>6</b> |

В зонах товарного производства арбуза наиболее вредоносными болезнями являются фузариозное увядание и антракноз, которые при благоприятных условиях для их развития периодически проявляются на

посевах.

Данные таблицы 9 показывают, что высокая устойчивость к болезни по сравнению с другими образцами отмечена у образцов Степной 64 (к-4105) и Congo (к-3848). Степень поражения растений указанных образцов не превышала 10% и их можно отнести в ранг высокоустойчивых. Близкими к высокоустойчивым также можно отнести Целебный (к-4857) и Fairfax (к-4244).

К среднеустойчивым из образцов русской эколого-географической группы относятся Таврийский (к-4670), Лотос (к-4929), Ольгинский (к-5090) и Родник (к-5430). Среди образцов американской эколого-географической группы к среднеустойчивым относятся: Calhoun gray (к-4340), Klondike Stripped (к-4246), Crimson Sweet (к-4297), Summer field (к-4432), Charleston gray (к-4128). Среднеустойчивыми оказались также образцы, относящиеся к западноевропейской (Цера 6-1-2, к-4775; Боряна, к-4772) и восточноазиатской (Fukuhikari, к-4167; Kanro, к-4148) эколого-географическим группам.

Характер наследования устойчивости арбуза к фузариозному увяданию наследуется полигенно. В ряде работ однако показано, что при скрещивании культурных сортов, различающихся по устойчивости, наблюдается частичное доминирование по данному признаку (Welch, Melhus, 1942). В исследованиях других авторов (Henderson, Jenkins, Rawlings, 1970) наблюдали в одних случаях при скрещивании устойчивого сорта Summit с восприимчивым в  $F_1$  доминировала устойчивость, а в другом при скрещивании устойчивого сорта Charleston gray доминировала восприимчивость. Противоречивость в данном случае по устойчивости к болезни определяется множественными аллелями. Выходом в данной ситуации является поиск наиболее стабильных по этому признаку источников в генетической коллекции арбуза (таблица 10).

Таблица 10 – Устойчивость гибридов F<sub>1</sub> арбуза и их родительских форм к фузариозному увяданию, 2005 г.

| Образец, гибрид                             | Происхождение | % поражения |
|---------------------------------------------|---------------|-------------|
| ЦЛ 752                                      | КОС ВИР       | 28,9        |
| F <sub>1</sub> ЦЛ 752 x Астраханский        | КОС ВИР       | 19,0        |
| Астраханский                                | Поволжье      | 10,8        |
| Charleston gray                             | США           | 27,7        |
| F <sub>1</sub> Charleston gray x Ольгинский | КОС ВИР       | 18,5        |
| Ольгинский                                  | КОС ВИР       | 12,7        |
| Charleston gray                             | США           | 25,4        |
| Charleston gray x Отрадокубанский           | КОС ВИР       | 20,5        |
| Отрадокубанский                             | КОС ВИР       | 11,0        |
| Summer field                                | США           | 19,6        |
| F <sub>1</sub> Summer field x Целебный      | КОС ВИР       | 16,7        |
| Целебный                                    | КОС ВИР       | 12,0        |

В наших исследованиях на примере гибридов, полученных от скрещивания высокоустойчивых образцов со среднеустойчивыми, устойчивость в F<sub>1</sub> наследуется по типу неполного доминирования с преобладанием в гибридах устойчивых растений.

### 3.2 Источники устойчивости к фузариозному увяданию и антракнозу

Как и фузариозное увядание антракноз также относится к одной из наиболее вредоносных болезней арбуза. Он вызывается грибом *Colletotrichum lagenarium* Ell et Halls, который относится к классу несовершенных грибов. Болезнь сильно проявляется в странах с теплым и влажным климатом. В благоприятные для развития болезни годы антракноз наносит значительный ущерб урожаю. По данным Всероссийского НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства недобор урожая арбуза от

антракноза доходит до 30-40 % (Прокудина, Смирнова, 1969).

В условиях Краснодарского края болезнь периодически проявляется в теплые годы с повышенной относительной влажностью воздуха и распространяется конидиями гриба. При таких условиях растения поражаются антракнозом во все фазы развития, особенно сильно поражаются плоды.

Агротехнические меры борьбы с антракнозом, включая и химические, не всегда эффективны, особенно в годы эпифитотий болезни. Поэтому создание устойчивых к антракнозу сортов является наиболее актуальной задачей селекции.

На Кубанской опытной станции – филиале ВИР, расположенной в восточной зоне Краснодарского края, поражение арбуза антракнозом периодически проявляется во влажные годы с достаточно благоприятными для развития болезни температурами. Например, такие условия сложились в августе 2004 года. В этот период выпали интенсивные осадки в количестве 109 мм при норме 49 мм. При этом во второй и третьей декадах осадков выпало в три раза больше нормы. Максимальное их количество выпало 12 августа (44 мм). Среднемесячная температура воздуха составила 22,5°C, что на 2,5°C выше нормы. Относительная влажность воздуха во второй и третьей декадах составила соответственно 84% и 91%. Это на 23 и 20% выше средней многолетней. Наличие туманов и утренних рос способствовало быстрому распространению болезни. Первые симптомы поражения плодов антракнозом отмечены в начале третьей декады августа. Еще сильнее усугубили развитие болезни осадки, выпавшие в сентябре. Выпало 127 мм при норме 46 мм. Больше всего осадков (120 мм) выпало в первой декаде.

Таким образом, за всю историю Кубанской опытной станции 2004 год оказался самым дождливым и влажным. В конце августа – начале сентября болезнь проявила эпифитотийный характер развития. Такие условия дали возможность получить наиболее объективные результаты оценки образцов коллекции арбуза на устойчивость к антракнозу при сильном эпифитотийном

естественном заражении.

В таблице 11 приведены результаты оценки выделившихся по устойчивости к антракнозу образцов арбуза.

Таблица 11 – Источники устойчивости арбуза к антракнозу, 2004 г.

| № ката-лога ВИР                            | Образец                   | Происхождение | Средний балл поражения | % пораженных растений по баллам |    |     |    |
|--------------------------------------------|---------------------------|---------------|------------------------|---------------------------------|----|-----|----|
|                                            |                           |               |                        | 0                               | 1  | 2   | 3  |
| 1                                          | 2                         | 3             | 4                      | 5                               | 6  | 7   | 8  |
| 4619                                       | Ст.Астраханский           | Поволжье      | 0,2                    | 93                              | 7  |     |    |
| 2220                                       | Ст. Мелитопольский<br>142 | Поволжье      | 2,6                    |                                 |    | 88  | 12 |
| Русская эколого-географическая группа      |                           |               |                        |                                 |    |     |    |
|                                            | Быковский 22              | Поволжье      | 2,0                    |                                 |    | 100 |    |
|                                            | Холодок                   | Поволжье      | 1,5                    |                                 | 84 | 16  |    |
| 5430                                       | Родник                    | КОС ВИР       | 0,5                    | 89                              | 11 |     |    |
| 5667                                       | Красавчик                 | КОС ВИР       | 0,3                    | 78                              | 22 |     |    |
| 5425                                       | Черный принц              | КОС ВИР       | 0,5                    | 64                              | 30 | 6   |    |
| 5666                                       | Лидер                     | КОС ВИР       | 1,2                    | 25                              | 50 | 25  |    |
| 4919                                       | Отрадокубанский           | КОС ВИР       | 0,7                    | 100                             |    |     |    |
| 4857                                       | Целебный                  | КОС ВИР       | 0,7                    | 85                              | 9  | 6   |    |
| Американская эколого-географическая группа |                           |               |                        |                                 |    |     |    |
| 4128                                       | Charleston gray           | США           | 0,3                    | 96                              | 4  |     |    |
| 3848                                       | Congo                     | США           | 0,2                    | 79                              | 21 |     |    |
| 4244                                       | Fairfax                   | США           | 0,7                    | 63                              | 37 |     |    |

| 1                                                 | 2                 | 3        | 4   | 5  | 6  | 7  | 8 |
|---------------------------------------------------|-------------------|----------|-----|----|----|----|---|
| 4246                                              | Klondike Stripped | США      | 1,4 |    | 68 | 32 |   |
| 4815                                              | Sweet Favorite    | США      | 1,2 | 42 | 58 |    |   |
| 4297                                              | Crimson sweet     | США      | 0,3 | 93 | 7  |    |   |
| Западно-европейская эколого-географическая группа |                   |          |     |    |    |    |   |
| 4775                                              | Цера 6-1-2        | Болгария | 0,4 | 86 | 14 |    |   |
| Восточноазиатская эколого-географическая группа   |                   |          |     |    |    |    |   |
| 4148                                              | Kanro             | Япония   | 0,6 | 43 | 57 |    |   |
| 4098                                              | Ямато крим        | Япония   | 1,0 | 38 | 62 |    |   |
| Селекционные линии                                |                   |          |     |    |    |    |   |
|                                                   | ЦЛ 752            | КОС ВИР  | 0,4 | 72 | 28 |    |   |
|                                                   | ЦЛ 662            | КОС ВИР  | 0,5 | 89 | 11 |    |   |
|                                                   | ЦЛ 784            | КОС ВИР  | 0,3 | 91 | 9  |    |   |
|                                                   | КРЛ 732           | КОС ВИР  | 1,3 |    | 48 | 52 |   |
|                                                   | ЦЛ 656            | КОС ВИР  | 0,8 | 74 | 26 |    |   |

Наиболее высокую устойчивость к болезни из образцов русской экологической группы имели: Родник (к-5430), Красавчик (к-5667), Гибрид 514 (Черный принц, к-5425). Степень поражения указанных образцов не превышала один балл. Относительно устойчивыми из образцов русской группы оказались Лидер (к-5666) и Холодок. Среди образцов американской эколого-географической группы выделились высокоустойчивые сорта: Charleston Gray (к-4128), Congo (к-3848), Fairfax (к-4244), Crimson sweet (к-4297) со степенью поражения 0,2–0,7 балла. Относительную устойчивость имели: Sweet Favorite (к-4815), Klondike Stripped (к-4246). Из образцов западноевропейской и восточноазиатской групп высокую устойчивость

показали: Цера 6-1-2 (к-4775, Болгария), Kanro (к-4148), Ямато крим (к-4098) – Япония.

Выявлены селекционные линии, устойчивые к болезни: ЦЛ 656, ЦЛ 662, ЦЛ 752, ЦЛ 784, КРЛ 732.

На основе использования линий арбуза, показавших высокую устойчивость к антракнозу и фузариозному увяданию были выведены сорта, сочетающие наряду с устойчивостью другие хозяйственно-полезные признаки (высокая продуктивность, хороший вкус плодов, адаптивность к засушливым условиям возделывания). Из них включены в Госреестр селекционных достижений на 2010 год цельнолистный сорт арбуза Благодатный (к-5426), сорт кустового типа Святослав (к-5428), на 2011 год раннеспелый сорт Сюрприз (к-5429). В 2012 году включен в Госреестр селекционных достижений сорт среднепозднего срока созревания Любимчик (к-5427).

Выделены гибриды  $F_1$ , имеющие высокую степень устойчивости к антракнозу: ЦЛ 752 х Астраханский, Charleston gray х Ольгинский, Charleston gray х Отрадокубанский (таблица 12). В качестве родительских компонентов использовали линии и сорта, показавшие не только высокую устойчивость к болезни, но и хорошее сочетание других признаков: продуктивность, качество, консистенция и окраска мякоти, прочность коры, адаптивность.

В селекции на устойчивость особый интерес представляют некоторые дикорастущие формы арбуза и, в частности, из подвида арбуза шерстистого (subsp. lanatus), так называемый, каффрский арбуз, ареал распространения которого находится в Южной и Юго-Западной Африке. При использовании его в селекции были выведены сорта, обладающие, помимо устойчивости к фузариозному увяданию и антракнозу, высокой транспортабельностью, лежкостью и неприхотливостью к условиям выращивания.

Таблица 12 – Устойчивость гибридов F<sub>1</sub> арбуза к антракнозу, 2006 г.

| Образец, гибрид                                    | Происхождение   | Средний балл поражения | % пораженных растений по баллам |    |     |     |
|----------------------------------------------------|-----------------|------------------------|---------------------------------|----|-----|-----|
|                                                    |                 |                        | 0                               | 1  | 2   | 3   |
| Ст. Астраханский                                   | Нижнее Поволжье | 0,6                    | 91                              | 9  | --- | --- |
| F <sub>1</sub> ЦЛ 752 х Астраханский               | КОС ВИР         | 0,3                    | 96                              | 4  | --- | --- |
| ЦЛ 752                                             | КОС ВИР         | 0,5                    | 88                              | 12 | --- | --- |
| Charleston gray                                    | США             | 0,4                    | 97                              | 3  | --- | --- |
| Charleston gray х Ольгинский                       | КОС ВИР         | 0,7                    | 81                              | 19 | --- | --- |
| Ольгинский                                         | КОС ВИР         | 1                      | 78                              | 14 | 9   | --- |
| Отрадокубанский                                    | КОС ВИР         | 0,2                    | 94                              | 6  | --- | --- |
| F <sub>1</sub> Charleston gray х Отрадокубанский   | КОС ВИР         | 0,5                    | 64                              | 30 | 6   | --- |
| Charleston gray                                    | США             | 0,6                    | 91                              | 9  | --- | --- |
| F <sub>1</sub> Charleston gray х Klondike Stripped | КОС ВИР         | 0,8                    | 89                              | 11 | --- | --- |
| Klondike Stripped                                  | США             | 1,5                    | 96                              | 4  | --- | --- |

Согласно теории П.М. Жуковского (1957) устойчивые формы могут быть обнаружены на родине паразита и хозяина. Коллекция ВИР содержит целый ряд образцов дикорастущих форм арбуза, собранных на его родине – в странах Западной и Юго - Западной Африки (Гана, Кот д'Ивуар, Ботсвана, Зимбабве и др.) Именно здесь в центре его происхождения формировались

формы, иммунные ко многим болезням. По этой причине гены устойчивости к ряду болезней арбуза у сортообразцов с африканского континента были впервые использованы американскими селекционерами при выведении устойчивых сортов.

Например, используя в скрещиваниях дикорастущие формы арбуза, имеющие несладкие, но съедобные плоды Африка № 8, 9, 13 с культурными сортами Айова бел и Айова кинг в США был впервые выведен устойчивый к антракнозу сорт арбуза Congo. В дальнейшем на основе этого сорта выведены другие устойчивые сорта. В Юго-Восточной лаборатории по селекции овощных культур штата Южная Каролина C.F. Andrus выведены сорта: Charleston gray и Black stone, устойчивые к обеим болезням (фузариозному увяданию и антракнозу). В штате Флорида J.M. Crall вывел устойчивые сорта Smokylee, Jubilee, Calhoun Gray, Summit и другие, которые являются современными источниками устойчивости (Sari N., Solmaz İ., 2023).

В нашей стране во Всероссийском НИИ орошаемого овощеводства и бахчеводства К.Е. Дютиным выведен устойчивый к антракнозу сорт арбуза Астраханский, полученный от скрещивания Мелитопольский 142 x Charleston gray. На Херсонской селекционно-опытной станции бахчеводства созданы устойчивые к антракнозу сорта арбуза: Таврийский, Снежок, Княжин; на Быковской станции бахчеводства: Восход, Холодок и другие (Дютин, 1982а; 1991; 2003). Что касается дикорастущих форм нами в скрещиваниях были использованы образцы из разновидности каффрского арбуза, которые имели высокую степень устойчивости на инфекционном фоне. Плоды у них крупные с пресной, очень плотной мякотью и очень твердой корой. Они достаточно легко скрещиваются с культурными сортами. Устойчивость к антракнозу у гибридов доминирует и контролируется одним доминантным геном.

При использовании дикорастущих источников устойчивости, от которых нужно передать потомству один единственный признак — устойчивость к болезням, лучше всего применять метод возвратных

скрещиваний (беккросс). В качестве рекуррентного (возвратного) родителя обычно подбирают лучшие районированные сорта, которые выделяются по комплексу хозяйственно-полезных признаков. В этом случае культурный сорт скрещивают с дикорастущим образцом, затем гибрид  $F_1$  повторно скрещивают с этим же сортом. Поскольку устойчивость контролируется одним доминантным геном, в беккроссных гибридах  $F_1$  с восприимчивым родителем выщепляется 50% устойчивых растений и 50% восприимчивых. После каждого беккросса выделяют устойчивые к болезни растения и проводят повторный цикл скрещиваний. Таким образом, получают 3-4 цикла беккросса до тех пор пока растения будут близки к возвратному родителю по лучшим хозяйственно-ценным признакам. Так как выделенные растения гетерозиготны по гену устойчивости к антракнозу, необходимо проводить самоопыление в течение 1-2 поколений для выявления гомозиготных форм по доминантному гену, а также по другим хозяйственно-ценным признакам (Дютин, 1981; 1991; 2000; 2003).

Таблица 13 – Устойчивость к фузариозному увяданию и антракнозу у гибридов от скрещивания культурных сортов (*var. vulgaris*) с дикорастущими формами арбуза (*var. lanatus*), 2007-2008 гг.

| Гибрид                                                                               | Степень поражения                |                           | Характеристика плода             |                                        |               |
|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------------------------|---------------|
|                                                                                      | фузариоз-<br>ным<br>увяданием, % | антрак-<br>нозом,<br>балл | средняя<br>масса<br>плода,<br>кг | содер-<br>жание<br>сухого<br>вещ-ва, % | вкус,<br>балл |
| BC <sub>3</sub> (Астраханский х Местный) х Астраханский                              | ---                              | 0                         | 6,5                              | 5,4                                    | 3,0           |
| BC <sub>3</sub> (Целебный х Местный) х Целебный                                      | 2,3                              | 0,2                       | 7,1                              | 5,9                                    | 3,2           |
| BC <sub>3</sub> (Отрадокубанский х Местный) х Отрадокубанский                        | ---                              | 0                         | 6,3                              | 6,4                                    | 3,5           |
| BC <sub>2</sub> [ Целебный х (F <sub>2</sub> Отрадокубанский х Местный) ] х Целебный | ---                              | 0,4                       | 5,9                              | 7,5                                    | 3,7           |

В результате отдаленной гибридизации с дикорастущими формами и с

использованием метода возвратных скрещиваний в течение 2-3 насыщений лучшими по качественным показателям культурными сортами были отобраны устойчивые к антракнозу и фузариозному увяданию формы, близкие по качеству плодов к районированным сортам. Среди них заслуживают внимания ВС<sub>3</sub> (Отрадокубанский х Местный) х Отрадокубанский; ВС<sub>3</sub> (Целебный х Местный) х Целебный; ВС<sub>2</sub> [ Целебный х (F<sub>2</sub> Отрадокубанский х Местный) ] х Целебный ( таблица 13).

### 3.3 Вегетационный период и выявление источников по срокам созревания: источники скороспелости и позднеспелости

В зонах товарного бахчеводства климатические условия юга России позволяют выращивать арбуз с различными сроками созревания. В селекции необходим набор образцов, имеющих по вегетационному периоду разную группу спелости: от очень ранних до очень поздних.

Наличие в коллекции ВИР большого генетического разнообразия арбуза, собранного в разных странах мира, его всестороннее изучение и включение в гибридизацию позволяет выявить качественно новый исходный материал, который можно использовать как источники и доноры селекционных признаков для селекции разных по скороспелости сортов. Повышенные требования, предъявляемые к сортам, предусматривают выведение их не только с разной группой спелости. Они должны иметь высокую урожайность и качество плодов, привлекательный товарный вид, обладать устойчивостью к наиболее вредоносным болезням и вредителям, быть пригодными для более длительного хранения и выдерживать перевозки на дальние расстояния.

Для решения этой задачи необходимо знать эколого-географическую систематику арбуза, биологию роста и развития растений, потенциал их изменчивости и наследование наиболее важных селекционных признаков. Именно в этом направлении проводится работа сотрудниками ВИРа и его опытных станций.

С целью выявления перспективных раннеспелых и позднеспелых образцов была изучена обширная коллекция арбуза, насчитывающая 730 номеров, образцы которой относились к разным эколого-географическим группам. Многолетние наблюдения показали большую амплитуду изменчивости по длине вегетационного периода. Она обусловлена многими факторами, влияющими на скороспелость и, в первую очередь, биологическими особенностями растений, эколого-географическим происхождением и метеоусловиями в годы проведения исследований.

*Источники скороспелости.* Одно из важнейших направлений в исследованиях с арбузом – селекция на раннеспелость. Сорта, обладающие раннеспелостью, дают ряд преимуществ. Установлено, что первые арбузы, поступившие на рынок, реализуются по более высокой цене, увеличивая доходность культуры. Кроме того, использование раннеспелых сортов позволяет расширить период потребления, обеспечивая своеобразный конвейер от раннеспелой до средне- и позднеспелой продукции. Раннеспелые сорта можно выращивать в более северных районах, расположенных от основной зоны бахчеводства. При соответствующей технологии выращивания (использование теплиц и пленочных укрытий) продукция раннеспелых сортов созревает намного раньше, чем у сортов, выращенных в обычных условиях открытого грунта. Следует отметить, что в южных регионах страны, где с наступлением летнего периода, особенно в конце июня и в июле, нередко наступает сильная жара и засуха, которые влияют на полноценное опыление и завязывание плодов, выращивание раннеспелых сортов особенно важно. К этому времени ранние сорта успевают образовать плоды и уйти в период массового цветения и плодообразования от неблагоприятных условий засухи.

В селекции раннеспелых сортов основная роль принадлежит исходному материалу, обладающему коротким вегетационным периодом и приспособленностью к условиям внешней среды. Важное значение приобретает также расширение генетического разнообразия исходного материала, необходимого для создания сортов и гибридов для возделывания

как в промышленном бахчеводстве, так и для выращивания на фермерских, садово-огородных участках и в защищенном грунте. С каждым годом возрастает спрос на ультра - и раннеспелые сорта, созревающие на 5-7 дней раньше районированных. У любителей – бахчеводов пользуются популярностью ранние сорта одноразового потребления, имеющие некрупные по размеру порционные плоды массой 2,5-3 кг, с красивым внешним видом и яркоокрашенной, нежнозернистой мякотью хорошего вкуса.

На основе источников раннеспелости, выделенных в ВИРе, во Всероссийском научно-исследовательском институте орошаемого овощеводства и бахчеводства селекционерами К.Е. Дютиным, С.Д. Соколовым выведены раннеспелые сорта: Фотон, СРД, Скорик, Репид, Лунный (Дютин, 1982а; 1991, 2000; 2003). На Быковской бахчевой селекционной опытной станции селекционерами К.П. Синча, С.В. Малуевой, О.П. Варивода созданы сорта: Зенит, Волгарь, Землянин. На Кубанской опытной станции ВИР селекционером Г.А. Теханович созданы сорта Ранний Кубани, Лидер, Подарок Солнца, Сюрприз (Теханович, Елацкова, Елацков, 2009; 2019) .

Несмотря на достигнутые успехи в селекции раннеспелых сортов арбуза, эта проблема все еще остается актуальной и не потеряла своего значения, особенно для продвижения культуры в более северные регионы, расположенные от основной зоны бахчеводства. Необходимо иметь не только раннеспелые, но и ультрараннеспелые сорта с вегетационным периодом 60-70 дней, приспособленные к пониженным температурам при прорастании семян, а также в период роста и развития растений.

На Кубанской опытной станции – филиале ВИР для выявления перспективных раннеспелых образцов была изучена коллекция арбуза, которая включала 10 эколого-географических групп: русскую, малоазиатскую, европейскую, закавказскую, среднеазиатскую, афганскую, индийскую, восточноазиатскую, дальневосточную, американскую. При ее

изучении установлены определенные закономерности в проявлении целого ряда морфобиологических и селекционно-ценных признаков и, в частности, по длине вегетационного периода.

Вегетационный период, как известно, определяется периодом от массовых всходов до начала созревания (уборки) плодов. Его длина зависит от биологических особенностей роста и развития растений, особенностей цветения и скорости развития и созревания плодов, приспособленности сортов к внешним условиям среды. Отмечено, что в зависимости от сортовых особенностей и условий года, вегетационный период у арбуза колеблется в широких пределах (60–110 дней). Например, в условиях степной зоны Краснодарского края созревание раннеспелых сортов (Огонек, Ранний Кубани) в сухие жаркие годы происходит на 63-70 день, среднеспелых (Мелитопольский, Астраханский) на 84-90 день. В прохладные дождливые годы они созревают на 80-87 день и 98-105 день, соответственно. Это свидетельствует о том, что определяющим фактором в длине вегетационного периода и скорости созревания является сорт. Независимо от условий года раннеспелые сорта созревают раньше, чем средне- и позднеспелые. Это обусловлено биологическими особенностями растений того или иного сорта, которые определяют продолжительность вегетационного периода.

Для выяснения того, какие факторы, кроме условий среды, определяют раннее созревание, и чем вызвана скороспелость, проведено изучение фенологических фаз развития, составляющих длину вегетационного периода. При изучении разнообразной коллекции арбуза установлено, что наиболее важными элементами в определении длины вегетационного периода являются следующие фазы в развитии растений: всходы - цветение мужских цветков, всходы - цветение женских цветков, всходы - образование завязей, образование завязей - созревание, всходы - созревание плодов. Установлено, что из этих фаз, в первую очередь, на длину вегетационного периода, а следовательно, и на скороспелость влияют фазы всходы - цветение первых мужских или первых женских цветков и всходы - созревание плодов. Чем

раньше у образца формируются мужские и женские цветки и образуются завязи, тем быстрее происходит созревание плодов. Это подтверждается высокой положительной корреляцией между длиной фазы всходы - цветение женских цветков и всходы – созревание плодов, коэффициент которых равен 0,80 - 0,89. Таким образом, изучение длины вегетационного периода и отдельных фаз развития растений указывает на стабильность проявления вышеперечисленных признаков. Они ориентируют на возможность проведения отборов раннеспелых форм в период начала цветения.

Кроме фенологических фаз развития, важным признаком, указывающим на раннеспелость, является номер узла на растении, в котором образуются первые женские цветки и формируются первые завязи и первые плоды. Чем раньше они закладываются в нижних узлах растения, тем скороспелее образец. Коэффициент корреляции между номером узла с первым женским цветком и созреванием (скороспелостью) составляет 0,76 - 0,85, между образованием завязи и первым зрелым плодом 0,83 - 0,97. Наличие положительных связей между вышеперечисленными признаками также позволяет эффективно проводить отбор необходимых раннеспелых форм на более ранней стадии развития растений, а именно, по номеру узла в котором образуется первый женский цветок и первая завязь.

Кроме вышеперечисленных признаков, могут быть другие (косвенные) признаки, способствующие более раннему созреванию. Они выражаются в величине (крупности) семян, энергии их прорастания, величине семядолей, интенсивности роста и развития растений, сокращении межфазных периодов.

С целью выявления перспективных источников и расширения потенциала селекционных форм по признаку раннеспелости изучена обширная коллекция различного географического происхождения, а также селекционные линии, полученные на основе гибридизации.

В результате изучения особый интерес представляют образцы дальневосточной эколого-географической группы. Эта группа включает образцы, которые возделываются в Приморском, Хабаровском, Алтайском

краях, и является, по сравнению с другими, наиболее северной по ареалу распространения. Образцы представлены очень пестрыми популяциями с ярко выраженной гетерозиготностью некоторых признаков, особенно по плодам (форме, окраске коры и мякоти, ее консистенции). Вместе с тем им присуща ультраскороспелость. Объясняется это тем, что группа сформировалась в более жестких условиях, имеющих короткий период суммы положительных температур.

При изучении в условиях станции вегетационный период большинства образцов дальневосточной группы в благоприятные годы находился на уровне 55-60 дней. Как правило, их растения раньше зацветали, формируя женские цветки в пазухе 5-8 листа главного стебля, иногда в 4-5 узле. В основном, они образуют мелкие плоды с розовой и бледно-розовой маловкусной мякотью и большим количеством семян. Используя многократный индивидуальный отбор среди некоторых дальневосточных образцов были выделены лучшие ультрараннеспелые источники с вегетационным периодом 59-60 дней, представляющие интерес в селекции на раннеспелость: б/н (к-2752, к-3449), образец (к-3452), местный (к-3654), Весенний (к-4754). Они формируют некрупные плоды средней массой 1,9-2,8 кг с продуктивностью одного растения 2,5-3,4 кг. Содержание сухого вещества по рефрактометру 7,5-9 %, а вкусовые качества плодов оцениваются в 3,5-4 балла.

Характерная особенность образцов дальневосточной группы – короткоплетистый тип растений, что очень важно в селекции технологичных сортов, приспособленных для проведения междурядных обработок в течение всего вегетационного периода.

Заслуживают внимания раннеспелые образцы восточноазиатской эколого-географической группы из Японии и Китая с вегетационным периодом 67-70 дней: Fukuhikari (к-4167), Miyako (к-4099), Asahi yamato (к-4160), Kanro (к-4148), Oniku Kodama (к-4656), Summer Festival (к-4830), б/н (к-4147) из Японии; б/н (к-3794) из Китая. Средняя масса их плодов

варьирует в пределах 0,7-4,8 кг с продуктивностью одного растения 2,1-5,3 кг. Они обладают достаточно высокими вкусовыми качествами (содержание сухого вещества по рефрактометру составляет 9,7-11,2 %, а вкусовая оценка 4,1-4,7 балла). Среди образцов восточноазиатской экологической группы встречаются формы с необычной окраской коры (желтокорые) и мякоти (желтой и оранжевой). Такие формы интересны для селекции сортов декоративного характера и для приусадебного использования. Встречаются также многоплодные формы, характерные для мини – арбузов (Oniku Kodama, к-4656). Отмечено, что, используя в скрещиваниях многоплодные формы, имеющие мелкие по массе плоды, со средне- и крупноплодными в F<sub>1</sub> проявляется гетерозис (таблица 14).

Таблица 14 – Хозяйственно-полезные признаки раннеспелых образцов арбуза на основе генетической коллекции ВИР, 2007-2009 гг.

| № каталога ВИР           | Образец      | Происхождение | Вегетационный период, дней | Число плодов на растении, шт | Средняя масса плода, кг | Продуктивность одного растения, кг | Содержание сухого вещества, % | Вкус, балл |
|--------------------------|--------------|---------------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------|
| 1                        | 2            | 3             | 4                          | 5                            | 6                       | 7                                  | 8                             | 9          |
| Дальневосточная группа   |              |               |                            |                              |                         |                                    |                               |            |
| 2752                     | б/н          | Южный Алтай   | 59                         | 1,5                          | 2,1                     | 3,1                                | 8,2                           | 3,8        |
| 3449                     | б/н          | Примор.край   | 60                         | 1,2                          | 2,8                     | 3,4                                | 9,0                           | 4,0        |
| 3452                     | Образец      | Примор.край   | 60                         | 1,3                          | 1,9                     | 2,5                                | 7,8                           | 3,5        |
| 3654                     | Местный      | Примор.край   | 59                         | 1,6                          | 2,0                     | 3,2                                | 7,5                           | 3,5        |
| 4754                     | Весенний     | Зап. Сибирь   | 60                         | 1,3                          | 2,5                     | 3,2                                | 8,2                           | 4,0        |
| НСР <sub>05</sub>        |              |               |                            |                              | 0,11                    |                                    |                               |            |
| Восточноазиатская группа |              |               |                            |                              |                         |                                    |                               |            |
| 4167                     | Fukuhikari   | Япония        | 68                         | 1,5                          | 3,5                     | 5,2                                | 10,8                          | 4,5        |
| 4099                     | Miyako       | Япония        | 67                         | 1,3                          | 3,0                     | 3,9                                | 10,9                          | 4,2        |
| 4160                     | Asahi yamato | Япония        | 67                         | 1,6                          | 1,4                     | 2,2                                | 10,0                          | 4,5        |
| 4148                     | Kanro        | Япония        | 69                         | 1,2                          | 3,7                     | 4,4                                | 10,7                          | 4,5        |
| 4656                     | Oniku Kodama | Япония        | 67                         | 3,0                          | 0,7                     | 2,1                                | 9,7                           | 4,1        |

| 1                   | 2                | 3                  | 4  | 5   | 6    | 7   | 8    | 9   |
|---------------------|------------------|--------------------|----|-----|------|-----|------|-----|
| 4830                | Summer Festival  | Япония             | 70 | 1,2 | 3,9  | 4,7 | 11,2 | 4,7 |
| 3794                | б/н              | Китай              | 69 | 1,2 | 3,9  | 4,7 | 10,9 | 4,5 |
| 4147                | б/н              | Япония             | 70 | 1,1 | 4,8  | 5,3 | 10,0 | 4,5 |
| НСП <sub>05</sub>   |                  |                    |    |     | 0,22 |     |      |     |
| Русская группа      |                  |                    |    |     |      |     |      |     |
| 2756                | Мурашка 123      | Волгоград. обл.    | 60 | 2,2 | 2,7  | 5,9 | 9,7  | 4,2 |
| 4107                | Ранний 141       | Краснодар          | 69 | 1,8 | 3,0  | 5,4 | 10,2 | 4,4 |
| 927                 | Донской          | Сев. Кавказ        | 62 | 2,8 | 1,6  | 4,5 | 8,2  | 3,8 |
| 3869                | Украинский 545   | Украина            | 62 | 1,7 | 3,2  | 5,4 | 8,7  | 4,0 |
| 3552                | Бирючуктский     | Ростовская область | 64 | 1,6 | 2,8  | 4,5 | 10,5 | 4,5 |
| НСП <sub>05</sub>   |                  |                    |    |     | 0,23 |     |      |     |
| Американская группа |                  |                    |    |     |      |     |      |     |
| 3781                | New Hampshire    | США                | 64 | 2,4 | 0,9  | 2,2 | 80   | 3,5 |
| 3847                | Taki gem         | США                | 65 | 1,9 | 1,5  | 2,8 | 8,2  | 3,9 |
| 3860                | Aricara          | США                | 66 | 1,5 | 2,3  | 3,4 | 8,0  | 4,0 |
| 4080                | Golden midget    | США                | 67 | 1,0 | 4,8  | 4,8 | 9,6  | 4,0 |
| 4872                | б/н              | США                | 67 | 1,0 | 4,3  | 4,3 | 10,5 | 4,2 |
| 4433                | Sweet Princess   | США                | 67 | 1,2 | 3,9  | 4,7 | 10,0 | 4,3 |
| 4629                | Grahoma          | США                | 70 | 1,1 | 4,7  | 5,2 | 10,4 | 4,3 |
| 4675                | Northern delight | США                | 69 | 1,1 | 3,4  | 4,7 | 9,8  | 4,2 |
| НСП <sub>05</sub>   |                  |                    |    |     | 0,14 |     |      |     |
| Европейская группа  |                  |                    |    |     |      |     |      |     |
| 5255                | Shintetikus      | Венгрия            | 68 | 1,0 | 4,8  | 4,8 | 9,2  | 4,0 |
| 4725                | De la Reina      | Испания            | 69 | 1,2 | 4,9  | 5,9 | 9,7  | 4,0 |
| 4299                | Цера             | Болгария           | 70 | 1,3 | 3,5  | 4,5 | 9,2  | 4,0 |
| 4847                | Hevesi Fufo      | Венгрия            | 69 | 1,3 | 3,2  | 4,2 | 9,4  | 4,1 |
| 4375                | Цера 21          | Болгария           | 70 | 1,2 | 3,6  | 4,3 | 9,6  | 4,1 |
| 3972                | б/н              | Болгария           | 68 | 1,2 | 3,4  | 4,0 | 9,0  | 4,0 |
| НСП <sub>05</sub>   |                  |                    |    |     | 0,20 |     |      |     |

\*Примечание: б/н –образец без названия; Примор. край – Приморский край; Зап. Сибирь – Западная Сибирь; Волгоград. обл. – Волгоградская область.

Следует отметить образец Fukuhikari (к-4167), обладающий донорскими свойствами не только раннеспелости, но и продуктивности. При использовании его в скрещиваниях гибриды имеют высокую урожайность за счет увеличения числа плодов на растении и средней массы плода. Кроме того, он обладает высокой устойчивостью к антракнозу и может служить донором по этому признаку. Методом гибридизации Fukuhikari (к-4167) х к-2752, Южный Алтай на станции выведен раннеспелый сорт арбуза Ранний Кубани.

Особое значение в селекции раннеспелых сортов принадлежит русской эколого-географической группе, сформировавшейся в условиях степей Поволжья, Северного Кавказа, Украины с характерными для регионов засушливым летом и недостаточным количеством осадков, не превышающим 250 мм в Нижнем Поволжье и 300-350 мм на Северном Кавказе. В отличие от других, для русской группы характерными чертами являются высокая окультуренность, выравненность, повышенное содержание сахаров, хорошие и отличные вкусовые качества плодов, высокая адаптивность к засушливым условиям выращивания. Обладая способностью выдерживать экстремальные условия, образцы русской группы являются ценным исходным материалом для выведения новых, раннеспелых, засухоустойчивых сортов с повышенной продуктивностью и вкусовыми качествами. На это обращал внимание Н.И. Вавилов, отмечая, что «в практической селекции при подборе пар для скрещиваний надо хорошо знать и максимально использовать местный материал для получения хороших высокопродуктивных сортов».

На основе многолетнего изучения образцов русской эколого-географической группы выделен целый ряд раннеспелых сортов с коротким вегетационным периодом (60-69 дней): Мурашка 123 (к-2756), Быковский 199 (к-3614), Бирючукский 825 (к-3552), Донской (к-927), Ранний 141 (к-4107), Украинский 545 (к-3896). Образцы обладали хорошей продуктивностью – 4,5-5,9 кг за счет большего количества плодов на растении (1,6-2,8 штук). Содержание сухого вещества по рефрактометру составляет 8,7-10,5 %,

вкусовые качества оцениваются в 3,8-4,5 балла. Они достаточно адаптивны к разным условиям возделывания, особенно засушливым, и представляют особую ценность в селекции.

В селекции на раннеспелость заслуживают внимания образцы американской эколого-географической группы. Она включает сорта из США и Канады. Многие из них возделываются в других странах мира, а в США основное их производство сосредоточено в юго-восточных штатах (Флорида, Джорджия, Алабама, Техас). Сорта этой группы достаточно хорошо выравнены, имеют хороший вкус плодов. Некоторые из них устойчивы к болезням (антракноз, фузариозное увядание). В то же время, как и сорта восточноазиатской группы, они недостаточно приспособлены к засушливым условиям произрастания. Это можно объяснить тем, что они сформировались в субтропических условиях климата, где выпадает намного больше осадков (1000-1200 мм), чем в тех условиях, где возделываются сорта русской эколого-географической группы. В засушливые или прохладные годы, которые нередко бывают в условиях степных областей России, американские сорта резко снижают урожай. Их плоды проявляют признаки уродливости, они деформируются, подвергаясь поражению вершинной гнили. В то же время некоторые американские сорта имеют ценные селекционные признаки по устойчивости к болезням.

В качестве источников раннеспелости (64-70 дней) выделены: New Hampshire midget (к-3781), Taki gem (к-3847), Aricara (к-3860), Golden midget (к-4080), Sweet Princess (к-4433), б/н (к-4872), Northern delight (к-4675), Grahoma (к-4629). Средняя масса плода вышеперечисленных образцов составляет 0,9-4,8 кг, продуктивность растения 2,2-5,2 кг, содержание сухого вещества 8-10,5 %, вкусовая оценка 3,5-4,5 балла. Их плоды имеют яркоокрашенную густо-розовую, малиновую или карминную мякоть, придающую плодам хороший товарный вид.

Среди европейской эколого-географической группы по раннеспелости (68-70 дней) выделены образцы из Венгрии: Shintetikus (к-5255), Hevesi Fufo (к-

4847); Испании: De la Reina (к-4725); Болгарии: Цера (к-4299), Цера 21 (к-4375), образец (к-3972). Средняя масса плода указанных образцов составляет 3,2-4,9 кг, продуктивность 4-5,9 кг, содержание сухого вещества 9-9,7 %, вкус плодов 4-4,1 балла. В отличие от других, болгарские образцы Цера и Цера 21 обладают важным маркерным признаком — нерассеченным (цельным) листом, который можно использовать в селекции на гетерозис.

*Источники позднеспелости.* Удлинение периода потребления плодов арбуза можно решить не только выращиванием раннеспелых, но и позднеспелых сортов, способных длительное время храниться, не теряя высоких качеств в течение нескольких месяцев после уборки плодов. Н.И. Вавилов (1925; 1965) в работе о распространении полевых культур в мире подробно описал сортовой состав возделываемых арбузов на Юго-Востоке страны, обратил внимание на несколько поздних сортов: Быковский и Ростун. Особенно был отмечен сорт Ростун, который, как он пишет, «самый распространенный в Царевском уезде промышленный сорт, прекрасно переносит далекий транспорт и долго сохраняется в лёжке». Он подчеркнул, что «в области сортоизучения, несмотря на множество форм и несомненную ценность большинства возделываемых сортов в крае, желательно более систематическое исследование их и сопоставление с инорайонными формами».

О необходимости проведения исследований по выявлению среди образцов коллекции позднеспелых форм арбуза и созданию на их основе перспективных сортов отмечал известный ученый в области бахчеводства профессор К.И. Пангало. В своей монографии «Бахчеводство СССР», опубликованной в 1934г., он определил основные направления в развитии промышленного бахчеводства страны и обратил внимание на развитие экспорта бахчевых культур. Интересно, но факт, как по-современному он описывает возможности в решении вопроса по экспорту плодов арбуза и дыни. Он пишет: «Финляндия, Эстония, Латвия, Литва, Польша, Германия и другие государства могут потреблять советские арбузы и дыни, причем последние будут иметь несомненно большее значение, чем арбузы, т.к. они

являются более ценным товаром». Дыни, как «более ценный товар» он назвал потому, что дыни, выращенные в Узбекистане и Туркмении, в условиях России не вызревают. Он пишет, что «транспортабельные сорта зимних дынь Амери и Зард не имеют больших шансов на вызревание в европейской части Союза». С тех пор прошло много времени, произошли большие перемены и многое изменилось не только в истории Советского Союза, но и в селекции этой культуры.

Также, как и для раннеспелых, при выведении позднеспелых сортов необходимо иметь соответствующий исходный материал, использование которого в селекции обеспечивает высокую продуктивность, хорошие качественные показатели плодов (вкус, структура мякоти, ее окраска, прочность коры, лежкость, транспортабельность, товарный вид).

Надо отметить, что селекция позднеспелых сортов и внедрение их в производство занимают важное место в исследованиях. Об этом свидетельствуют данные по районированию сортов арбуза. В Государственном реестре селекционных достижений на 2010 год из 93 сортов, включенных в реестр, только пять относятся к позднеспелым. Из них четыре среднепоздних (Восторг, Икар, Холодок, Черный принц) и один поздний (Кустовой 334), что составляет, соответственно, 5,4 и 1,3 % от общего количества районированных сортов. В Государственном реестре селекционных достижений на 2022 год из 308 сортов, включенных в реестр, только десять относятся к позднеспелым. Из них восемь среднепоздних и два поздних, что составляет, соответственно, 2,6 и 0,7 % от общего количества районированных сортов. (таблица 15).

Совершенно отсутствуют сорта, относящиеся к группам 8 и 9 – от позднего до очень позднего и очень позднего сроков созревания.

Для селекции на позднеспелость коллекция ВИР располагает достаточным набором образцов из разных эколого-географических групп. При изучении коллекции и селекционного материала выделены перспективные формы, созревание которых наступает на 25-30 дней позже,

по сравнению с раннеспелыми и среднеспелыми сортами.

Таблица 15 – Распределение сортов арбуза по срокам созревания в Госреестре селекционных достижений, допущенных к использованию в 2010 и 2022 гг.

| № группы спелости | Срок созревания (группа спелости) | 2010 год                             |                          | 2022 год                             |                          |
|-------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|--------------------------|--------------------------------------|--------------------------|
|                   |                                   | Количество сортов по группе спелости | В % от общего количества | Количество сортов по группе спелости | В % от общего количества |
| 1                 | Очень ранний                      | -                                    | -                        | -                                    | -                        |
| 2                 | От очень раннего до раннего       | -                                    | -                        | 1                                    | 0,3                      |
| 3                 | Ранний (раннеспелый)              | 44                                   | 47,3                     | 147                                  | 47,7                     |
| 4                 | Среднеранний                      | 19                                   | 20,4                     | 56                                   | 18,2                     |
| 5                 | Средний (среднеспелый)            | 24                                   | 25,8                     | 94                                   | 30,5                     |
| 6                 | Среднепоздний                     | 5                                    | 5,4                      | 8                                    | 2,6                      |
| 7                 | Поздний (позднеспелый)            | 1                                    | 1,1                      | 2                                    | 0,7                      |
| 8                 | От позднего до очень позднего     | -                                    | -                        | -                                    | -                        |
| 9                 | Очень поздний                     | -                                    | -                        | -                                    | -                        |
|                   | Итого:                            | 93                                   |                          | 308                                  |                          |

Особый интерес представляют местные сорта русской эколого-географической группы, адаптивные к засушливым условиям выращивания: Холодок, Степной 64 (к-4105), Мелитопольский 143 (к-2840), Темнокорый 121 (к-4306), Отрадокубанский (к-4919). При изучении в условиях станции вегетационный период у них составил 95-101 день, продуктивность одного растения 5,8-7,3 кг. Они имеют хорошие качественные показатели по содержанию сухого вещества (9,2-10,7 %) и вкусу плодов (4-4,5 балла), обладают достаточно прочной корой и плотно-хрустящей мякотью, которая

определяет их хорошую транспортабельность и лежкость.

Среди образцов американской эколого-географической группы выделились: Congo (к-3848), Fairfax (к-4244), Blue Ribbon (к-4289), Royal Charleston (к-4731) с вегетационным периодом 96-104 дня. По продуктивности (4,8-7 кг) и вкусовым качествам (4,2-4,7 балла) они находятся практически на уровне сортов русской группы. Образцы Congo и Fairfax характеризуются также высокой устойчивостью к фузариозному увяданию и антракнозу. Особый интерес представляют образцы среднеазиатской эколого-географической группы: Кузыбай (к-3543) и Местный (вр.к-1905). Они характеризуются хорошим сочетанием высокой продуктивности (7,5-8,4 кг) и качества плодов (4,5 балла) (таблица 16).

Таблица 16 – Хозяйственно-полезные признаки позднеспелых образцов арбуза, 2008–2010гг.

| № каталога ВИР                             | Образец            | Происхождение     | Вегетационный период, дней | Число плодов на растении, шт. | Средняя масса плода, кг | Продуктивность одного растения, кг | Содержание сухого вещества, % | Вкус, балл |
|--------------------------------------------|--------------------|-------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------------------------------|-------------------------------|------------|
| 1                                          | 2                  | 3                 | 4                          | 5                             | 6                       | 7                                  | 8                             | 9          |
| Русская эколого-географическая группа      |                    |                   |                            |                               |                         |                                    |                               |            |
|                                            | Холодок            | Волгоградск. обл. | 96                         | 1,2                           | 5,7                     | 6,8                                | 10,7                          | 4,4        |
| 4105                                       | Степной 64         | Волгоградск. обл. | 97                         | 1,1                           | 5,9                     | 6,5                                | 10,3                          | 4,1        |
| 2840                                       | Мелитопольский 143 | Волгоградск. обл. | 95                         | 1,4                           | 5,1                     | 7,1                                | 10,6                          | 4,5        |
| 4306                                       | Темнокорый 121     | Краснодар         | 101                        | 1,2                           | 4,8                     | 5,8                                | 9,7                           | 4,0        |
| 4919                                       | Отрадокубанский    | Краснодар. край   | 98                         | 1,2                           | 6,1                     | 7,3                                | 9,2                           | 4,0        |
| НСР <sub>05</sub>                          |                    |                   |                            |                               | 0,21                    |                                    |                               |            |
| Американская эколого-географическая группа |                    |                   |                            |                               |                         |                                    |                               |            |
| 3848                                       | Congo              | США               | 100                        | 1,0                           | 6,7                     | 6,7                                | 10,3                          | 4,2        |
| 4244                                       | Fairfax            | США               | 96                         | 1,0                           | 7,0                     | 7,0                                | 10,0                          | 4,4        |
| 4289                                       | Blue Ribbon        | США               | 104                        | 1,2                           | 4,7                     | 5,6                                | 11,8                          | 4,7        |

|                                               |                     |            |     |     |      |     |      |     |
|-----------------------------------------------|---------------------|------------|-----|-----|------|-----|------|-----|
| 1                                             | 2                   | 3          | 4   | 5   | 6    | 7   | 8    | 9   |
| 4731                                          | Royal<br>Charleston | США        | 97  | 1,0 | 4,8  | 4,8 | 11,0 | 4,6 |
| НСР <sub>05</sub>                             |                     |            |     |     | 0,31 |     |      |     |
| Среднеазиатская эколого-географическая группа |                     |            |     |     |      |     |      |     |
| вр.<br>1905                                   | Местный             | Казахстан  | 97  | 1,2 | 7,0  | 8,4 | 10,8 | 4,5 |
| 3543                                          | Кузыбай             | Узбекистан | 105 | 1,1 | 6,8  | 7,5 | 11,0 | 4,5 |
| НСР <sub>05</sub>                             |                     |            |     |     | 0,17 |     |      |     |

В результате использования образцов коллекции в скрещиваниях был получен ряд гибридов, при изучении которых выделены селекционные линии, имеющие поздние сроки созревания. Они представлены различными по морфобиологическим признакам формами растений (таблица 17).

Таблица 17 – Хозяйственно-полезные признаки селекционных линий арбуза позднего срока созревания, 2008-2010гг.

| Линия             | Тип<br>растения       | Из какого образца<br>или гибрида<br>выделена | Ве-<br>гаци-<br>он-<br>ный.<br>период,<br>дней | Число<br>плодов<br>на<br>расте-<br>нии,<br>шт. | Сред-<br>няя<br>масса<br>плода,<br>кг | Про-<br>дук-<br>тив-<br>ность<br>одного<br>расте-<br>ния, кг | Содер-<br>жание<br>сухого<br>вещест-<br>ва, % | Вкус,<br>балл |
|-------------------|-----------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|---------------|
| L-638             | коротко-<br>плетистый | Bush Charleston gray<br>(к-5131)             | 96                                             | 1,0                                            | 6,5                                   | 6,5                                                          | 10,0                                          | 4,5           |
| L-644             | кустовой              | Bush Jubilee<br>(к-5158)                     | 97                                             | 1,0                                            | 6,9                                   | 6,9                                                          | 10,2                                          | 4,5           |
| L-430             | кустовой              | КРЛ 730                                      | 96                                             | 1,0                                            | 6,1                                   | 6,1                                                          | 11,0                                          | 4,6           |
| L-664             | плетистый             | F <sub>3</sub> Congo x<br>Charleston gray    | 90                                             | 1,0                                            | 8,7                                   | 8,7                                                          | 10,8                                          | 4,1           |
| L-674             | плетистый             | Calhoun gray<br>(к-4340)                     | 93                                             | 1,2                                            | 4,9                                   | 5,9                                                          | 10,7                                          | 4,5           |
| L-836             | плетистый             | F <sub>3</sub> ЦЛ 752 x<br>Холодок           | 97                                             | 1,0                                            | 7,1                                   | 7,1                                                          | 11,5                                          | 4,5           |
| L-848             | плетистый             | F <sub>3</sub> ЦЛ 752 x<br>Волжанин          | 90                                             | 1,0                                            | 7,8                                   | 7,8                                                          | 11,9                                          | 4,5           |
| L-864             | плетистый             | F <sub>4</sub> ЦЛ 752 x Родник               | 90                                             | 1,0                                            | 8,6                                   | 8,6                                                          | 10,6                                          | 4,2           |
| НСР <sub>05</sub> |                       |                                              |                                                |                                                | 0,31                                  |                                                              |                                               |               |

Результаты изучения большого разнообразия коллекции арбуза

показали, что образцы, сформировавшиеся в тех или иных эколого-географических условиях, по продолжительности вегетационного периода имеют значительные различия. Согласно методическим указаниям ВИР по изучению и поддержанию коллекции бахчевых культур для арбуза по числу дней от всходов до созревания установлены следующие группы спелости: ранний - 65-80; среднеранний – 81-85; среднеспелый – 86-95; среднепоздний – 96-105; поздний – >105.

На наш взгляд, установленное число дней не в полной мере отражает спелость сорта. Наблюдается большой интервал в пределах ранней группы в количестве 15 дней и очень малый в среднеранней – 5 дней. В пределах среднеспелой и среднепоздней групп интервал составляет 10 дней.

Между тем, в Государственном реестре селекционных достижений Российской Федерации срок созревания (группа спелости) сорта без указания количества дней распределяется в следующем порядке:

1. Очень ранний
2. От очень раннего до раннего
3. Ранний (раннеспелый)
4. Среднеранний
5. Средний (среднеспелый)
6. Среднепоздний
7. Поздний (позднеспелый)
8. От позднего до очень позднего
9. Очень поздний

Мы предлагаем установить более взвешенное распределение сортов по группе спелости и определить критерий срока созревания. Это позволяет лучше ориентироваться как в селекции создаваемых разных по скороспелости сортов, так и экономической целесообразности их реализации (таблица 18).

Таблица 18 – Предложение по распределению сортов арбуза по срокам созревания (группа спелости)

| Группа спелости по методике ВИР | Число дней | Продолжительность интервала между группами, дней | Предлагаемая группа спелости  | Число дней | Интервал между группами, дней |
|---------------------------------|------------|--------------------------------------------------|-------------------------------|------------|-------------------------------|
| ранний                          | 65-80      | 15                                               | Очень ранний                  | 60-65      | 5                             |
| среднеранний                    | 81-85      | 5                                                | От очень раннего до раннего   | 66-70      | 5                             |
| среднеспелый                    | 86-95      | 10                                               | Ранний (раннеспелый)          | 71-75      | 5                             |
| среднепоздний                   | 96-105     | 10                                               | Среднеранний                  | 76-80      | 5                             |
| поздний                         | > 105      | ---                                              | Средний (среднеспелый)        | 81-90      | 10                            |
|                                 |            |                                                  | Среднепоздний                 | 91-100     | 10                            |
|                                 |            |                                                  | Поздний (позднеспелый)        | 101-105    | 5                             |
|                                 |            |                                                  | От позднего до очень позднего | 105-110    | 5                             |
|                                 |            |                                                  | Очень поздний                 | > 110      | ---                           |

Учитывая вышеизложенное предлагается определять срок созревания (группу спелости) сортов арбуза в порядке, приведенном в таблице 18. В пределах групп раннеспелых сортов предлагается установить интервал в 5 дней, среднеспелых и среднепоздних – 10 дней, поздних и очень поздних – 5 дней. По нашему мнению, такое распределение сортов арбуза по группам спелости будет соответствовать критериям, которые используются Госкомиссией при испытании новых селекционных достижений.

#### 4 ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКОВ СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ АРБУЗА

Коллекции арбуза с богатым генетическим и фенотипическим разнообразием хранятся во многих странах мира, где идет интенсивное выращивание и селекция данной культуры. Генетические коллекции имеются в США, Турции, Германии, Китае. Южная Африка считается центром происхождения и источником нескольких видов *Citrullus*.

В последние годы Центр генетических ресурсов растений Сообщества развития юга Африки (SADC) и Региональная сеть национальных центров растительных ресурсов уделяют приоритетное внимание сбору и сохранению генетической коллекции арбуза. Кроме того, Национальный ботанический исследовательский институт (NBRI), Национальный центр генетических ресурсов растений (Намибия) и Сельскохозяйственный исследовательский институт Замбии (ZARI) сохраняют множество образцов *Citrullus*. В Федеральном исследовательском центре Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР) (ВИР; <http://www.vir.nw.ru>) (Российская Федерация) хранится очень много образцов *Citrullus*, собранных на юге Африки.

Турция является второй по величине страной-производителем арбузов после Китая. Благодаря своему центральному расположению между Азией, Европой и Ближним Востоком, Турция располагает разнообразными образцами генетической коллекции арбуза, особенно материалом из Юго-Восточной Азии, Эгейской, Фракийской и Средней Анатолии (Sarı et al. 2006). В 1993 году Университет Кукурова (Турция, Адана) инициировал программу по сбору и сохранению генетических ресурсов арбуза. На обширной части территории Турции было собрано около 400 образцов арбуза. Генетический анализ показал, что многие из этих образцов арбуза, включая свободно опыляемые и гибридные сорта F<sub>1</sub>, имеют схожий генетический фон. (Levi . et al., 2017).

В дополнение к предыдущим генетическим ресурсам, большая популяция образцов сорта Charleston Gray, полученная методом TILLING (Targeting Induced Local Lesions in Genomes), была создана исследователями INRA в сотрудничестве с частной компанией BENCHBIO. Популяция мутантов TILLING была создана с использованием этилметансульфоната (EMS) для химического мутагенеза в контролируемых условиях с последующим высокопроизводительным скринингом генетических ресурсов арбуза на наличие точечных мутаций (Christelle Troadec, troadec@evry.inra.fr). Метод TILLING является полезным инструментом для функциональной геномики и ценным источником для генетических и геномных исследований арбуза и селекции на наличие желательных мутантов.

#### 4.1 Внутривидовая изменчивость столового арбуза и ее значение в создании генетической коллекции

Коллекция столового арбуза обладает большим потенциалом изменчивости морфологических, биологических, хозяйственно-ценных и адаптивных признаков. Выявление наиболее ценных образцов с изменяющимися признаками имеет важное значение в плане создания генетической коллекции, а также источников и доноров для разных направлений селекции.

При детальном изучении биологии роста и развития рода *Citrullus* наблюдаются значительные различия в изменчивости целого ряда морфобиологических признаков: длины стебля, размера листовой пластинки, степени ее рассеченности, характера цветения, признаков плода и семян. Так, длина стебля варьирует от очень короткой (0,5-0,8 м), короткой (0,9-1,5 м) до длинной (2,1-2,5 м) и очень длинной (2,6-3,5 м и более); размер листовой пластинки от малой (10-15 см) до крупной (20-25 см); рассеченность листа от сильной (ажурной) до слаборассеченной и почти отсутствующей до цельной.

По признаку цветения (половому типу) возделываемые сорта столового арбуза делятся на формы, растения которых образуют мужские и женские

цветки ( $\sigma + \rho$ ) - половой тип моноэция и формы, у которых образуются мужские и гермафродитные цветки ( $\sigma + \rho$ ) - половой тип андромоноэция. Встречаются также растения, обладающие мужской или женской стерильностью (Алешина, 1964).

Значительная изменчивость наблюдается по форме плода (шаровидные, овальные, короткоовальные, эллиптические, цилиндрические, коротко- и удлиненно-цилиндрические, грушевидные, шаровидно-сплюснутые и сплюснутые); величине и массе плода – от мелких (0,5-2,5 кг) до крупных (7-10 кг) и очень крупных (11-20 кг).

Существенное разнообразие проявляется по окраске фона коры плода (белесая, светло-зеленая, зеленая, темно-зеленая, желтая, оранжевая), его рисунку, имеющему разный тип полос (сетчатые, нитчатые, шиповатые, мраморные, мозаичные и т.д.). Разнообразна окраска мякоти (розовая, розово-красная, карминная, малиновая, лимонно-желтая, абрикосовая, оранжевая) и ее консистенция (хрустящая, волокнистая, плотно-хрустящая, зернистая, нежная и т.д.) (Литвинов, 2005, 2009).

В отличие от других тыквенных культур арбуз имеет огромное разнообразие по величине, форме, окраске и рисунку семян, которые, наряду с вышеперечисленными показателями, в значительной степени определяют признаки того или иного сорта (Буренин, 2007).

Чрезвычайно разнообразен столовый арбуз по выраженности хозяйственно-ценных признаков, в особенности по длине вегетационного периода (от 60 до 110-120 дней), содержанию сахаров в плодах (от 6-7 до 12-13 %), вкусовым качествам, толщине и прочности коры, адаптивности к внешним условиям. Наличие такой изменчивости дает возможность отбирать и формировать ценные формы, необходимые для различных направлений селекции, а также для создания генетической коллекции.

Современные сорта десертных арбузов имеют узкую генетическую базу и восприимчивы к большому количеству болезней и вредителей, особенно в тропических и субтропических регионах мира с большим количеством осад-

ков и высокой влажностью. Обеспокоенность регулирующих органов и широкой общественности экологическими проблемами способствует сокращению использования пестицидов. Это подчеркивает важность выявления и внедрения новых источников генов устойчивости к болезням и вредителям в выращиваемые культуры. Мы предполагаем, что использование множества генов, имеющихся в собранной генетической коллекции *Citrullus*, является средством для достижения этой цели. Повышение генетического разнообразия и устойчивости арбуза является приоритетной задачей для селекции, чтобы поддерживать и увеличивать уровень производства товарной продукции (Дютин, 1976; 1980; 1982; Елацков, 2007; 2008; Коварский, Шейнфельд, 1971).

#### 4.2 Генетические маркеры, выявление и создание генетической коллекции арбуза и доноров селекционно-ценных признаков

Особую ценность представляют формы, имеющие стабильно четкие морфологические отличия, признаки которых контролируются определенными наследственными факторами. Такие формы имеют особую значимость и представляют интерес для создания принципиально новой коллекции, а именно, генетической коллекции маркерных признаков.

Процесс создания генетической коллекции арбуза включает несколько этапов:

- анализ имеющихся литературных данных по биологии и генетике признаков;
- выделение при изучении коллекции новых необычных по фенотипу форм со стабильным проявлением признака;
- определение характера наследования того или иного признака в гибридных потомствах в сочетании с другими полезными свойствами;
- выявление возможного генетического потенциала изменчивости коллекционного образца в конкретной гибридной популяции.

На основе результатов генетического изучения выделяются ценные формы, которые можно отнести к источникам формирования генетической коллекции, но только в том случае, если стабильно проявляется изучаемый наследуемый признак. При изучении коллекции арбуза выделен целый ряд форм с генетически контролируемыми признаками. Они интересны не только для чисто генетических исследований, но и в селекции сортов и гибридов различного направления использования (Вавилов, 1925; Гольдгаузен, 1938, 1939; Дютин, 1981).

Заслуживают внимания образцы с нерассеченной пластинкой листа, так называемые цельнолистные формы. В настоящее время коллекция ВИР насчитывает 15 цельнолистных образцов арбуза происхождением из России, США, Индии, Болгарии. Цельнолистность у арбуза впервые была обнаружена на Кубанской опытной станции ВИР в 1925 году в посевах коллекционного образца (к-557). В последующем образец был использован известным селекционером Л.Е. Кревченко, работавшим в предвоенные годы на Бирючукской опытно-селекционной станции. В 1929 году на его основе был выведен сорт арбуза Дынный лист, который получен путем скрещивания сорта Ажиновский 5 с выделенным из коллекции ВИР цельнолистным образцом. Это название сорт получил неслучайно, т.к. по форме листа напоминает дынный (Коварский А.Е., Шейнфельд, 1971).

В дальнейшем были выведены другие цельнолистные сорта. На Грибовской овощной селекционной станции О.В. Юриной создан сорт Грибовский цельнолистный, на Быковской бахчевой селекционной станции селекционером К.П. Синча выведены цельнолистные сорта: Юбилейный 72, Синчевский, на Кубанской опытной станции: Красавчик (к-5667), Благодатный (к-5426), Любимчик (к-5427). Наличие у них генетического маркера – цельного листа позволяет надежно обеспечивать сохранение сортовой чистоты в семеноводческих посевах и товарном производстве (Буренин, 2004).

Цельнолистные формы арбуза используют не только в сортовой, но и в гетерозисной селекции. Многие исследователи считают, что гетерозисные

гибриды арбуза обладают повышенной урожайностью, лучшими вкусовыми качествами, более высокой устойчивостью к болезням и неблагоприятным условиям внешней среды. Как правило, гетерозис проявляется за счет гибридной мощности растений, ускоренного их развития, увеличения плодovitости и определяется превышением гибрида над лучшей родительской формой. Существует также понятие конкурсного гетерозиса, который определяется превышением гибрида над стандартным сортом.

В последние годы работы по созданию гетерозисных гибридов расширились и наблюдается тенденция увеличения посевов гибридами арбуза. В настоящее время в Госреестре селекционных достижений на 2022 год зарегистрировано немного гибридов отечественной селекции: ВНИИОБ-2, Итиль, Эдем, Удалец и др. Однако, гибриды иностранной селекции, включенные в реестр, преобладают и их намного больше. Они составляют серьезную конкуренцию отечественным.

В большинстве случаев гибридные семена получают вручную при искусственном скрещивании. Такой способ получения гибридных семян требует больших затрат труда и средств на проведение изоляции цветков, их кастрации и ручного опыления. В нашей стране он не получил широкого практического применения. Тем не менее, высокая стоимость гибридных семян оправдывает затраченные средства.

Гибридные семена можно вырастить при меньших затратах, а именно, при свободном (естественном) переопылении родительских форм. Для этого необходимо иметь специальные материнские формы, обладающие генетическими маркерами. В качестве генетических маркеров лучше подходят признаки, связанные с типом листа, его формой и окраской, характером куста, типом цветения, формой, окраской фона и рисунка плода, которые четко различаются визуально и контролируются надежными наследственными факторами, имеющие в своем генотипе рецессивные гены.

У арбуза надежным генетическим маркером материнской формы гибрида может служить признак нерассеченного (цельного) листа, который

контролируется геном *nl* (*non lobed* – нерассеченный). В этом случае гибридные семена можно получать при свободном опылении материнской формы отцовским родителем. На гибридных посевах благодаря рецессивному характеру наследования цельнолистности все негибридные растения удаляются в первом поколении на ранней стадии развития задолго до цветения. Оставляются только гибридные, имеющие рассеченный лист. Такой метод впервые был предложен Х. Мором и Х. Блекхарстом (Mohr H.C., Blackhurst H.T., 1955). В последующем метод получил развитие в работах Т.Б. Фурса (1974), К.Е. Дютина (1991). По их данным гибридность не превышала 48%. Для увеличения гибридности необходимо проводить ручное доопыление цветков, что вызывает значительное удорожание производства гибридных семян. Поэтому одной из важнейших задач в гетерозисной селекции является подбор исходных родительских форм, обеспечивающих не только увеличение продуктивности и качество гибридов, но и совершенствование и выявление оптимальных способов получения гибридных семян.

Большинство имеющихся в коллекции цельнолистных форм арбузов образуют на растениях мужские и обоеполые цветки и относятся к половому типу андромоноэция. Наличие такого типа цветения не обеспечивает получение достаточного количества гибридных семян при свободном переопылении родительских форм, т.к. обоеполые цветки материнской формы больше склонны к самоопылению.

В качестве материнских форм гибридов лучше использовать линии-доноры цельнолистных образцов с раздельнополым типом цветения, на растениях которых образуются мужские и женские цветки – половой тип моноэция. Наличие женских цветков у такого типа цветения способствует более полному перекрестному опылению и увеличению гибридности.

Для создания цельнолистных раздельнополых форм арбуза были проведены скрещивания цельнолистных (половой тип андромоноэция) с рассеченнолистными сортами полового типа моноэция и изучен характер

наследования по типу листа и признаку пола.

По типу листа у гибридов от скрещивания цельнолистных с рассеченнолистными формами в  $F_1$  проявляется признак рассеченного листа. Однако фенотипически тип листа имеет промежуточный (полудоминантный) характер наследования. В  $F_2$  происходит расщепление на сильно-рассеченные, среднерассеченные и цельнолистные в соотношении их фенотипических классов, как 1:2:1. В беккроссных скрещиваниях  $BC_1$  с цельнолистными формами соотношение по типу листа составило как 1:1:1 (таблица 19).

Таблица 19 – Характер наследования признака рассеченности листа, 2010-2012 гг.

| Линия, гибрид                 | Количество анализируемых растений | Количество растений по типу листа |                   |                   | Соотношения | Критерий $\chi^2$ |
|-------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------------|
|                               |                                   | нерассеченный (цельный)           | среднерассеченный | сильнорассеченный |             |                   |
| ЦЛ 752                        | 60                                | 60                                | ---               | ---               | ---         | ---               |
| РЛ                            | 62                                | ---                               | ---               | 62                | ---         | ---               |
| $F_1$ ЦЛ 752 x РЛ             | 57                                | ---                               | 57                | ---               | ---         | ---               |
| $F_2$ ЦЛ 752 x РЛ             | 60                                | 14                                | 32                | 14                | 1: 2: 1     | 0,72              |
| $BC_1$ (ЦЛ 752 x РЛ) x ЦЛ 752 | 56                                | 18                                | 22                | 16                | 1: 1: 1     | 0,95              |

У гибридов  $F_1$  от скрещивания сортов, относящихся к половому типу моноэция с образцами полового типа андромоноэция доминирует тип моноэция. В  $F_2$  происходит расщепление на растения полового типа моноэция и андромоноэция в соотношении близком, как 3:1. В беккроссных скрещиваниях с рецессивным по признаку пола андромоноэция соотношение их классов составляет, как 1:1. (таблица 20). Отсюда следует, что

вышеперечисленные признаки имеют разный характер наследования: цельнолистность – промежуточный (полудоминантный); раздельнополость (половой тип моноэция) – доминантный.

В результате изучения наследования признаков листа и пола выделены цельнолистные формы арбуза с раздельнополым типом цветения (половой тип моноэция), которые можно использовать как в сортовой селекции, так и в качестве материнских в селекции гетерозисных гибридов. Однако выделенные в начале работы цельнолистные формы уступали лучшим сортам отечественной и иностранной селекции по устойчивости к основным болезням (фузариозное увядание и антракноз).

Таблица 20 – Характер наследования признака пола у линий и гибридов арбуза, 2004г.

| Линия, гибрид                             | Количество<br>анализи-<br>рованных<br>растений | Количество растений по<br>признаку пола |                    | Соотно-<br>шения | Крите-<br>рий<br>$\chi^2$ |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------|-----------------------------------------|--------------------|------------------|---------------------------|
|                                           |                                                | моноэция                                | андромо-<br>ноэция |                  |                           |
| ЦЛ 752                                    | 60                                             | 60                                      | ---                | ---              | ---                       |
| РЛ                                        | 60                                             | ---                                     | 60                 | ---              | ---                       |
| F <sub>1</sub> ЦЛ 752 x РЛ                | 86                                             | 86                                      | ---                | ---              | ---                       |
| F <sub>2</sub> ЦЛ 752 x РЛ                | 88                                             | 66                                      | 22                 | 3:1              | 0                         |
| BC <sub>1</sub> (ЦЛ 752 x РЛ) x<br>ЦЛ 752 | 80                                             | 39                                      | 41                 | 1:1              | 0,08                      |

Поэтому, по мере выявления на инфекционных фонах образцов, устойчивых к указанным болезням и сочетающих наряду с устойчивостью высокие продуктивность и вкусовые качества, проведены скрещивания цельнолистных форм с сортами: Холодок, Астраханский, Быковский 22,

Любимец Краснодар, Лотос, Волжанин, Ольгинский, Родник, Charleston gray, Crimson sweet, Klondike stripped, Summer field и др.

В результате поэтапных циклических скрещиваний и периодических отборов у гибридов разных поколений выделены наиболее перспективные по комплексу признаков цельнолистные линии-доноры с раздельнополым типом цветения. Они различались между собой по скороспелости, продуктивности, форме, окраске фона и рисунку плода, цвету мякоти, ее консистенции, величине и окраске семян. Ряд выделенных цельнолистных линий: ЦЛ 656, ЦЛ 662, ЦЛ 752, ЦЛ 784 обладали высокой комбинационной способностью в скрещиваниях по продуктивности, содержанию сахаров, вкусовым качествам, проявили повышенную устойчивость к болезням и стрессовым условиям среды.

После проведения отборов и идентификации линий по морфологическим и хозяйственно-полезным признакам их включили в гибридизацию в качестве материнских форм для получения гибридных семян арбуза при естественном (свободном) опылении. Способ получения таких семян достаточно простой. На участке гибридизации материнская цельнолистная и отцовская рассеченнолистная формы размещались чередующимися рядами в соотношении 1 : 1. Схема посева 1,4 x 0,7 м.

В 2008-2009 годах проведено изучение гибридов F<sub>1</sub> арбуза, полученных от свободного переопыления материнских цельнолистных линий ЦЛ 752 и ЦЛ 784 с отцовскими сортами: Ольгинский, Волжанин, Холодок, Родник, Crimson sweet. Анализ гибридов при естественном опылении родительских форм показал, что гибридность была более высокой в комбинации ЦЛ 752 x Ольгинский (75-86%) и ЦЛ 752 x Волжанин (61-72%). У гибрида ЦЛ 752 x Холодок она была ниже и составила 52-58%. При использовании в качестве материнской линии ЦЛ 784 с отцовским сортом Родник гибридность составила 39-51 %, а с сортом Crimson sweet 59-77% (таблица 21).

Таблица 21 – Анализ гибридов F<sub>1</sub> арбуза от свободного опыления цельнолистных линий с отцовскими сортами, 2007 г.

| Гибрид              | Происхождение | Гибридность, % |         |
|---------------------|---------------|----------------|---------|
|                     |               | 2008 г.        | 2009 г. |
| ЦЛ 752 х Ольгинский | КОС ВИР       | 75             | 86      |
| ЦЛ 752 х Волжанин   | КОС ВИР       | 61             | 72      |
| ЦЛ 752 х Холодок    | КОС ВИР       | 52             | 58      |
| ЦЛ 784 х Родник     | КОС ВИР       | 39             | 51      |
| ЦЛ 784 х Crimson    | КОС ВИР       | 59             | 77      |

Предварительный анализ гибридов свидетельствует о том, что в комбинациях, исходные родительские формы которых совпадают или близки по фазе цветения, гибридность выше, а в комбинациях, где наблюдается разрыв между фазами цветения материнских и отцовских форм, гибридность семян ниже.

Если уровень гибридности по данным К.Е. Дютин (1991 а) при посеве в производственных условиях допускается в пределах 50-75%, то при таком уровне после прорывки негибридных растений в товарных посевах можно получить до 100% гибридных растений.

Среди изучаемых гибридов по продуктивности, содержанию сухого вещества по рефрактометру, вкусовой оценке выделены: ЦЛ 752 х Ольгинский, ЦЛ 752 х Волжанин, ЦЛ 752 х Холодок, ЦЛ 784 х Родник, ЦЛ 784 х Crimson sweet. По отношению к раннеспелому стандарту (Лидер) превышение по продуктивности составило 132-171,7%, а к среднеспелому (Родник) 104,5-135,8%. Вкусовые качества плодов у гибридов оценивались высоко (4,6-5,0 баллов) – таблица 22.

Таблица 22 – Характеристика гибридов F<sub>1</sub> арбуза по хозяйственно-полезным признакам, 2007г.

| Гибрид              | Вегетационный | Число плодов на растении | Средняя масса | Продуктивность | % к стандарту |              | Содержание сухого вещества, % | Вкус, балл |
|---------------------|---------------|--------------------------|---------------|----------------|---------------|--------------|-------------------------------|------------|
|                     |               |                          |               |                | Лидер         | Родник       |                               |            |
| <b>Ст. Лидер</b>    | <b>73</b>     | <b>1,2</b>               | <b>4,4</b>    | <b>5,3</b>     | <b>100,0</b>  | <b>79,1</b>  | <b>12,4</b>                   | <b>4,8</b> |
| ЦЛ 752 х Ольгинский | 76            | 1,3                      | 5,4           | 7,0            | 132,0         | 104,5        | 11,8                          | 4,7        |
| ЦЛ 752 х Волжанин   | 77            | 1,3                      | 6,5           | 8,4            | 158,5         | 125,4        | 12,8                          | 5,0        |
| ЦЛ 752 х Холодок    | 78            | 1,1                      | 8,0           | 8,8            | 166,0         | 131,3        | 11,9                          | 4,7        |
| ЦЛ 784 х Родник     | 78            | 1,2                      | 7,6           | 9,1            | 171,7         | 135,8        | 12,3                          | 5,0        |
| ЦЛ 784 х Crimson    | 75            | 1,2                      | 7,2           | 8,6            | 162,2         | 128,3        | 11,5                          | 4,6        |
| <b>Ст. Родник</b>   | <b>78</b>     | <b>1,2</b>               | <b>5,6</b>    | <b>6,7</b>     | <b>126,4</b>  | <b>100,0</b> | <b>11,9</b>                   | <b>4,8</b> |
| НСР <sub>05</sub>   |               |                          | 0,32          |                |               |              |                               |            |

Примечание – происхождение гибридов КОС ВИР

Уровень гибридности при естественном переопылении родительских форм зависит не только от полового типа материнской формы (в данном случае раздельнополой формы типа моноэция), но и степени выраженности (проявления) женского пола (насыщенности растений женскими цветками), их числовым соотношением к мужским цветкам. Поэтому при отборе цельнолистных форм в гибридных и селекционных питомниках следует обращать особое внимание на степень выраженности женского пола.

Линия ЦЛ 784 характерна более высокой выраженностью женского пола, чем линия ЦЛ 752. У первой соотношение мужских цветков к женским составляет в среднем 6:1, в то время как у ЦЛ 752 - 9:1. Поэтому, процент

гибридности, полученный при использовании ЦЛ 784 выше, чем у ЦЛ 752.

Как известно, арбуз относится к одной из наиболее трудоемких культур при возделывании. Особенно велики затраты в период проведения междурядных обработок, ручных прополок и уборки урожая. Это объясняется тем, что возделываемые сорта имеют длинные плети, которые по мере разрастания полностью закрывают междурядья и создают значительные трудности при проведении механизированных обработок. Для снижения затрат необходимо иметь сорта, удобные при возделывании, максимально приспособленные к использованию средств механизации по уходу за растениями и уборке плодов. Для выведения таких сортов был создан соответствующий исходный материал.

Также, как и другие бахчевые культуры, арбуз имеет большие различия по габитусу растений, который варьирует от средне- и длинноплетистых до кустовых и короткоплетистых. Среди форм генетической коллекции заслуживают внимания арбузы, имеющие кустовой или короткоплетистый с компактным габитусом тип растения. Такие формы в большей мере отвечают требованиям практической селекции в создании сортов, пригодных для механизированного возделывания.

Изучением форм арбуза, обладающих признаками кустовости, занимались Филов А.И.(1969), Фурса Т.Б. (1974, 1977), Теханович Г.А. (1985, Дютин К.Е. (1980 б). Исследования проведены после открытия американским ученым Mohr Н.С. (1975) карликового мутанта арбуза, который был представлен одной рецессивной мутацией. Карликовый мутант был им назван Bush Desert King (Кустовой Король пустыни, к-3939).

Образец имеет укороченную главную плеть (60-70 см) и 2-3 боковые плети длиной 20-30 см. Междоузлия короткие (2-3 см), листья крупные с широкими дольками темно-зеленой окраски, гофрированные. Плоды мелкие, массой 0,5-0,7 кг, белесые, шаровидной формы. Кора тонкая, хрупкая, непрочная, трескающаяся у вершинной части плода еще до созревания. Мякоть абрикосового цвета, волокнистая, малосладкая. Позднеспелый, от

всходов до созревания 95-110 дней. Плоды поражаются вершинной гнилью. Семена очень медленно прорастают. Таким образом, за исключением признака кустовости, все остальные признаки не обладают необходимыми хозяйственно-полезными свойствами.

Американские ученые Loy J., Liu P. (1975) изучали наследование признака кустовости (карликовости) арбуза у двух мутантов арбуза: dwarf – 1 и dwarf – 2. Ими установлено, что короткие междоузлия первого мутанта определяются более короткими клетками, у второго – меньшим числом клеток. У первого мутанта признак карликовости контролируется геном  $dw - 1$ , у второго геном  $dw - 2$ .

Большинство исследователей изучали наследование признака кустовости у гибридов, полученных от скрещивания кустовой формы с плетистыми рассеченнолистными сортами. В исследованиях Г.А. Техановича (1985) для получения кустовой цельнолистной формы с раздельнополым типом цветения проведено изучение наследования признака кустовости и признака листа у гибридов  $F_1 - F_2$  от скрещивания кустовой рассеченнолистной формы с плетистыми цельнолистными сортами: Bush Desert King x Цера, Bush Desert King x Грибовский цельнолистный. Было установлено, что у гибридов  $F_1$  от скрещивания кустовой рассеченнолистной формы (КРЛ) с плетистыми цельнолистными (ПЦЛ) доминируют признаки растений плетистого типа с рассеченным листом (ПРЛ), несвойственные ни одной родительской форме. В  $F_2$  гибриды расщеплялись на плетистые рассеченнолистные (ПРЛ), плетистые цельнолистные (ПЦЛ), кустовые рассеченнолистные (КРЛ), кустовые цельнолистные (КЦЛ) растения в соотношении 9 прл: 3 пцл: 3 крл: 1 кцл.

В  $F_2$  выделены кустовые цельнолистные растения. Факт выщепления таких растений указывает на взаимодействие генов, гомозиготное состояние которых по обоим рецессивным факторам, обуславливающих кустовость и цельнолистность, дают образование новых особей кустовых цельнолистных форм.

В расщепляющихся гибридных потомствах проведен отбор кустовых рассеченнолистных и кустовых цельнолистных форм. Хотя они были несколько лучше по некоторым признакам (компактность растения, вкус плодов), чем исходный кустовой образец, все же они были малопродуктивны и позднеспелы, значительно уступая возделываемым сортам по комплексу признаков.

Для улучшения качественных показателей проведены повторные скрещивания отобранных кустовых рассеченно- и цельнолистных форм с лучшими по хозяйственно-ценным признакам сортами отечественной и зарубежной селекции: Астраханский, Мелитопольский, Роза Юго-Востока, Crimson sweet и др.

Поскольку признак кустовости и продуктивности имеет отрицательную корреляцию было проведено несколько циклов дополнительных скрещиваний, включая и беккроссные, для того, чтобы преодолеть отрицательные факторы, влияющие на основные в хозяйственном отношении признаки. Попутно изучали и уточняли наследование кустовости, формы, окраски плода и мякоти, продуктивности, сахаристости, устойчивости к болезням.

В таблице 23 представлены основные хозяйственно-ценные признаки кустовых и короткоплетистых форм арбуза, отобранных в 2008-2010гг.

Таблица 23 – Характеристика цельнолистных, кустовых и короткоплетистых линий арбуза, 2008-2010гг.

| Линия                      | Ве-<br>гетацион-<br>ный<br>период,<br>дней | Кол-во<br>плодов на<br>растении | Средняя<br>масса<br>плода, кг | Продук-<br>тив-<br>ность, кг | В % к<br>стан-<br>дарту<br>Родник | Содержа-<br>ние сухого<br>вещества, % | Вкус,<br>балл |
|----------------------------|--------------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------------|---------------|
| 1                          | 2                                          | 3                               | 4                             | 5                            | 6                                 | 7                                     | 8             |
| <b>Стандарт<br/>Родник</b> | <b>82</b>                                  | <b>1,2</b>                      | <b>7,0</b>                    | <b>8,4</b>                   |                                   | <b>10,8</b>                           | <b>4,5</b>    |
| Цельнолистные плетистые    |                                            |                                 |                               |                              |                                   |                                       |               |
| ЦЛ 632                     | 66                                         | 1,4                             | 4,2                           | 5,9                          | 70,2                              | 9,8                                   | 4,2           |

| 1                                  | 2  | 3   | 4    | 5   | 6     | 7    | 8   |
|------------------------------------|----|-----|------|-----|-------|------|-----|
| ЦЛ 662                             | 80 | 1,0 | 6,5  | 6,5 | 77,4  | 10,0 | 4,3 |
| ЦЛ 752                             | 80 | 1,1 | 7,7  | 8,5 | 101,2 | 10,6 | 4,5 |
| ЦЛ 784                             | 78 | 1,2 | 5,7  | 6,8 | 80,9  | 11,3 | 4,9 |
| ЦЛ 656                             | 76 | 1,2 | 6,6  | 7,9 | 94,0  | 11,0 | 4,6 |
| НСР <sub>05</sub>                  |    |     | 0,25 |     |       |      |     |
| Кустовые рассеченнолистные         |    |     |      |     |       |      |     |
| КРЛ 694                            | 84 | 1,0 | 4,5  | 4,5 | 53,6  | 10,7 | 4,5 |
| КРЛ 718                            | 85 | 1,2 | 4,7  | 5,6 | 66,7  | 11,0 | 4,7 |
| КРЛ 732                            | 87 | 1,1 | 6,4  | 7,0 | 83,3  | 11,2 | 4,8 |
| НСР <sub>05</sub>                  |    |     | 0,28 |     |       |      |     |
| Короткоплетистые рассеченнолистные |    |     |      |     |       |      |     |
| КПЛ 882                            | 80 | 1,1 | 6,8  | 7,5 | 89,3  | 11,3 | 4,7 |
| КПЛ 886                            | 79 | 1,0 | 8,7  | 8,7 | 103,6 | 11,0 | 4,5 |
| НСР <sub>05</sub>                  |    |     | 0,14 |     |       |      |     |
| Кустовые цельнолистные             |    |     |      |     |       |      |     |
| КЦЛ 300                            | 82 | 1,0 | 3,9  | 3,9 | 46,4  | 10,7 | 4,3 |
| КЦЛ 760                            | 84 | 1,0 | 4,3  | 4,3 | 51,2  | 10,8 | 4,3 |
| НСР <sub>05</sub>                  |    |     | 0,18 |     |       |      |     |

Примечание – происхождение линий – КОС ВИР

В результате циклических скрещиваний и периодических отборов были выделены перспективные кустовые рассеченнолистные линии: КРЛ 694, КРЛ 718, КРЛ 730, КРЛ 732 и др.; кустовые цельнолистные: КЦЛ 300, КЦЛ 556, КЦЛ 760; короткоплетистые линии: КПЛ 880, КПЛ 884, КПЛ 886 и др. с признаками плода, характерными для таких сортов как Мелитопольский, Астраханский, Родник, Crimson sweet и др.

Их продуктивность в богарных условиях при площади питания 1,4 х 0,7 м составила от 4,3 до 8,7 кг на растение при средней массе плода от 3,9 до 8,7 кг. Они отличались высокой сахаристостью с содержанием сухого вещества до 11,3 % по рефрактометру и достаточно хорошим вкусом плодов, который оценивался в 4,5-5,0 баллов.

Некоторые из них (КРЛ 694, КРЛ 732) обладают донорскими свойствами, передавая потомству признаки компактного развития куста,

достаточно высокую продуктивность, качество, адаптивность к засушливым условиям. Выделенные кустовые линии-доноры представляют интерес в сортовой и гетерозисной селекции. На основе использования кустовой рассеченнолистной линии КРЛ 732 создан сорт позднеспелого арбуза Святослав. Он имеет компактные кустовые растения, плоды округлой формы с темно-зеленым фоном и широкими черно-зелеными полосами. Масса товарного плода 4,8-6,0 кг, максимальная 7,0–8,0 кг. Мякоть густо-розовой и малиновой окраски, плотно-зернистая, сладкая и очень сладкая. Вкус 4,4-4,7 балла. Содержание сухих веществ 9,2-10,6 %, общего сахара 8,1-10,0 %. Урожайность товарных плодов 49-56 т/га. Транспортабельность и лежкость высокие. Обладает устойчивостью к фузариозу и антракнозу. Сорт районирован в 2009 году.

В настоящее время кустовые линии включены в работу для получения гибридов  $F_1$ , как плетистого, так и кустового типа. Обладая компактными кустовыми растениями, они образуют в четыре-пять раз меньше мужских цветков, чем обычные плетистые. Обладая компактностью куста и ярко-выраженными гофрированными листьями, использование их в качестве материнских форм может обеспечить более высокий процент выхода гибридных семян, а применение кустовых гибридов в производстве сделать удобным для механизированного возделывания посевов. На основе вышеперечисленных исследований получен ценный исходный материал, который широко используется в качестве источников и доноров в селекции новых сортов и гибридов.

#### 4.3 многоцелевые гибридные комбинации и испытание коллекции

Способ получения сортов и гибридов, наследование хозяйственно-ценных признаков арбуза – все это влияет на используемые методы селекции арбуза. Объективная оценка эффективности селекционной процедуры должна быть включена в каждую селекционную работу. Количество успешных сортов, произведенных на единицу затраченных средств, должно быть вклю-

чено в критерии оценки, которые варьируются в зависимости от цели и задач. Образцы и передовые селекционные линии, интересные с научной точки зрения, подвергаются тщательному изучению и сравнению с соответствующими стандартами в течение как минимум трех лет. Лучшие линии используются в качестве родителей для создания новых популяций для дальнейшей селекции. Селекция арбузов направлена на создание новых, оригинальных, востребованных на рынке сортов и гибридов арбуза. Генетическая коллекция арбуза является базовой платформой для отбора, изучения и дальнейшего использования в селекционных технологиях перспективных образцов арбуза.

Таким образом, выведение новых сортов – трудоемкий процесс, требующий тщательного перспективного планирования, рационального использования генетических ресурсов и минимальной смены направлений. В связи с этим ускоренная селекция является потенциальным методом создания принципиально новых сортов и гибридов арбуза за короткий период времени.

Мы используем термин многоцелевые гибридные комбинации т.к. рассматриваем селекционный процесс по нескольким направлениям и на наш взгляд это в полной мере отражает его многогранность. Работа с коллекцией идет по нескольким направлениям, что представлено на рисунке 2.

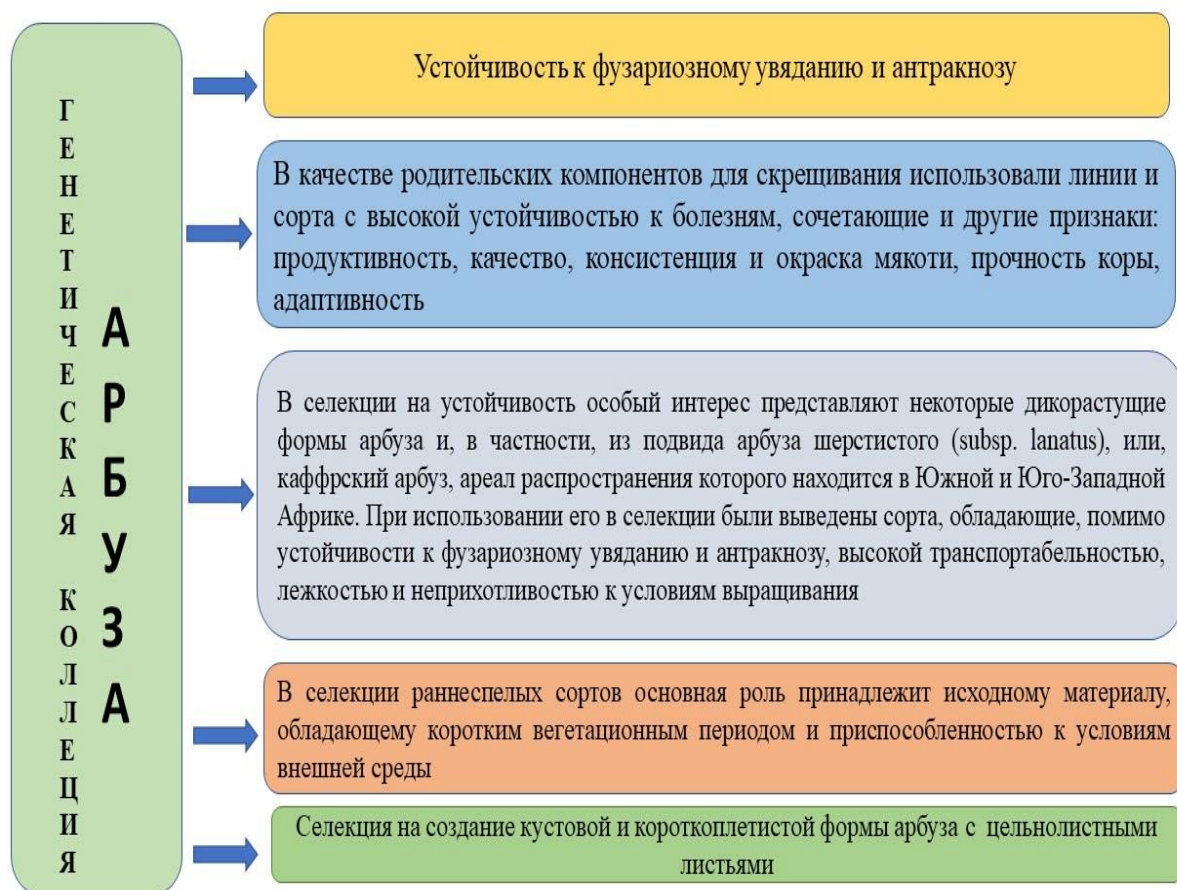


Рисунок 2 – Работа по созданию многоцелевых гибридных комбинаций арбуза на основе генетической коллекции

Рассмотрим базовые этапы селекционного процесса на основе многоцелевых гибридных комбинаций.

#### 4.3.1 Селекционная работа с коллекцией по созданию скороспелых, продуктивных и высококачественных линий арбуза

Изучение проведено на образцах русской, американской, европейской, восточноазиатской, дальневосточной, закавказской эколого-географических групп. Среди образцов первого года изучения выделены источники раннеспелости с вегетационным периодом 58-65 дней: № 11 (к-3451, Приморский край); Местный (кк-4958, 5328, Вьетнам); Местный (к-5285, Йемен); б/н (к-4388), Mijako №1 (к-4864), Midget Cream (к-4866), Repo (к-5360) из Японии; Популяция 2 (к-5370), Популяция 4 (к-5371), Популяция 6 (к-5372) из Сингапура; Sweet Princess (к-4433), Luisiana Sweet (к-4628), Royal Jubilee (к-5136),

Blacktail Mountain (к-5163) из США. Наряду с высокой скороспелостью они имели достаточно хорошие продуктивность и качество плодов.

Среди среднеспелых образцов представляют интерес высокопродуктивные с хорошими качественными показателями американские сорта: Jubilee (к-4329), Jankee Doodle (к-4330), Colo (к-4377), Summer Field (к-4432), Luisiana sweet (к-4628), Allsweet (к-4719), Royal Charleston (к-4731), Tender Sweet Orange Flesh (к-4788), Improved Dixie Queen (к-4861); а также образцы из Перу: Nacional (к-4658); Мексики: б/н (Местный) (к-5081), Improved Peacock (к-5265); Афганистана: Местный (к-4197).

Следует отметить, что в популяции образца из США Sweet Treat (к-5373) выделено три мутантных растения кустового типа. Среди них два растения с желтой окраской листьев – желто-зеленый мутант кустовой (ЖЗМК) и одно растение кустовое с зеленой окраской листьев. Обладая контрастными признаками они представляют интерес в селекции для использования их в качестве генетических маркеров.

Еще один мутант обнаружен в популяции местного образца из Лаоса (вр. 1214). Выщепилось растение кустового типа с чрезвычайно сильной расчеченностью листьев. На этом растении очень поздно появились видоизмененные, очень мелкие мужские цветки. Так как женские цветки в течении вегетации не появились, то не было возможности провести самоопыление и сохранить эту мутантную форму.

Среди образцов коллекции Bush Charleston (к-5131) и Bush Jubilee (к-5158), которые представляют собой гибридные популяции, выщепились кустовые растения. В отличие от плетистых они малопродуктивны (1,1–1,5 кг) и низкого качества. Тем не менее, кустовые формы с плодами другого типа можно использовать в скрещиваниях для улучшения их продуктивных и качественных показателей.

В таблице 24 приведена характеристика образцов коллекции арбуза за два года изучения (2018, 2019гг.). Выделились раннеспелые, с высокими продуктивностью и качеством плодов образцы: Ранний Кубани (к-5382),

Огонек (к-3588), Early Canada (к-2922, США), Sugar Red (к-4963, Дания), Shintetikus (к-5255, Венгрия), Местный (к-5320, Китай), Сюрприз (к-5429, Россия).

Особый интерес представляют образцы средне- и позднеспелые с повышенным содержанием сухих веществ (10,6-11,9 %) и высоким вкусом плодов (4,2-5 балла): Любимчик (к-5427), Старт (к-5398), Святослав (к-5428) Россия; Многоплодный (к-3870, Молдова), Kleckley's sweet (к-137, США), результаты представлены в таблице 24.

Таблица 24 – Характеристика образцов коллекции арбуза в 2018, 2019 гг.

| № каталога ВИР | Образец       | Происхождение | Год изучения | Вегетационный период, дней | Число плодов на растении   | Средняя масса плода, кг | Продуктивность, кг | в % к стандарту |        | Содержание сухого вещества, % | Вкус, балл |
|----------------|---------------|---------------|--------------|----------------------------|----------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|--------|-------------------------------|------------|
|                |               |               |              |                            |                            |                         |                    | Лидер           | Родник |                               |            |
| 1              | 2             | 3             | 4            | 5                          | 6                          | 7                       | 8                  | 9               | 10     | 11                            | 12         |
| 5666           | Ст. Лидер     | КОС ВИР       | 2018         | 69                         | 1,0                        | 4,9                     | 4,9                | 100,0           |        | 11,7                          | 4,9        |
|                |               |               | 2019         | 64                         | 1,2                        | 5,0                     | 6,0                | 100,0           |        | 11,1                          | 4,5        |
| 5382           | Ранний Кубани | КОС ВИР       | 2018         | 68                         | 1,6                        | 4,5                     | 7,2                | 146,9           |        | 9,7                           | 4,1        |
|                |               |               | 2019         | 64                         | 1,4                        | 4,0                     | 5,6                | 93,3            |        | 10,9                          | 4,4        |
| 3588           | Огонек        | Украина       | 2018         | 68                         | 1,1                        | 3,8                     | 4,2                | 85,7            |        | 10,2                          | 4,2        |
|                |               |               | 2019         | 64                         | 1,1                        | 3,6                     | 4,0                | 66,7            |        | 9,5                           | 4,0        |
| 5090           | Ольгинский    | КОС ВИР       | 2018         | 79                         | 1,4                        | 4,7                     | 6,6                | 134,7           |        | 10,7                          | 4,4        |
|                |               |               | 2019         | 74                         | 1,2                        | 4,9                     | 5,9                | 98,3            |        | 10,8                          | 4,4        |
| 2922           | Early Canada  | США           | 2018         | 68                         | 1,0                        | 4,6                     | 4,6                | 93,9            |        | 10,3                          | 4,3        |
|                |               |               | 2019         | 70                         | 1,5                        | 3,9                     | 5,8                | 96,7            |        | 9,3                           | 4,2        |
| 4963           | Sugar Red     | Дания         | 2018         | 68                         | 1,0                        | 4,0                     | 4,0                | 81,6            |        | 11,1                          | 4,3        |
|                |               |               | 2019         | 60                         | 1,5                        | 3,8                     | 5,7                | 95              |        | 9,8                           | 4,2        |
| 5255           | Shintetikus   | Венгрия       | 2018         | 67                         | 1,2                        | 5,7                     | 6,8                | 138,7           |        | 10,9                          | 4,5        |
|                |               |               | 2019         | 60                         | 1,7                        | 5,2                     | 8,8                | 146,7           |        | 9,6                           | 4,2        |
| 5320           | Местный       | Китай         | 2018         | 64                         | 1,0                        | 6,7                     | 6,7                | 136,7           |        | 9,4                           | 4,0        |
|                |               |               | 2019         | 60                         | 1,7                        | 3,1                     | 5,3                | 111,7           |        | 10,3                          | 4,0        |
| 5429           | Сюрприз       | КОС ВИР       | 2018         | 63                         | 1,5                        | 3,3                     | 5,0                | 102,0           |        | 10,6                          | 4,2        |
|                |               |               | 2019         | 58                         | 1,6                        | 3,3                     | 5,3                | 88,3            |        | 9,3                           | 4,0        |
| 5426           | Благодатный   | КОС ВИР       | 2018         | 71                         | 1,4                        | 6,2                     | 8,7                | 177,5           |        | 10,7                          | 4,3        |
|                |               |               | 2019         | 67                         | 1,1                        | 6,0                     | 6,6                | 110,0           |        | 9,9                           | 4,0        |
| № каталога ВИР | Образец       | Происхождение | Год изучения | Вегетац. период, дн.       | Число плодов на раст., шт. | Средняя масса плода, кг | Продуктивность, кг | в % к стандарту |        | Содержание сухого             | Вкус, балл |

|      |                  |                  |      |    |     |     |     | Лидер | Родник | вещества, % |     |
|------|------------------|------------------|------|----|-----|-----|-----|-------|--------|-------------|-----|
| 1    | 2                | 3                | 4    | 5  | 6   | 7   | 8   | 9     | 10     | 11          | 12  |
| 5430 | Ст. Родник       | КОС ВИР          | 2018 | 81 | 1,2 | 5,8 | 7,0 |       | 100,0  | 10,1        | 4,3 |
|      |                  |                  | 2019 | 80 | 1,2 | 6,3 | 7,6 |       | 100,0  | 10,4        | 4,2 |
| 5427 | Любимчик         | КОС ВИР          | 2018 | 81 | 1,2 | 6,2 | 7,4 |       | 105,7  | 11,4        | 4,5 |
|      |                  |                  | 2019 | 74 | 1,5 | 4,0 | 6,0 |       | 78,9   | 10,6        | 4,2 |
| 5398 | Старт            | Россия           | 2018 | 72 | 1,2 | 4,9 | 5,9 |       | 84,3   | 11,6        | 4,7 |
|      |                  |                  | 2019 | 60 | 1,5 | 3,5 | 5,2 |       | 68,4   | 11,9        | 4,7 |
| 5428 | Святослав        | КОС ВИР          | 2018 | 89 | 1,0 | 6,8 | 6,8 |       | 97,1   | 11,8        | 5,0 |
|      |                  |                  | 2019 | 90 | 1,2 | 3,1 | 3,7 |       | 48,7   | 11,2        | 4,4 |
| 3870 | Многоплодный     | Молдова          | 2018 | 83 | 1,4 | 3,2 | 4,5 |       | 64,3   | 10,8        | 4,3 |
|      |                  |                  | 2019 | 70 | 1,7 | 4,8 | 8,2 |       | 107,9  | 10,8        | 4,3 |
| 137  | Kleckley's sweet | США              | 2018 | 72 | 1,2 | 4,6 | 5,5 |       | 78,6   | 11,5        | 4,7 |
|      |                  |                  | 2019 | 74 | 1,0 | 5,3 | 5,3 |       | 69,7   | 10,4        | 4,0 |
| 4039 | Местный (КП)     | Азербай-<br>джан | 2018 | 77 | 1,0 | 3,0 | 3,0 |       |        | 10,7        | 4,5 |
|      |                  |                  | 2019 | 67 | 1,0 | 3,8 | 3,8 |       |        | 10,0        | 4,0 |
| 4039 | Местный (Куст.)  | Азербай-<br>джан | 2018 | 90 | 1,0 | 0,9 | 0,9 |       |        | 10,8        | 4,5 |
|      |                  |                  | 2019 | 75 | 1,0 | 1,4 | 1,4 |       |        | 9,6         | 4,0 |

Кустовая и короткоплетистая формы арбуза, выделенные в 2018 году в популяции образца из Азербайджана (к-4039) оказались гетерозиготными и в 2019 году вновь дали расщепление на кустовые и короткоплетистые. При этом короткоплетистые имели более высокую продуктивность (1,8-3,0 кг/раст.), чем кустовые (0,9-1,4 кг/раст.). Качество их плодов оценивалось в 4,0-4,5 балла. В настоящее время основное внимание уделяется закреплению признаков указанных форм с целью получения выровненного материала.

За три года изучения (2017-2019 гг.) выделены раннеспелые образцы с вегетационным периодом 62-70 дней с продуктивностью (4,1–5,7 кг/раст) и качеством (4,1-4,3 балла) на уровне или близком к стандарту (Лидер): Ранний Кубани (к-5382), Dixie (к-58, США), Огонек (к-3588, Украина).

Из средне- и позднеспелых по продуктивности (6,4-8,6 кг/раст.) и качеству (4,1-4,5 балла) выделились: Ольгинский (к-5090), Черный принц (к-5425) Россия; Halbert's Honew (к-98, США), Wonder melon (к-5005, Чили); Местный (кк-1655, 4795, Эфиопия); Мелитопольский 142 (к-2220) (таблица 25).

Для селекции представляют интерес короткоплетистые образцы: Местный (к-3741, Индия), Monk's Treasure (к-4833, Япония). Следует отметить, что выделившиеся образцы проявили достаточную устойчивость к стрессовым условиям жары и засухи, которые были характерны в 2018 и 2019 годах.

Таблица 25 – Характеристика образцов коллекции арбуза, 2017-2019 гг.

| № каталога<br>ВИР | Образец         | Проис-<br>хождение | Год<br>изучения | Вегета-<br>ционный<br>период,<br>дней | Число<br>плодов<br>на расте-<br>нии, шт | Средняя<br>масса<br>плода, кг | Продук-<br>тивность,<br>кг | в %<br>к стандарту |        | Содержание<br>сухого<br>вещества, % | Вкус,<br>балл |
|-------------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------|-----------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|--------|-------------------------------------|---------------|
|                   |                 |                    |                 |                                       |                                         |                               |                            | Лидер              | Родник |                                     |               |
| 5666              | Стандарт Лидер  | КОС ВИР            | 2017            | 69                                    | 1,9                                     | 4,0                           | 7,6                        |                    |        | 10,3                                | 4,1           |
|                   |                 |                    | 2018            | 69                                    | 1,0                                     | 4,9                           | 4,9                        |                    |        | 11,7                                | 4,9           |
|                   |                 |                    | 2019            | 64                                    | 1,2                                     | 5,0                           | 6,0                        |                    |        | 11,1                                | 4,5           |
|                   |                 |                    | Σ               | 67                                    | 1,4                                     | 4,6                           | 6,2                        | 100                | 84,9   | 11,0                                | 4,5           |
| 5382              | Ранний Кубани   | КОС ВИР            | 2017            | 65                                    | 1,3                                     | 5,5                           | 7,1                        |                    |        | 10,6                                | 4,5           |
|                   |                 |                    | 2018            | 68                                    | 1,6                                     | 4,5                           | 7,2                        |                    |        | 9,7                                 | 4,1           |
|                   |                 |                    | 2019            | 64                                    | 1,4                                     | 4,0                           | 5,6                        |                    |        | 10,9                                | 4,4           |
|                   |                 |                    | Σ               | 62                                    | 1,4                                     | 4,7                           | 6,6                        | 106,4              | 90,4   | 10,4                                | 4,3           |
| 3588              | Огонек          | Украина            | 2017            | 63                                    | 1,3                                     | 3,1                           | 4,0                        |                    |        | 8,4                                 | 4,0           |
|                   |                 |                    | 2018            | 68                                    | 1,1                                     | 3,8                           | 4,2                        |                    |        | 10,2                                | 4,2           |
|                   |                 |                    | 2019            | 64                                    | 1,1                                     | 3,6                           | 4,0                        |                    |        | 9,5                                 | 4,0           |
|                   |                 |                    | Σ               | 65                                    | 1,2                                     | 3,5                           | 4,1                        | 66,1               | 56,2   | 9,4                                 | 4,1           |
| 5090              | Ольгинский      | КОС ВИР            | 2017            | 74                                    | 1,4                                     | 4,9                           | 6,7                        |                    |        | 10,4                                | 4,5           |
|                   |                 |                    | 2018            | 79                                    | 1,4                                     | 4,7                           | 6,6                        |                    |        | 10,7                                | 4,4           |
|                   |                 |                    | 2019            | 74                                    | 1,2                                     | 4,9                           | 5,9                        |                    |        | 10,8                                | 4,4           |
|                   |                 |                    | Σ               | 76                                    | 1,3                                     | 4,8                           | 6,4                        | 103,2              | 87,7   | 10,6                                | 4,4           |
| 58                | Dixie           | США                | 2017            | 74                                    | 1,4                                     | 5,2                           | 7,3                        |                    |        | 9,8                                 | 4,5           |
|                   |                 |                    | 2018            | 67                                    | 1,5                                     | 4,0                           | 6,0                        |                    |        | 9,7                                 | 4,1           |
|                   |                 |                    | 2019            | 70                                    | 1,4                                     | 2,7                           | 3,8                        |                    |        | 9,0                                 | 3,7           |
|                   |                 |                    | Σ               | 70                                    | 1,4                                     | 4,0                           | 5,7                        | 91,9               | 78,1   | 9,5                                 | 4,1           |
| 98                | Halbert’s Honew | США                | 2017            | 80                                    | 1,0                                     | 4,7                           | 4,7                        |                    |        | 9,4                                 | 4,0           |
|                   |                 |                    | 2018            | 76                                    | 1,6                                     | 6,3                           | 10,1                       |                    |        | 11,3                                | 4,5           |
|                   |                 |                    | 2019            | 70                                    | 1,0                                     | 8,3                           | 8,3                        |                    |        | 11,2                                | 4,6           |
|                   |                 |                    | Σ               | 75                                    | 1,2                                     | 6,4                           | 7,7                        | 124,2              | 105,5  | 10,6                                | 4,4           |

Продолжение таблицы 25

| № каталога<br>ВИР | Образец        | Проис-<br>хождение | Год<br>изучения | Вегета-<br>ционный<br>период,<br>дней | Число<br>плодов<br>на расте-<br>нии, шт. | Средняя<br>масса<br>плода, кг | Продук-<br>тивность,<br>кг | в %<br>к стандарту |        | Содержание<br>сухого<br>вещества, % | Вкус,<br>балл |
|-------------------|----------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|--------|-------------------------------------|---------------|
|                   |                |                    |                 |                                       |                                          |                               |                            | Лидер              | Родник |                                     |               |
| 5005              | Wonder melon   | Чили               | 2017            | 80                                    | 1,1                                      | 5,9                           | 6,5                        |                    |        | 9,9                                 | 4,2           |
|                   |                |                    | 2018            | 77                                    | 1,2                                      | 4,2                           | 5,0                        |                    |        | 11,8                                | 5,0           |
|                   |                |                    | 2019            | 70                                    | 1,5                                      | 5,1                           | 7,6                        |                    |        | 10,5                                | 4,2           |
| Σ                 |                |                    |                 | 76                                    | 1,3                                      | 5,1                           | 6,4                        | 103,2              | 87,7   | 11,1                                | 4,5           |
| 1655              | Местный        | Эфиопия            | 2017            | 74                                    | 1,2                                      | 7,3                           | 8,7                        |                    |        | 9,1                                 | 3,9           |
|                   |                |                    | 2018            | 73                                    | 1,8                                      | 5,2                           | 9,4                        |                    |        | 9,3                                 | 3,7           |
|                   |                |                    | 2019            | 70                                    | 1,1                                      | 6,1                           | 6,7                        |                    |        | 9,3                                 | 4,0           |
| Σ                 |                |                    |                 | 72                                    | 1,4                                      | 6,2                           | 8,3                        | 133,9              | 113,7  | 9,2                                 | 3,9           |
| 4795              | Местный        | Эфиопия            | 2017            | 74                                    | 1,0                                      | 8,3                           | 8,3                        |                    |        | 10,2                                | 4,2           |
|                   |                |                    | 2018            | 72                                    | 1,8                                      | 5,5                           | 9,9                        |                    |        | 11,4                                | 4,7           |
|                   |                |                    | 2019            | 70                                    | 1,1                                      | 7,0                           | 7,7                        |                    |        | 11,2                                | 4,5           |
| Σ                 |                |                    |                 | 72                                    | 1,3                                      | 6,9                           | 8,6                        | 138,7              | 117,8  | 10,9                                | 4,5           |
| 2220              | Мелитопольский | Поволжье           | 2017            | 74                                    | 1,2                                      | 4,2                           | 5,0                        |                    |        | 9,4                                 | 4,0           |
|                   |                |                    | 2018            | 82                                    | 1,0                                      | 4,5                           | 4,5                        |                    |        | 9,8                                 | 4,0           |
|                   |                |                    | 2019            | 77                                    | 1,0                                      | 6,2                           | 6,2                        |                    |        | 10,3                                | 4,4           |
| Σ                 |                |                    |                 | 78                                    | 1,1                                      | 5,0                           | 5,2                        | 83,9               | 71,2   | 9,8                                 | 4,1           |
| 5425              | Черный принц   | КОС ВИР            | 2017            | 74                                    | 1,2                                      | 7,2                           | 8,6                        |                    |        | 10,0                                | 4,5           |
|                   |                |                    | 2018            | 81                                    | 1,3                                      | 5,8                           | 7,5                        |                    |        | 10,6                                | 4,2           |
|                   |                |                    | 2019            | 77                                    | 1,4                                      | 4,4                           | 6,2                        |                    |        | 10,6                                | 4,1           |
| Σ                 |                |                    |                 | 77                                    | 1,3                                      | 5,8                           | 7,4                        | 119,3              | 101,4  | 10,4                                | 4,3           |
| 3741              | Местный        | Индия              | 2017            | 69                                    | 1,5                                      | 2,7                           | 4,0                        |                    |        | 10,1                                | 4,0           |
|                   |                |                    | 2018            | 75                                    | 1,4                                      | 3,7                           | 5,2                        |                    |        | 10,2                                | 4,0           |
|                   |                |                    | 2019            | 70                                    | 1,1                                      | 3,0                           | 3,3                        |                    |        | 10,1                                | 4,2           |
| Σ                 |                |                    |                 | 77                                    | 1,3                                      | 3,1                           | 4,2                        | 67,7               | 57,5   | 10,1                                | 4,1           |
|                   |                |                    |                 |                                       |                                          |                               |                            |                    |        |                                     |               |

| Продолжение таблицы 25 |                 |                    |                 |                                       |                                          |                               |                            |                    |        |                                     |               |
|------------------------|-----------------|--------------------|-----------------|---------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|--------|-------------------------------------|---------------|
| № каталога<br>ВИР      | Образец         | Проис-<br>хождение | Год<br>изучения | Вегета-<br>ционный<br>период,<br>дней | Число<br>плодов<br>на расте-<br>нии, шт. | Средняя<br>масса<br>плода, кг | Продук-<br>тивность,<br>кг | в %<br>к стандарту |        | Содержание<br>сухого<br>вещества, % | Вкус,<br>балл |
|                        |                 |                    |                 |                                       |                                          |                               |                            | Лидер              | Родник |                                     |               |
| 4833                   | Monk’s Treasure | Япония             | 2017            | 75                                    | 1,8                                      | 1,2                           | 2,2                        |                    |        | 10,0                                | 4,0           |
|                        |                 |                    | 2018            | 65                                    | 1,4                                      | 2,8                           | 3,9                        |                    |        | 9,6                                 | 4,0           |
|                        |                 |                    | 2019            | 70                                    | 2,2                                      | 2,6                           | 5,7                        |                    |        | 10,5                                | 4,2           |
| Σ                      |                 |                    |                 | 70                                    | 1,8                                      | 2,2                           | 3,9                        | 62,9               | 53,4   | 10,0                                | 4,1           |
| 5430                   | Стандарт Родник | КОС ВИР            | 2017            | 74                                    | 1,3                                      | 5,7                           | 7,4                        |                    |        | 9,8                                 | 4,2           |
|                        |                 |                    | 2018            | 81                                    | 1,2                                      | 5,8                           | 7,0                        |                    |        | 10,1                                | 4,3           |
|                        |                 |                    | 2019            | 80                                    | 1,2                                      | 6,3                           | 7,6                        |                    |        | 10,4                                | 4,2           |
| Σ                      |                 |                    |                 | 78                                    | 1,2                                      | 5,9                           | 7,3                        | 117,7              | 100,0  | 10,1                                | 4,2           |

#### 4.3.2 Селекционно-генетическое изучение цельнолистных, кустовых и короткоплетистых форм арбуза

При изучении мировой коллекции особое внимание уделяется расширению генетического разнообразия бахчевых культур путем выявления и создания новых источников и доноров хозяйственно-ценных признаков. Они необходимы для селекции сортов и гибридов разного направления использования.

На основе изучения образцов коллекции и гибридов разных поколений выделены и закреплены перспективные для селекции формы с генетически контролируемыми признаками.

Заслуживают внимания перспективные цельнолистные линии (ЦЛ) с раздельнополым типом цветения, обладающие высокими продуктивностью и качеством, устойчивостью к антракнозу и фузариозному увяданию, стрессовым условиям среды: ЦЛ 362, ЦЛ 402, ЦЛ 482, ЦЛ 610, ЦЛ 638; цельнолистная стерильная: ЦЛ 552; цельнолистная малосемянная: ЦЛ 736. Вышеперечисленные линии выделены многократным индивидуальным отбором в гибридных популяциях, полученных от скрещивания ранее созданных цельнолистных линий ЦЛ 752 и ЦЛ 784 с лучшими районированными сортами: Родник, Ольгинский, Волжанин, Любимец Краснодар, Быковский 22.

Они отличаются по продолжительности вегетационного периода, величине, форме, окраске фона и рисунку плода, консистенции и цвету мякоти, величине, форме и окраске семян. Их продуктивность 8,0-12,1 кг/раст, имеют высокое содержание сухого вещества 11,3-11,8% и отличные вкусовые качества (4,5-4,8 балла). Вышеперечисленные линии значительно улучшены благодаря использованию в селекции нескольких циклов возвратных (беккросных) скрещиваний и периодических отборов (таблица 26, рисунок 3).

Таблица 26 – Характеристика цельнолистных, кустовых и короткоплетистых форм арбуза в 2019, 2020 гг.

| Линия                     | Вегетационный период, дней | Число плодов на растении, шт. | Средняя масса плода, кг | Продуктивность, кг | В % к стандарту | Содержание сухого вещества, % | Вкус, балл |
|---------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|-------------------------------|------------|
| <b>Стандарт Родник</b>    | <b>82</b>                  | <b>1,2</b>                    | <b>6,7</b>              | <b>8,0</b>         |                 | <b>10,8</b>                   | <b>4,3</b> |
| Цельнолистные             |                            |                               |                         |                    |                 |                               |            |
| ЦЛ 362                    | 76                         | 1,6                           | 6,4                     | 10,2               | 127,5           | 11,6                          | 4,5        |
| ЦЛ 402                    | 80                         | 1,8                           | 6,7                     | 12,1               | 151,2           | 11,4                          | 4,6        |
| ЦЛ 610                    | 80                         | 1,2                           | 8,8                     | 10,6               | 132,5           | 11,5                          | 4,5        |
| ЦЛ 638                    | 80                         | 1,1                           | 8,4                     | 9,2                | 115             | 11,3                          | 4,6        |
| ЦЛ 482                    | 82                         | 1,2                           | 6,7                     | 8,0                | 100             | 11,8                          | 4,7        |
| ЦЛ 552                    | 72                         | 1,2                           | 4,8                     | 5,8                | 72,5            | 9,5                           | 4,0        |
| Малосемянные              |                            |                               |                         |                    |                 |                               |            |
| L – 736                   | 80                         | 1,2                           | 8,9                     | 10,7               | 133,7           | 11,9                          | 4,6        |
| L – 736                   | 82                         | 1,8                           | 6,3                     | 11,3               | 161,4           | 12,0                          | 4,8        |
| Кустовые                  |                            |                               |                         |                    |                 |                               |            |
| <b>Стандарт Святослав</b> | <b>110</b>                 | <b>1,0</b>                    | <b>5,1</b>              | <b>5,1</b>         |                 | <b>11,5</b>                   | <b>4,8</b> |
| КРЛ 694                   | 100                        | 1,3                           | 3,9                     | 5,1                | 100             | 11,4                          | 4,6        |
| КРЛ 652                   | 81                         | 1,3                           | 3,8                     | 4,9                | 96,1            | 10,4                          | 4,2        |
| КРЛ 656                   | 78                         | 1,3                           | 5,1                     | 6,6                | 129,4           | 10,8                          | 4,4        |
| КРЛ 376                   | 87                         | 1,2                           | 3,6                     | 4,3                | 84,3            | 11,3                          | 4,5        |
| КРЛ 394                   | 87                         | 1,2                           | 4,1                     | 4,9                | 96,1            | 11,4                          | 4,4        |
| ЖЗКРЛ                     | 88                         | 1,1                           | 2,9                     | 3,2                | 62,7            | 11,3                          | 4,6        |
| Короткоплетистые          |                            |                               |                         |                    |                 |                               |            |
| КПЛ 368                   | 92                         | 1,5                           | 4,4                     | 6,6                | 129,4           | 11,2                          | 4,7        |
| КПЛ 774                   | 85                         | 1,7                           | 5,9                     | 10,0               | 196,1           | 10,8                          | 4,3        |



а



б

Рисунок 3 – Кустовая цельнолистная форма арбуза (а); кустовая рассеченнолистная форма арбуза (б)



Рисунок 4 – Кустовая форма арбуза с рассеченным листом во время ветения

В настоящее время актуальное направление в селекции – выведение сортов, отвечающих требованиям современных технологий, позволяющих снизить затраты труда и средств по уходу за растениями и уборки урожая. Для таких технологий более пригодны сорта, имеющие кустовой или короткоплетистый тип растений (Пыженков, Косарева, 1981), рисунки 4-5.

В результате циклических скрещиваний и периодических отборов выделены достаточно продуктивные кустовые рассеченнолистные линии (КРЛ): КРЛ 694, КРЛ 652, КРЛ 656, КРЛ 376, КРЛ 394, ЖЗКРЛ) и короткоплетистые (КПЛ): КПЛ 368, КПЛ 774. Они имеют различия по морфологическим и хозяйственно–ценным признакам. Их растения интересны тем, что имеют признаки плодов, подобные некоторым распространенным сортам. Они представляют интерес в качестве изогенных линий для селекции сортов, формирующих плоды типа Мелитопольского, Родника, раннего Кубани, Канадского раннего, Ольгинского, Подарка Солнца, Клондайка полосатого, Crimson sweet.



а



б

Рисунок 5 – Кустовой сорт Арбуза Святослав (а); плетистый сорт арбуза Родник (б)

#### 4.3.3 Выявление генетических источников и доноров хозяйственно-ценных признаков для создания многоцелевых гибридных комбинаций арбуза

В задачу данных исследований входило раскрыть потенциал наследственной изменчивости образцов коллекции, мутаций и гибридных популяций, выявить генетические источники и доноры хозяйственно-ценных признаков для разных направлений селекции.

В результате выделены ценные источники, идентифицированные по характеру морфобиологических признаков, определяющих форму (габитус) растения, тип листа и его окраску, характер цветения (половой тип), величину, форму, окраску фона и рисунок плода, структуру и цвет мякоти, размер, форму, рисунок и цвет семян. Кроме вышеперечисленных, важнейшими являются источники, имеющие признаки, определяющие скороспелость, продуктивность, качество, лежкость, транспортабельность, устойчивость к болезням, вредителям, стрессовым условиям внешней среды.

Перспективное направление в селекции – выведение сортов, отвечающих требованиям современных технологий, позволяющих снизить затраты труда и средств по уходу за растениями и уборке урожая. Для таких технологий более удобны сорта, имеющие кустовой или короткоплетистый тип растений. Используя образцы коллекции в скрещивании с лучшими по продуктивности и качеству сортами выявлены источники, на основе которых выведен кустовой сорт арбуза Святослав и короткоплетистый, желтокорый сорт Подарок Солнца. Оба сорта включены в Реестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

В последние годы при изучении образцов коллекции и гибридных популяций выделены новые формы арбуза с разнообразным проявлением морфобиологических признаков их растений. Заслуживает внимания компактно-кустовая форма арбуза, выявленная в популяции образца из Азербайджана (к-4039) и желто-зеленый мутант кустовой (ЖЗМК), обнаруженный в образ-

це из США Sweet Treat (к–5373). В настоящее время проводятся селекционно-генетические исследования с целью получения улучшенных форм по продуктивным и качественным показателям.

Для оригинальной селекции выделены достаточно продуктивные источники, образующие плоды с желтой и ярко-оранжевой, привлекательной, хорошего и отличного вкуса мякотью. Интересны формы арбуза с желтой окраской коры (желтокорые). В гибридных популяциях отобраны лучшие по продуктивности и качеству желтокорые источники, относящиеся к плетистому, короткоплетистому и кустовому типу (Луценко, 1974; Пыженков, 1982; Сыч, 1991; Теханович, 1976; Теханович, Елацков, Елацкова, 2011; Фурса, 1962).

У гибрида F<sub>10</sub> ЦЛ 752 х Ольгинский выделена оригинальная цельнолистная форма с крупными (7,2–8,5 кг) цилиндрическими желтокорыми с ярко-малиновой мякотью плодами – желтокорая цельнолистная (ЖКЦЛ 858).

Особого внимания заслуживают оригинальные формы, сочетающие желтую окраску коры с желтой мякотью (ЖКЖМ): ЖКЖМ 680/20, 586/21.

В 2019–2021 гг. в контрольно-элитном питомнике проведена оценка по комплексу признаков селекционных форм выделенных в гибридных популяциях от скрещивания устойчивых к фузариозному увяданию и антракнозу образцов (Congo, к-3848; б/н, к-4855; Fairfax, к-4244) с районированными сортами. Заслуживают внимания: Congo х Родник, Fairfax х Мелитопольский, обладающие высокой продуктивностью 11,6 и 9,4 кг/раст., и качеством 4,7 и 4,4 балла, соответственно. Несколько меньшие показатели продуктивности (8,8 кг/раст.) и качества (4,3 балла) были у гибрида к-4855 х Астраханский. Для селекции оригинальных сортов кустового типа представляют интерес желто-зеленые кустовые рассеченнолистные линии (ЖЗКРЛ): ЖЗКРЛ 870 и ЖЗКРЛ 872.

В посеве гибридов от скрещивания ЦЛ 752 с сортами Ольгинский и Клондайк полосатый отобраны селекционные линии, которые при оценке в контрольно-элитном питомнике были лучшими по продуктивности (9,7–11,2

кг/раст.) и качеству (4,6–4,7 баллов). Среди них выделены малосемянные формы.

Заслуживают внимания, представленные в таблице 27 гибридные популяции: Congo x Родник, Fairfax x Мелитопольский, ЦЛ 752 x Ольгинский. По отношению к раннеспелому стандарту (Лидер) их продуктивность составила 149–170,9%, а к среднеспелому (Родник) – 110,8–127%, вкусовые качества плодов оценивались в 4,0–4,7 балла.

Особый интерес представляют линии, образующие плоды цилиндрической формы с рисунком похожим на Клондайк полосатый и Чарльстон грэй с малым количеством семян (малосемянные). Малосемянность, по-видимому, связана с частичной стерильностью их растений. Интересная малосемянная форма выделена в популяции селекционной линии КРЛ 694. Растения образуют красивые шаровидные плоды типа Мелитопольского.

Работа по отбору лучших по комплексу признаков цельнолистных, кустовых и короткоплетистых форм с целью расширения их разнообразия будет продолжена.

Таблица 27 – Характеристика гибридов по хозяйственно-ценным признакам, выделившихся по устойчивости к фузариозному увяданию и антракнозу у цельнолистных, кустовых и короткоплетистых форм арбуза (2019–2021 гг.)

|                                                        | Вегетационный период, дней | Число плодов на растении, шт. | Средняя масса плода, кг | Продуктивность, кг | в % к стандарту |             | Содержание сухого вещества, % | Вкус, балл |
|--------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|-------------|-------------------------------|------------|
|                                                        |                            |                               |                         |                    | Лидер           | Родник      |                               |            |
| <b>Стандарт Лидер</b>                                  | <b>70</b>                  | <b>1,4</b>                    | <b>4,6</b>              | <b>6,5</b>         | <b>100</b>      | <b>73,0</b> | <b>10,4</b>                   | <b>4,4</b> |
| Congo (к-3848) x Родник                                | 82                         | 1,2                           | 9,7                     | 11,6               | 178,5           | 130,3       | 10,6                          | 4,7        |
| Fairfax (к-4244) x Мелитопольский                      | 80                         | 1,4                           | 6,7                     | 9,4                | 144,6           | 105,6       | 10,4                          | 4,4        |
| б/н (к-4855) x Астраханский                            | 80                         | 1,1                           | 8,0                     | 8,8                | 135,4           | 98,9        | 10,4                          | 4,3        |
| ЦЛ 752 x Ольгинский (тип Чарльстона)                   | 82                         | 1,2                           | 9,3                     | 11,2               | 172,3           | 125,8       | 11,4                          | 4,6        |
| ЦЛ 752 x Клондайк полосатый (тип Клондайка полосатого) | 82                         | 1,2                           | 8,1                     | 9,7                | 149,2           | 109,0       | 11,4                          | 4,7        |
| Цельнолистные                                          |                            |                               |                         |                    |                 |             |                               |            |
| ЦЛ 360/19                                              | 80                         | 1,9                           | 6,1                     | 11,6               | 178,5           | 130,3       | 11,6                          | 4,5        |
| ЦЛ 368/19                                              | 80                         | 1,5                           | 5,6                     | 8,4                | 129,2           | 94,4        | 11,3                          | 4,5        |
| L – 736                                                | 82                         | 1,1                           | 9,3                     | 10,2               | 156,9           | 114,6       | 11,4                          | 4,6        |
| Короткоплетистые                                       |                            |                               |                         |                    |                 |             |                               |            |
| КПЛ 696/20                                             | 85                         | 1,7                           | 5,1                     | 8,7                | 133,8           | 97,7        | 11,5                          | 4,6        |
| КПЛ 692/20                                             | 85                         | 3,1                           | 4,1                     | 12,7               | 195,4           | 142,7       | 11,2                          | 4,5        |
| Кустовые                                               |                            |                               |                         |                    |                 |             |                               |            |
| КРЛ 694 (518/21)                                       | 98                         | 1,5                           | 4,3                     | 6,4                | 98,5            | 71,9        | 11,0                          | 4,3        |
| Святослав                                              | 110                        | 1,2                           | 5,0                     | 6,0                | 92,3            | 67,4        | 11,1                          | 4,6        |
| ЖЗПРЛ 868                                              | 85                         | 1,5                           | 4,1                     | 6,1                | 93,8            | 68,5        | 10,5                          | 4,5        |
| ЖЗКРЛ 870                                              | 87                         | 1,2                           | 3,8                     | 4,6                | 70,8            | 51,7        | 10,8                          | 4,3        |
| ЖЗКРЛ 872                                              | 87                         | 1,3                           | 3,6                     | 4,7                | 72,3            | 52,8        | 11,0                          | 4,5        |
| <b>Стандарт Родник</b>                                 | <b>82</b>                  | <b>1,3</b>                    | <b>7,0</b>              | <b>8,9</b>         | <b>136,9</b>    | <b>100</b>  | <b>10,9</b>                   | <b>4,4</b> |

4.3.4 Селекционная работа с образцами коллекции, гибридным материалом, мутациями, самоопыленными линиями, отобранными в разные годы в процессе их изучения

Путем самоопыления (инцухта) и периодических отборов в популяциях образцов коллекции выделены компактно-кустовые формы: Bush Charleston (к-5131), Bush Jubilee (к-5158), Sweet Treat (к-5373) – США, Местный (к-4039, Азербайджан). Однако, продуктивность и вкусовые качества их плодов низкие. Для улучшения некоторых форм проведены скрещивания с районированным кустовым сортом арбуза Святослав (к-5428). Изучены гибриды  $F_1$ : Святослав х ЖУК (жёлтый ультракарлик) – мутант с желтой окраской листа, выделен в образце Sweet Treat (к-5373) и Святослав х ЗУК (зеленый ультракарлик) – мутант с зеленым листом, выделен в образце к-4039. У первого гибрида Святослав х ЖУК в  $F_1$  все растения были кустовые с зеленым листом, что свидетельствует о рецессивном характере желтой окраски листа. У гибрида Святослав х ЗУК в  $F_1$  растения были кустовые, короткоплетистые и плетистые. Такое наследование указывает на то, что признак кустовости (карликовости) у отцовской родительской формы гетерозиготный. Улучшения по продуктивности и качеству у обоих гибридов в  $F_1$  не отмечено.

Для расширения разнообразия по продуктивности и качеству кустовых форм арбуза получены гибриды от скрещивания кустового сорта Святослав (к-5428) с сортами Сюрприз (к-5429), Красавчик (к-5348), Подарок Солнца (к-5402), Родник (к-5430), Черный принц (к-5425), Charleston gray (к-5132), Адам (к-5591), Солярис. Изучение их будет продолжено.

Путем многократных индивидуально-семейственных отборов в образцах коллекции, сортовых и гибридных популяциях выделены элитные растения с высокой продуктивностью, качеством, устойчивостью к фузариозному увяданию и антракнозу, стрессовым условиям среды: Целебный (к-4857), Halbert's Honey (к-98), Kleckley's Sweet (к-137), Congo (к-3848), Ольгинский

(к-5090). Они представляют интерес как в практической селекции, так и для непосредственного возделывания в производстве.

Для селекции оригинальных сортов арбуза кустового типа интересны желто-зеленые кустовые рассеченнолистные линии (ЖЗКРЛ): ЖЗКРЛ 870 и ЖЗКРЛ 872.

Выведен оригинальный сорт арбуза Солярис, растения которого образуют желтокорые плоды в сочетании с желтой мякотью. По сорту проведена экспертная оценка Краснодарской краевой комиссией по сортоиспытанию. В результате оценки сорт Солярис включен в Государственный реестр селекционных достижений в 2022 году.

На основе селекционно-генетического изучения образцов коллекции, гибридного материала и мутаций выделены генетические источники арбуза, обладающие маркерными признаками по форме (габитусу) растения, типу и окраске листа, форме плода и окраске коры и мякоти, признаку пола. Они представляют интерес как в генетических исследованиях, так и в практической селекции (таблица 28).

Таблица 28 – Характеристика образцов коллекции арбуза, 2020-2022гг.

| № каталога ВИР | Образец        | Происхождение | Год  | Вегетационный период, дней | Число плодов на растении, шт | Средняя масса плода, кг | Продуктивность, кг | в % к стандарту |        | Содержание сухого вещества, % | Вкус, балл |
|----------------|----------------|---------------|------|----------------------------|------------------------------|-------------------------|--------------------|-----------------|--------|-------------------------------|------------|
|                |                |               |      |                            |                              |                         |                    | Лидер           | Родник |                               |            |
| 5666           | Стандарт Лидер | КОС ВИР       | 2020 | 65                         | 1,5                          | 4,3                     | 6,4                |                 |        | 9,3                           | 4,1        |
|                |                |               | 2021 | 72                         | 1,6                          | 4,5                     | 7,2                |                 |        | 10,7                          | 4,5        |
|                |                |               | 2022 | 70                         | 1,4                          | 2,8                     | 3,9                |                 |        | 8,2                           | 4,0        |
| Σ              |                |               |      | 69                         | 1,5                          | 3,9                     | 5,8                | 100             | 47     | 9,4                           | 4,2        |
| 2194           | Рябчик         | Россия        | 2020 | 67                         | 2,1                          | 5,9                     | 8,2                |                 |        | 8,8                           | 3,7        |
|                |                |               | 2021 | 72                         | 1,7                          | 3,5                     | 5,9                |                 |        | 9,6                           | 4,0        |
|                |                |               | 2022 | 82                         | 1,5                          | 3,2                     | 4,8                |                 |        | 9,8                           | 4,0        |
| Σ              |                |               |      | 74                         | 1,8                          | 3,5                     | 6,3                | 108,6           | 75,9   | 9,4                           | 3,9        |
| 2287           | Мурашка        | Россия        | 2020 | 82                         | 3,3                          | 2,8                     | 9,2                |                 |        | 9,7                           | 4,0        |
|                |                |               | 2021 | 85                         | 1,7                          | 4,3                     | 7,3                |                 |        | 10,8                          | 5,0        |
|                |                |               | 2022 | 85                         | 1,8                          | 2,4                     | 4,3                |                 |        | 8,3                           | 3,5        |
| Σ              |                |               |      | 84                         | 2,3                          | 3,2                     | 7,3                | 125,9           | 88     | 9,6                           | 4,2        |
| 1292           | Sweet Heart    | США           | 2020 | 80                         | 1,9                          | 5,4                     | 10,3               |                 |        | 10,2                          | 4,3        |
|                |                |               | 2021 | 82                         | 1,4                          | 6,3                     | 8,8                |                 |        | 10,1                          | 4,3        |
|                |                |               | 2022 | 85                         | 1,2                          | 3,0                     | 3,6                |                 |        | 8,1                           | 3,3        |
| Σ              |                |               |      | 82                         | 1,5                          | 4,9                     | 7,6                | 131             | 91,6   | 9,5                           | 4,0        |
| 3938           | Dixie Queen    | США           | 2020 | 82                         | 1,8                          | 4,9                     | 8,8                |                 |        | 10,0                          | 4,2        |
|                |                |               | 2021 | 85                         | 1,5                          | 6,3                     | 9,4                |                 |        | 10,6                          | 4,5        |
|                |                |               | 2022 | 85                         | 1,6                          | 3,3                     | 5,3                |                 |        | 7,9                           | 3,5        |

| № каталога ВИР | Образец         | Проис-хождение | Год изучения | Вегета-<br>цион-<br>ный<br>период,<br>дней | Число<br>плодов<br>на рас-<br>тении,<br>шт. | Средняя<br>масса<br>плода, кг | Продук-<br>тивность,<br>кг | в %<br>к стандарту |        | Содержа-<br>ние<br>сухого<br>вещества, % | Вкус,<br>балл |
|----------------|-----------------|----------------|--------------|--------------------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------|--------------------|--------|------------------------------------------|---------------|
|                |                 |                |              |                                            |                                             |                               |                            | Лидер              | Родник |                                          |               |
| 7              | Alabama sweet   | США            | 2020         | 80                                         | 1,7                                         | 6,4                           | 10,9                       |                    |        | 10,5                                     | 4,5           |
|                |                 |                | 2021         | 85                                         | 1,6                                         | 5,1                           | 8,2                        |                    |        | 9,0                                      | 4,2           |
|                |                 |                | 2022         | 85                                         | 1,4                                         | 4,5                           | 6,3                        |                    |        | 11,0                                     | 4,5           |
| Σ              |                 |                |              | 83                                         | 1,6                                         | 5,0                           | 8,0                        | 137,9              | 96,4   | 10,4                                     | 4,4           |
| 5430           | Стандарт Родник | КОС ВИР        | 2020         | 82                                         | 1,2                                         | 7,2                           | 8,6                        |                    |        | 11,2                                     | 4,5           |
|                |                 |                | 2021         | 85                                         | 1,4                                         | 7,5                           | 10,5                       |                    |        | 10,1                                     | 4,4           |
|                |                 |                | 2022         | 87                                         | 1,5                                         | 4,6                           | 6,9                        |                    |        | 9,0                                      | 3,7           |
| Σ              |                 |                |              | 85                                         | 1,3                                         | 6,4                           | 8,3                        |                    | 100    | 10,1                                     | 4,2           |

Генетическая коллекция, представленная новыми источниками и донорами с заведомо изученными селекционно-ценными признаками, способствует более рациональному использованию их в селекционных программах научно-исследовательских учреждений и ускорению селекционного процесса.

В результате всестороннего изучения коллекции и селекционно-генетических исследований выведено **5 новых сортов арбуза**: Благодатный, Сюрприз, Любимчик, Адам, Солярис. Ниже приведено описание основных хозяйственно-ценных признаков указанных сортов.

Сорт арбуза Благодатный (к-5426) выведен на основе использования селекционной линии ЦЛ 656. Цельнолистный, среднеспелый, период от всходов до созревания 78-85 дней. Плоды округлые, фон светло-зеленый, рисунок – узкие черно-зеленые шиповатые полосы. Средняя масса плода 5,1-6,5 кг. Толщина коры средняя – 1,2-1,5 см, гибкая. Окраска мякоти густо-розовая, зернистая, сладкая и очень сладкая, вкус 4,3-4,7 балла. Урожайность 34,8-42,7 т/га. Адаптивен к засушливым условиям выращивания. Устойчив к фузариозному увяданию и антракнозу. Включен в Государственный реестр РФ охраняемых селекционных достижений в 2010 году.

Сорт Сюрприз (к-5429) получен на основе периодического и индивидуального отбора из популяции образца коллекции ВИР (к-3794). Раннеспелый, период от всходов до созревания 69-75 дней. Имеет красивые округлые плоды со светло-зеленым фоном и темно-зелеными узкими полосами массой 3,7-4,8 кг, максимальный вес 5,2-6,0 кг. Окраска мякоти оригинальная, желтая, нежно-зернистая, сладкая и очень сладкая. Вкус 4,5-4,8 балла. Урожайность 37,6-41,0 т/га. Сорт достаточно засухоустойчив, стабилен по урожайности, относительно устойчив к фузариозному увяданию. Включен в Государственный реестр РФ охраняемых селекционных достижений в 2011 году.

Сорт Любимчик (к-5427) выведен с использованием линии-донора ЦЛ 662. Среднепоздний, период от всходов до созревания 87-95 дней.

Урожайность 53,6-59,5 т/га. Средняя масса плода 6,1-6,5 кг, максимальная 8,5-12,0 кг. Плоды удлинённо-эллиптической формы с зеленым фоном и темно-зелеными шиповатыми полосами. Толщина коры средняя 1,2-1,5 см, гибкая. Мякоть ярко-малиновая, зернистая и хрустящая, сладкая. Вкус 4,5-4,8 балла. Устойчив к фузариозному увяданию и антракнозу. Включен в Государственный реестр РФ охраняемых селекционных достижений в 2012 году.

Сорт Адам (к-5591). Выведен с использованием селекционной линии КРЛ 730. Среднеспелый, период от всходов до созревания 78-85 дней. Урожайность товарных плодов 44,5-53,9 т/га, средняя масса товарного плода 5,0-6,0 кг, максимальная 8,5-11,0 кг. Плоды шаровидной формы, гладкие, фон светло-зеленый с рисунком в виде широких шиповатых полос темно-зеленой окраски. Кора гибкая, толщиной 1,5-1,8 см. Мякоть ярко-малиновая, зернистая и нежноволокнистая, сладкая и очень сладкая, содержание сухого вещества 10,8-12,1 %, общего сахара 9,0-10,5 %. Дегустационная оценка 4,8-5,0 баллов. В условиях жаркого и сухого лета с критическим дефицитом влаги в почве показывает высокую засухоустойчивость и жаростойкость. Обладает полевой устойчивостью к фузариозному увяданию и антракнозу.

Оригинальный сорт арбуза Солярис получен с использованием в скрещиваниях селекционной желтокорой линии и последующим индивидуальным отбором растений, имеющих желтокорые с желтой мякотью плоды. Среднеспелый, период от всходов до созревания 78-85 дней. Урожайность 43-51 т/га. Плоды округлые с ярко-желтым фоном и узкими оранжево-желтыми полосами средней массой 4,1-5,7 кг, максимальная 6,5-8,0 кг. Кора толщиной 1,0-1,3 см, гибкая. Мякоть ярко-желтая, нежно-зернистая и волокнистая, сладкая, вкус 4,5-4,7 балла. Растениям свойственен декоративный характер. У них желтовато-белесая окраска плетей и черешков листьев, а также мозаичная желто-зеленая крапчатость листовой пластинки. Устойчив к засухе и повышенному температурному режиму. Рекомендуется для выращивания на садово-огородных и дачных участках.

В результате изучения коллекции арбуза и гибридов разных поколений, полученных от скрещивания образцов, имеющих морфобиологические различия по типу куста, листа, признакам пола и плода, выявлены новые формы, представляющие интерес для сортовой и гетерозисной селекции:

- линии с генетическим маркером нерассеченного (цельного) листа
- цельнолистные линии (ЦЛ), обладающие раздельнополым типом цветения: ЦЛ 610, ЦЛ 620, ЦЛ 638, ЦЛ 642.
- линии со слаборассеченным листом: СЛРЛ 612, СЛРЛ 630, СЛРЛ 632.

Выделенные цельнолистные линии достаточно продуктивны (5,8-8,0 кг/растение) с содержанием сухих веществ 10,0-12,0 % и вкусом плодов 4,0-4,5 балла. Линии со слаборассеченным листом образуют крупные плоды массой 8,6-10,5 кг, имеют повышенное содержание сухих веществ (12,0-12,4 %), очень хороший вкус (4,5-4,7 балла).

Изучен характер наследования основных морфобиологических признаков у гибридов от скрещивания кустовых форм с плетистыми сортами и установлен их генетический контроль. Выявлена кустовая рассеченнолистная форма арбуза КРЛ 706, имеющая компактные растения с достаточно крупными плодами (6,8-7,5 кг), высоким содержанием сухих веществ (11,0-12,0 %), с хорошим и отличным вкусом плодов (4,5-5,0 балла).

Выделены формы арбуза, имеющие четкоразличимые качественные изменения морфологических признаков, полученные, как при выявлении спонтанных мутаций, так и в результате гибридизации различных морфобиотипов с последующим проведением многократного инцукта.

В популяциях гибрида F<sub>3</sub>-F<sub>5</sub> Святослав x Подарок Солнца отобраны и закреплены новые короткоплетистые и кустовые формы, растения которых имеют желто-зеленую мозаику листа и ярко-желтую окраску плода. Среди них выделена желто-зеленая кустовая линия (ЖЗКЛ) – ЖЗКЛ 670. У нее шаровидные некрупные плоды массой 3,2-3,8 кг, густо-розовая мякоть, содержание сухих веществ 10-11 %, хороший вкус (4-4,2 балла). Такая форма используется нами в селекции оригинальных сортов декоративного

характера.

У гибридов от скрещивания кустовых с различными плетистыми сортами – Crimson sweet, Астраханский, Мелитопольский 142, Родник, Ольгинский выделены короткоплетистые формы, габитус растений которых не превышает 1,5 м: КПЛ 882, КПЛ 884, КПЛ 886, КПЛ 888.

У короткоплетистых линий продуктивность растений варьировала от 5,1 до 8,3-9,0 кг, содержание сухих веществ 10,7-11,3 %, а вкус плодов оценивался в 4,0-4,7 балла.

В результате идентификации наследственных признаков, определяющих качественные показатели, создана генетическая коллекция арбуза, источники которой насчитывают около 400 образцов.

Выделены перспективные линии кустовых и короткоплетистых форм арбуза для селекции сортов и гибридов, отвечающих требованиям механизированного возделывания.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расширение генетического разнообразия арбуза, выявление и создание новых источников и доноров селекционно-ценных признаков представляет не только теоретический, но и большой практический интерес. Наиболее востребованными в селекции являются источники, устойчивые к болезням, а также линии-доноры, определяющие характер наследования важнейших признаков.

1. На инфекционном фоне выделены образцы, устойчивые к наиболее вредоносным болезням (фузариозному увяданию и антракнозу). Высокую устойчивость к фузариозному увяданию имели сорта отечественной селекции: Степной 64 (к-4105), Таврийский (к-4670), Лотос (к-4929), Целебный (к-4857), Ольгинский (к-5090), Родник (к-5430); иностранной: Congo (к-3848), Fairfax (к-4244), Calhoun grey (к-4340), Klondike stripped (к-4246) со степенью поражения растений от 7 до 21%.

2. По устойчивости к антракнозу выделились Красавчик (к-5667), Родник (к-5430), Черный принц (к-5425), Холодок, Отрадокубанский (к-4919), Charleston gray (к-5132), Crimson sweet (к-4297), Congo (к-3848), Fairfax (к-4244), Цера 6-1-2 (к-4775), Kanro (к-4148); селекционные линии КОС ВИР: ЦЛ 656, ЦЛ 752, ЦЛ 662, ЦЛ 784, КРЛ 732. Степень поражения их растений не превышала 1,5 балла.

3. Комплексной устойчивостью к фузариозному увяданию и антракнозу обладали сорта: Congo (к-3848), Fairfax (к-4244), Лотос (к-4929), Родник (к-5430).

4. Выделены гибридные формы арбуза от скрещивания культурных сортов с устойчивыми к болезням дикорастущими из разновидности каффрского арбуза (*var. lanatus*). По качеству плодов устойчивые формы приближались к культурному типу столового арбуза.

5. Выделены перспективные образцы для селекции ультраранних и ранних сортов арбуза с вегетационным периодом 59-69 дней: б/н (к-2752) из Южного Алтая, б/н (кк-3449, 3452) из Приморского края, Мурашка 123 (к-

2756), Донской (к-927), Ранний 141 (к-4107) из Поволжья и Северного Кавказа, Украинский 545 (к-3869), Kanro (к-4148), Fukuhikari (к-4167), Miyako (к-4099) из Японии, Golden midget (к-4080), б/н (к-4872), New Hampshire midget (к-3781), Taki gem (к-3847), Sweet Princess (к-4433) из США, Цера 6-1-2 (к-4775) из Болгарии, Shintetikus (к-5255) из Венгрии, De la Reina (к-4725) из Испании.

6. Для селекции позднеспелых сортов выделены: Степной 64 (к-4105), Темнокорый (к-4306), Холодок, Congo (к-3848), Blue Ribbon (к-4289), Royal Charleston (к-4731), Кузыбай (к-3543), Местный (вр.к-1905).

7. С использованием в гибридизации образцов, выделенных по устойчивости к болезням, продуктивным и качественным показателям изучен характер наследования наиболее важных морфобиологических (тип куста, листа, пола, форма плода, окраска коры, мякоти) и хозяйственных (скороспелость, продуктивность, качество, устойчивость) признаков. Уточнен характер наследования важнейших признаков, определяющих размер (габитус) растения, тип листа, форму и окраску плода, установлен их генетический контроль.

8. В результате выявлены новые источники и линии-доноры для различных направлений селекции: формы арбуза, обладающие генетическим маркером нерассеченного (цельного) листа – цельнолистные линии (ЦЛ): ЦЛ 610, ЦЛ 620, ЦЛ 638, ЦЛ 642; кустовые рассеченнолистные линии (КРЛ): КРЛ 694, КРЛ 706, КРЛ 718; кустовые цельнолистные линии (КЦЛ): КЦЛ 556, КЦЛ 760; желто-зеленые кустовые линии (ЖЗКЛ): ЖЗКЛ 670; короткоплетистые линии (КПЛ): КПЛ 882, КПЛ 884, КПЛ 886 и др.

9. Углубленное изучение коллекции позволило увеличить количество образцов генетической коллекции с маркерными признаками, насчитывающее 12 источников с цельным листом, 7 кустовых, 4 желто-зеленых, 5 короткоплетистых.

10. Выведено и внедрено в производство пять многоцелевых сортов арбуза: Благодатный, Сюрприз, Любимчик, Адам, Солярис.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ И ПРОИЗВОДСТВА**

1. Выделенные линии арбуза, обладающие генетическим маркером нерассечен- ного (цельного) листа – цельнолистные линии (ЦЛ): ЦЛ 610, ЦЛ 620, ЦЛ 638, ЦЛ 642; кустовые рассеченнолистные линии (КРЛ): КРЛ 694, КРЛ 706, КРЛ 718; кустовые цельнолистные линии (КЦЛ): КЦЛ 556, КЦЛ 760; желто-зеленые кустовые линии (ЖЗКЛ): ЖЗКЛ 670; короткоплетистые линии (КПЛ): КПЛ 882, КПЛ 884, КПЛ 886 и другие, рекомендуем использовать в сортовой и гетерозисной селекции.

2. Для селекции новых сортов и гибридов, пригодных к механизированному возделыванию и уборке, рекомендуем использовать кустовые и короткоплетистые сорта и селекционные линии арбуза селекции Кубанской ОС – филиала ВИР, а также сорта: Благодатный (к-5426), Сюрприз (к-5429), Любимчик (к-5427), Адам (к-5591), Солярис.

3. Выявленные образцы и сорта с комплексной устойчивостью к фузариозному увяданию и антракнозу: Congo (к-3848), Fairfax (к-4244), Лотос (к-4929), Родник (к-5430) рекомендуем использовать в селекционном процессе при выведении новых устойчивых сортов и гибридов.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Краснодарского края. – Л.: Гидрометеиздат. – 1975. – 276 с.
2. Агроэкологическое испытание сортов дыни и арбуза в Краснодарском крае и Волгоградской области / В. Э. Лазько, Е. А. Варивода, О. В. Якимова [и др.] // Рисоводство. – 2023. – № 2(59). – С. 71-78. – DOI 10.33775/1684-2464-2023-59-2-71-78.
3. Алексанян С.М. Агробιοразнообразие и геополитика / С.М. Алексанян // С.-Пб.: 2002. –361 с .
4. Алешина Л.А. О пыльце тыквенных / Л.А. Алешина // Бот. журн. – 1964. – Т.49. – №12. – С. 20-24.
5. Анюховская И.В. Селекция столового арбуза на скороспелость в условиях Молдавии: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: / Анюховская Ирина Василиевна. – Кишинев, 1973 – 23 с.
6. Арасимович В.В. Биохимия арбуза / В. В. Арасимович // Биохимия культурных растений. – М.–Л., – 1938. – Т.4. – С. 40-44.
7. Арасимович В.В. О наследовании сахаристости у бахчевых / В.В. Арасимович // Труды по прикл. бот., ген. и селекции.– 1934.– Т. 3. – № 5. – С.5-32.
8. Артамонова В. Оценка сортов арбуза на устойчивость к увяданию / В. Артамонова, А. Унковская // Картофель и овощи. – 1974. –№ 9. – С. 33-42.
9. Артюгина З.Д. Исходный материал для селекции кабачков в Нечерноземной зоне РСФСР / З.Д. Артюгина // Труды по прикл. бот., ген. и селекции – 1978 – Т. 61, –N. 1. – С. 82-87.
10. Базилевская Н.А. Растениеводственные ресурсы Южной Африки / Н. А. Базилевская // Труды по прикл. бот., ген. и селекции. – 1929. – Т. 22. – № 4. – С. 36-39

11. Байбакова Н. Г. Характеристика нового сортообразца дыни селекции Быковской опытной станции / Н. Г. Байбакова, Е. А. Варивода, Т. Г. Колебошина // Овощи России. – 2019. – № 5(49). – С. 42-45.
12. Бахчеводство России и решение проблем / В.В Коринец [и др.] // Материалы научно-практической конференции. – Астрахань, 2003. – 85с.
13. Белик В.Ф. Бахчевые культуры / В.Ф. Белик – М.: Сельхозгиз, 1956. – 247с.
14. Богоявленская С.М. Новые перспективные сорта арбуза Астраханского края / С.М. Богоявленская, К.Е. Дютин, С.Д. Соколов // Селекция и агротехника бахчевых культур. – М., 2005. – С. 36-39.
15. Бочерова И. Н. Селекция арбуза: результаты и перспектива / И. Н. Бочерова, С. В. Малуева // Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки. – 2020. – Р. 113-115.
16. Бочерова И.Н. Результаты изучения коллекции арбузов / И. Н. Бочерова, Н.Б. Рябчикова // Известия ФНЦО. – 2024. – № 2. – С. 65-72.
17. Бугрей И. В. Оценка лежкости и транспортабельности раннеспелых сортов арбуза / И. В. Бугрей // Фундаментальные научно-практические исследования: актуальные тенденции и инновации: сборник научных трудов по материалам XXI Международной научно-практической конференции, Анапа, 31 августа 2021 года. – Анапа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-исследовательский центр экономических и социальных процессов» в Южном Федеральном округе, 2021. – С. 61-64.
18. Буренин В.И. Источники и доноры селекционно-ценных признаков овощных культур / В.И. Буренин, И.А. Храпалова, А.М. Артемьева // Идентифицированный генофонд растений и селекция. – С.-Пб., 2005. – С. 419-443.
19. Буриев Х.Ч. Справочная книга бахчевода / Х.Ч. Буриев – М.: Колос, 1984. –143 с.

20. Быковский Ю. А. Селекция бахчевых культур для юго-востока России / Ю. А. Быковский, Е.А. Варивода, С.В. Малуева // Картофель и овощи. – 2017. – №. 6. – С. 37-40.
21. Быковский Ю.А. Арбузы Юго-Востока России / Ю.А. Быковский // Бахчеводство России (проблемы и пути решения). – 2003. – С. 27-36.
22. Вавилов Н.И. Бахчеводство (Тыквенные растения) / Н.И. Вавилов, Д.Д. Букинич // Земледельческий Афганистан. – Л., 1929. – С. 408-425.
23. Вавилов Н.И. Бахчевые культуры. Академик Н.И. Вавилов / Н.И. Вавилов // Избранные труды. – М.-Л., 1960. – Т. 2. – С. 292-329.
24. Вавилов Н.И. Ботанико-географические основы селекции (Учение об исходном материале в селекции) / Н.И. Вавилов // Академик Н.И. Вавилов. Избранные труды. – М.-Л., 1960. – Т.2. – С. 21-70.
25. Вавилов Н.И. Возделываемые растения Хивинского оазиса (Ботанико-географический очерк) // Вавилов Н.И. Избранные труды. – М.-Л., 1960.- Т. 2. – С. 71-116.
26. Вавилов Н.И. Географические закономерности в распределении генов культурных растений / Н.И. Вавилов // Труды по прикл. бот., ген. и селекции. – 1927. – В. 17. – № 3. – С. 411-419.
27. Вавилов Н.И. Закон гомологических рядов в наследственной изменчивости. Линнеевский вид как система / Н.И. Вавилов. – Л.: Наука, 1967 – 91 с.
28. Вавилов Н.И. О междуродовых гибридах дыни, арбузов и тыкв / Н.И. Вавилов // Труды по прикл. бот., ген. и селекции. – 1925. – В. 14. – № 2. – С. 3-29.
29. Вавилов Н.И. Центры происхождения культурных растений. / Н. И. Вавилов // Избранные труды. – М.-Л., 1965. – С. 9-107.
30. Варивода Е. А. Основные результаты работы по селекции бахчевых культур в условиях Волгоградского Заволжья / Е. А. Варивода, Т. Г. Колесникова, Л. Н. Вербицкая // Овощи России. – 2020. – № 4. – С. 37-41.

31. Варивода Е. А. Результаты изучения и использования генетических коллекций в селекции арбуза / Е. А. Варивода, И. Н. Бочерова, Е. С. Масленникова // Орошаемое земледелие. – 2020. – № 2. – С. 25-28.
32. Варивода Е. А. Результаты сортоиспытания новых сортов и гибридов арбуза в богарных условиях Волгоградского Заволжья / Е. А. Варивода, Т. Г. Колебошина, С. В. Малуева // Рисоводство. – 2019. – № 4(45). – С. 84-88.
33. Варивода О.П. К истории бахчеводства Нижне-Волжского края/ О.П. Варивода // Селекция и агротехника бахчевых культур. – М., 2005. – С. 69-71.
34. Генетические коллекции овощных растений. Арбуз / В. И. Буренин [и др.]: С.-Пб. – 1997. – С. 72-77.
35. Гольдгаузен М.К. Американские сорта столовых арбузов и их значение для бахчеводства СССР / М.К. Гольдгаузен // Доклады ВАСХНИЛ. – 1941. – N. 8. – С. 18-20
36. Гольдгаузен М.К. Межвидовые гибриды арбузов/ М.К. Гольдгаузен // Доклады АН СССР. – 1938. – Т. 20. – № 7-8. – С. 601-603.
37. Гольдгаузен М.К. Новости в селекции бахчевых культур / М.К. Гольдгаузен // Бахчеводство СССР. –1939. – N.2 – С. 20-24
38. Гольдгаузен М.К. О селекции засухоустойчивых (пустынных) арбузов / М.К. Гольдгаузен // Доклады ВАСХНИЛ. – 1939. – № 13. – С. 18-21.
39. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов М.// Колос, 1983. – 351с.
40. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта/ Б.А. Доспехов М.// Колос, 1979. – 416 с.
41. Дютин К.Е. Генетика и селекция бахчевых культур / К.Е. Дютин – М., 2000. – 230 с.
42. Дютин К.Е. Закон гомологических рядов и селекция бахчевых культур / К.Е. Дютин // Актуальные вопросы генетики и селекции. – Кишинев. – 1991. – С. 326-329.

43. Дютин К.Е. Источники устойчивости бахчевых культур к антракнозу / К.Е. Дютин // Микология и фитопатология. – 1982. – Т. 16. – № 1. – С. 51-53.
44. Дютин К.Е. Некоторые вопросы селекции короткоплетистых сортов дыни / К.Е. Дютин // Овощные и бахчевые культуры, ВНИИОБ. – 1975. – В. 3. – С. 255-258.
45. Дютин К.Е. Новые направления в селекции бахчевых культур / К.Е. Дютин // Бахчеводство России (проблемы и пути решения). – Астрахань, 2003. – С. 14-19.
46. Дютин К.Е. Селекция бахчевых культур на пригодность к механизированной технологии / К.Е. Дютин // Селекция и технология орош. бахч., ВНИИОБ. – 1980 – С. 10-15.
47. Дютин К.Е. Селекция гиномоноцийных форм дыни / К.Е. Дютин // Сельскохозяйственная биология. – 1976. – Т. 11. – № 3. – С. 369-372.
48. Дютин К.Е. Селекция и семеноводство гетерозисных гибридов бахчевых культур / К.Е. Дютин // Использование гетерозиса у овощных и бахчевых культур. – Л.: ВИР, 1991. –Т. 145. – С. 64-66.
49. Дютин К.Е. Спонтанные и индуцированные мутации у бахчевых культур / К.Е. Дютин // Сборник статей молодых ученых и аспирантов, НИИОХ. – М., 1968. – С. 46-53.
50. Елацков Ю. А. Выявлены образцы арбуза, устойчивые к фузариозному увяданию / Ю. А. Елацков // Картофель и овощи. – 2007. – № 8. – С. 27.
51. Елацков Ю. А. Расширение генетического разнообразия коллекции арбуза для различных направлений селекции / Ю. А. Елацков // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2012. – Т. 170. – С. 232-236.
52. Елацков Ю.А. Оценка образцов арбуза по устойчивости к антракнозу / Ю.А. Елацков // Картофель и овощи. – 2008. – №5. – С. 29.
53. Енгальчева И. А. Селекция на иммунитет в ФГБНУ ФНЦО - история и современность / И. А. Енгальчева, Е. Г. Козарь, А. А. Ушаков // Овощи России. – 2024. – № 4. – С. 5-14.

54. Жуковский П.М. Тыквенные растения / П.М. Жуковский // Культурные растения и их сородичи. – Л.: Колос, 1971. – С. 611-633.
55. Закономерности наследственной изменчивости овощных и бахчевых культур / В.И. Буренин [и др.] // Труды по прикл. бот., ген. и селекции. – С.-Пб., 2007. – Т. 164. – С. 164-179.
56. Значение селекции бахчевых культур в развитии отрасли бахчеводства / Т. Г. Колебошина, Г. С. Егорова, Е. А. Варивода, Д. С. Шапошников // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. – № 1(45). – С. 90-97.
57. Изучение и поддержание коллекции бахчевых культур Метод. указания / ВАСХНИЛ, ВНИИ растениеводства им. Н. И. Вавилова; [Составитель Т. Б. Фурса и др.]. — Ленинград: ВИР, 1988. — 31 с.
58. Иноземцева А. В. Генетические основы компактных форм у бахчевых культур / А.В. Иноземцева и др. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2024. – Т. 184. – №. 4. – С. 241-250.
59. Использование форм арбуза и дыни с генетическими маркерами в селекции гетерозисных гибридов / Э.Т. Мещеров [и др.] // Бюлл. ВИР. – 1984. – Т. 140. – С. 13-18.
60. Кичунов Н.И. Сорта арбузов и дынь Д.С. Лесевицкого / Н.И. Кичунов // Прогрессивное садоводство и огородничество. – 1905. – № 13. – С. 135-138.
61. Кобкова Н. В. Разработка инновационных технологий производства семян арбуза столового / Н. В. Кобкова // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2023. – № 148. – С. 188-192.
62. Кобликов С.П. Прибор для определения прочности коры арбузов / С.П. Кобликов // Труды Молд. НИИ орош. земл. и овощ-ва. – 1961. – Т.3. – С. 248.
63. Коварский А.Е. Использование сигнального признака формы листа (цельнолистность) при выведении высокоурожайных гибридов арбуза в

условиях Молдавии / А.Е Коварский, С.В Шейнфельд // Методы селекции с.-х. растений в условиях Молдавии. – Кишинев, 1972. – С. 138-143.

64. Кожухов З.А. Кариотипические особенности культурных тыквенных / З.А Кожухов // Труды по прикл. бот., ген. и селекции. – 1925. – Т. 14. – N.2. – С. 89-96.

65. Коротцева И. Б. Основные направления и задачи селекции тыквенных культур ФГБНУ "Федеральный научный центр овощеводства" / И. Б. Коротцева // Овощи России. – 2022. – № 4. – С. 5-10.

66. Кревченко Л.Е. Бахчеводство Северного Кавказа (Агротехника, сорта) / Л.Е. Кревченко – Краснодар, 1972. – 140с.

67. Кревченко Л.Е. Селекция бахчевых / Л.Е Кревченко // Бахчевые культуры (арбуз, дыня, тыква). – Научные труды НИИОХ. – М., 1938. – С. 35-56.

68. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений / Ф. М. Куперман. – М.: Высшая школа, 1984 – 240 с.

69. Литвинов С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С. С. Литвинов. – Москва: Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства, 2011. –181 с.

70. Литвинов С.С. Проблемы семеноводства овощных и бахчевых культур в России / С.С Литвинов, В.А Лудилов – М.: 2009. – С. 62.

71. Литвинов С.С. Состояние и перспективы развития бахчеводства / С.С Литвинов, В.А Борисов, Ю.А. Быковский // Сборник научных трудов к 75-летию Быковской бахчевой селекционной опытной станции «Селекция и агротехника бахчевых культур». – М.: 2005. – С. 8-21.

72. Лозанов П. Проблема семеноводства гетерозисных гибридов бахчевых культур. Состояние и перспективы интенсификации овощеводства / П. Лозанов // Тезисы докладов научн.-технич. конф.- Тирасполь, 1990. – С. 36-38.

73. Лудилов В. Новая форма с сигнальным признаком / В. Лудилов, К. Дютин // Картофель и овощи. –1966.– №3. – С. 38-39.

74. Лудилов В.А. Апробация бахчевых культур (справочное пособие) / В.А Лудилов, Ю.А Быковский – М.: 2007 – 105с.
75. Лудилов В.А. Беккроссы и жизнеспособность межвидовых гибридов тыквы / В.А. Лудилов // Сельскохозяйственная биология. – 1969.- В.4.– №1. – С. 107-109.
76. Луценко В. Требования к сортам бахчевых культур для машинной уборки / В. Луценко, В. Чаленко, К. Дютин // Картофель и овощи. – 1974.– №8. – С.35-43.
77. Малинина М.И. Вид *Cucumis melo* L./ М.И. Малинина // Культурная флора, тыквенные (огурец, дыня). -М.: Колос, – 1994. - Т.21. – С. 131-286.
78. Малуева С. В. И др. Использование исходного материала в селекции арбуза и дыни / С. В. Малуева, И. Н. Бочерова, М. С. Корнилова // Известия ФНЦО. – 2020. – № 2. – С. 68-72.
79. Малуева С. В., Бочерова И. Н., Корнилова М. С. Использование исходного материала в селекции арбуза и дыни / С. В. Малуева, И. Н. Бочерова, М. С. Корнилова //Известия ФНЦО. – 2020. – №. 2. – С. 68-72.
80. Мережко А.Ф. Проблема доноров в селекции растений / А.Ф. Мережко // С.-Пб, ВИР. 1994. – 126 с.
81. Мережко А.Ф. Система генетического изучения исходного материала для селекции растений. - Л., ВИР / А.Ф. Мережко. – 1984. – 70 с.
82. Мещеров Э.Т. Селекция женских и гермафродитных форм дыни и возможности использования их в гибридном семеноводстве / Э.Т. Мещеров, Г.А. Теханович // Труды по прикл. бот., ген. и селекции. –1974.- Т.53. – №.3. – С. 288-295.
83. Мусихин С. А.и др. Влияние генетического сходства, активности пероксидазы и содержания аскорбиновой кислоты в компонентах прививок тыквенных культур на их приживаемость / С. А. Мусихин, Д. А. Зорин, А. В. Худякова // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. – 2024. – Т. 25, № 4. – С. 602-612.

84. Никифорова Н.А. Распространение фузариозного увядания арбузов и дынь в различных районах Молдавии / Н.А. Никифорова, Н.Т. Лукина // Тр.Молд.НИИ орош. земледелия и овощеводства. – 1971. – Т. 10. – В. 2. – С.56-61.
85. Никифорова Н.А. Фитопатологическая характеристика сортов арбуза в Молдавии/ Н.А. Никифорова // Тр.Молд.НИИ орош. земледелия и овощеводства. – 1968. – Т. 8. –В. 2. – С. 14-16.
86. Оценка и отбор коллекционных образцов арбуза для использования в селекционном процессе / Е. А. Варивода, Т. Г. Колебошина, С. Д. Фомин, Е. С. Масленникова // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 2(62). – С. 222-231.
87. Пангало К.И. Бахчеводство СССР. / К.И. Пангало - М.-Л., 1934. – 223 с.
88. Пангало К.И. О генах, определяющих половые различия у растений на примере Cucurbitaceae / К.И. Пангало // Доклады АН СССР. – 1936. – Т. 3. – № 2. – С. 83-85.
89. Пангало К.И. Селекция бахчевых культур / К.И. Пангало // Теоретические основы селекции растений. - М.-Л., – 1937. – Т. 3. – С. 135-194.
90. Пискунова Т.М. Генетические источники основных селекционных признаков тыквы и кабачка / Т.М. Пискунова // Труды по прикл. бот., ген. и селекции. – 1999. – Т. 157. – С. 109-113.
91. Подбор родительских пар и создание исходного материала для селекции новых сортов арбуза / Т. Г. Колебошина, Г. С. Егорова, С. В. Малыева, Е. А. Варивода // Орошаемое земледелие. – 2018. – № 4. – С. 44-47.
92. Подмогаева М.И. Селекция на скороспелость как способ борьбы с дынной мухой / М.И. Подмогаева, Н.М. Сазанова // Картофель и овощи. – 1970. – № 3. – С. 32-34.

93. Прокудина Ф. О распространении антракноза арбузов семенами / Ф. Прокудина, Л. Смирнова, Т. Чулкова // Картофель и овощи. – 1972.- №1, – С. 41–56.
94. Прокудина Ф.В. Заболевание бахчевых культур антракнозом и меры борьбы с ним / Ф.В. Прокудина, Л.Г. Смирнова // Состояние и пути дальнейшего увеличения производства, заготовок и улучшения качества продукции бахчевых культур. – Астрахань, 1969. – С. 228-236.
95. Пыженков В.И. Взаимодействие мутантных генов экстремального типа карликовости растений огурца / В.И. Пыженков // Труды по прикл. бот., ген. и селекции. Л., – 1982. – Т. 81. – С. 45-50.
96. Пыженков В.И. Спонтанный мутант огурца кустового типа / В.И. Пыженков, Г.А. Косарева // Труды по прикл. бот., ген. и селекции. – Л., – 1981. – Т. 69. –В. 2. – С. 15-21.
97. Результаты и перспективы Астраханской селекции овощных и бахчевых культур / О. П. Кигашпаева, А. В. Гулин, Р. Х. Капанова, С. А. Володина // Овощи России. – 2021. – № 5. – С. 16-21. – DOI 10.18619/2072-9146-2021-5-16-21.
98. Родигин М.Н. Болезни бахчевых культур / М.Н. Родигин // Бахчеводство. – М., – 1959. – С. 493-522.
99. Родигин М.Н. Борьба с вредителями и болезнями бахчевых культур / М.Н. Родигин // Бахчеводство СССР. – М.: ВАСХНИЛ, – 1939. – С. 62-67.
100. Родигин М.Н. Главнейшие болезни бахчевых культур и меры борьбы с ними / М.Н. Родигин // Картофель и овощи. – 1961. – № 6. – С. 38-40.
101. Сазанова Н.М. Селекция арбуза и дыни на скороспелость / Н.М. Сазанова // Научн. труды НИИОХ. – 1976. – Т. 6. – С. 244-253.
102. Сазанова Н.М. Селекция арбуза на устойчивость к фузариозному увяданию / Н. М.Сазанова // Научные труды Бирючекут. овощн. опытно. ст. – 1972. – В. 2. – С. 131-136.

103. Селекция бахчевых культур (Метод. указания) / ВАСХНИЛ, ВНИИ растениеводства им. Н.И. Вавилова; [Составители Т.Б. Фурса и др.]. — Л.: ВИР, 1988. — 78 с.

104. Селекция и семеноводство овощных культур - на инновационный путь развития / А. В. Солдатенко, В. Ф. Пивоваров, О. Н. Пышная [и др.] // Овощи России. — 2023. — № 1. — С. 5-13.

105. Синча К.П. Использование сортов бахчевых культур с сигнальными признаками для получения гибридных семян / К.П. Синча // Сборник научн. инф. по овощ-ву (НИИОХ). — М., — 1966. — С. 117-120.

106. Синча К.П. Селекция арбуза на Быковской бахчевой селекционной опытной станции за 75 лет / К.П. Синча // Селекция и агротехника бахчевых культур. М., — 2005. — С. 72-75.

107. Сойфер В.Н. Анатомия семян Cucurbitaceae Juss. как систематический признак / В.Н. Сойфер // Бюллетень Моск. общ-ва испытателей природы. отд. биологии. — 1964. — Т. 69, вып. 1. — С. 14-17.

108. Соколов С.Д. Основы гибридного семеноводства бахчевых культур / С.Д. Соколов // Бахчеводство России (проблемы и пути решения). — Астрахань, — 2003. — С. 20-26.

109. Соколов Ю.В. Диагностика возбудителей мучнистой росы тыквенных культур в Астраханской области / Ю.В. Соколов // Микология и фитопатология. — 1978. — Т. 12. — В. 3. — С. 264-266.

110. Соколова В.К. Результаты селекционной работы по бахчевым на Херсонщине / В.К. Соколова // Селекция и агротехника бахчевых культур. — М., — 2005. — С. 65-68.

111. Струнников В.А. Новая гипотеза гетерозиса: ее научное и практическое значение / В.А. Струнников // Вестник с.-х. науки. — 1983. — №1. — С. 34-40.

112. Сыч З.Д. Кустовость — генетический маркер в гетерозисной селекции арбуза и дыни / З.Д. Сыч, Р.Ю. Томассон // Использование гетерозиса у овощных и бахчевых культур. — Л., ВИР. — 1991. — Т. 145. — С. 73-76.

113. Тараканов Г.И. О жизненных формах овощных растений / Г.И. Тараканов // Доклады ТСХА. – 1965.- Т 5. –В. 114. – С. 44-47.

114. Тараканов Г.И. Селекция овощных культур на повышение продуктивности / Г.И. Тараканова // Биология. Селекция продуктивных сортов. – 1986. – В. 12. – С. 43-62.

115. Теханович Г. А. Коллекция бахчевых культур: выявление гомологических рядов наследственной изменчивости / Г. А. Теханович, А. Г. Елацкова // Vavilovia. – 2023. – Т. 5. – №. 2. – С. 30-44.

116. Теханович Г.А. Итоги изучения арбуза на раннеспелость / Г.А. Теханович, Ю.А. Елацков, А.Г. Елацкова // Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы. II Международная научно-практическая конференция (2-4 августа 2010г.). Материалы докладов и сообщений (ВНИИССОК). – М., – 2010. – Т. 1. – С. 500-505.

117. Теханович Г.А. Генетическая коллекция арбуза и ее использование в селекции / Г.А. Теханович, Ю.А. Елацков // Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке. – С-Пб., – 2007. – С. 608-609.

118. Теханович Г.А. Генетические маркеры арбуза и селекция на гетерозис / Г.А. Теханович, Ю.А. Елацков, А.Г. Елацкова // Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы. II Международная научно-практическая конференция (2-4 августа 2010г.). Материалы докладов и сообщений (ВНИИССОК). – М., – 2010. – Т. 1. – С. 494-499.

119. Теханович Г.А. Генетический потенциал бахчевых культур и его использование в селекции / Г.А. Теханович // Селекция и агротехника бахчевых культур. – 2005. – С. 40-44.

120. Теханович Г.А. Генетическое разнообразие коллекции бахчевых культур ВИР — основа селекции / Г.А. Теханович, А.Г. Елацкова, Ю.А. Елацков // «Современные тенденции в селекции и семеноводстве овощных культур. Традиции и перспективы». – I Международная научно-

практическая конференция (4-6 августа 2008г.). Материалы докладов, сообщений (ВНИИССОК). – М., – 2008. – Т. 2. – С. 326-330.

121. Теханович Г.А. Источники устойчивости арбуза к антракнозу / Г.А. Теханович, Т.Б. Фурса // Сборник науч. трудов по прикл.бот, ген. и селекции ВИР. – 1988. – В. 118. – С. 31-34.

122. Теханович Г.А. Наследование признаков при скрещивании с кустовой формой арбуза / Г.А. Теханович // Научно-технический бюллетень ВИР. – 1976. – В. 64. – С. 44-47.

123. Теханович Г.А. Оценка коллекции арбуза на устойчивость к фузариозному увяданию / Г.А. Теханович, Т.Б. Фурса // Картофель и овощи. – 1975. – № 11. – С. 40-43.

124. Теханович Г.А. Параллельная изменчивость у бахчевых культур и ее практическое значение в селекции / Г.А. Теханович, Ю.А. Елацков, А.Г. Елацкова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2009. – Т. 166. – С-Пб. – С. 270-273.

125. Теханович Г.А. Результаты селекции кустовых форм арбуза / Г.А. Теханович // Труды по прикл. бот., ген. и селекции. – Л., – 1986. – В. 101. – С. 38-44.

126. Теханович Г.А. Селекция кустовых арбузов / Г.А. Теханович // Плодоовощное хозяйство. – 1985. – № 5. – С. 14-16.

127. Теханович Г.А. Селекция кустовых и короткоплетистых сортов арбуза / Г.А. Теханович, Ю.А. Елацков, А.Г. Елацкова // Картофель и овощи. – 2011. – № 7. – С. 25-26.

128. Теханович, Г. А. Генетические источники для селекции кустовых и короткоплетистых сортов арбуза / Г. А. Теханович, А. Г. Елацкова, Ю. А. Елацков // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2019. – Т. 180, № 2. – С. 89-94.

129. Теханович, Г. А. Параллельная изменчивость у бахчевых культур и ее практическое значение в селекции / Г. А. Теханович, Ю. А. Елацков,

А. Г. Елацкова // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 2009. – Т. 166. – С. 270-273.

130. Теханович, Г. А. Исследования Н. И. Вавилова и его влияние на развитие интродукции, изучение коллекции и селекции бахчевых культур / Г. А. Теханович, А. Г. Елацкова, Ю. А. Елацков // Vavilovia. – 2019. – Т. 2, № 2. – С. 44-57.

131. Ткаченко Ф.А. Гетерозисный гибрид арбуза Пионер Харьковский / Ф.А. Ткаченко, А.И. Кононенко // Картофель и овощи. – 1965. – № 10. – С. 43-44.

132. Ульянов А. Валкообразователь ВБК-6 для сбора плодов бахчевых культур / А. Ульянов, В. Федоров // Картофель и овощи. – 1972.- № 6. – С. 31-32.

133. Филов А.И. Бахчеводство. / А.И. Филов // - М.: Колос, – 1969. – 263 с.

134. Филов А.И. Кустовые формы тыквенных растений / А.И. Филипов // Л., Бюлл. ВИР. – 1957. – В. 3. – С. 39-41.

135. Филов А.И. Тыквенные. Культурная флора СССР. / А.И. Филов // - М.: Колос, – 1982. – Т. 21. – С. 145-277.

136. Фурса Т.Б. Изучение коллекции бахчевых культур / Т.Б. Фурса [и др.] // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – Л., – 1974. – Т. 53, вып. 3. – С. 282-287.

137. Фурса Т.Б. Классификация столового арбуза / Т.Б. Фурса // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1977. – Т. 61, в. 1. – С. 3-10.

138. Фурса Т.Б. Коллекция арбуза — источник доноров устойчивости к антракнозу / Т.Б. Фурса, А.С. Ревко // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1979. – Т. 64, вып. 1. – С. 119-120.

139. Фурса Т.Б. Культурная флора СССР (арбуз, тыква). / Т.Б. Фурса - М.: Колос, – 1982. – Т. XXI. – С.73.

140. Фурса Т.Б. Кустовой арбуз / Т.Б. Фурса // Картофель и овощи. – 1962. – № 2. – С. 14-15.

141. Чаленко В.В. Перспективная технология и комплекс машин для возделывания и уборки бахчевых культур / В.В. Чаленко, Н.Е. Руденко, В.П. Тощев // Докл. сов. ученых к XIX Межд. конгр. по садов-ву. – 1974. – С. 514-517.
142. Шейнфельд С.В. Использование эффекта гетерозиса у столового арбуза на основе выведенных цельнолистных форм в условиях Молдавии: Автореф. дис. канд. с.-х. наук: Шейнфельд С.В. Кишинев, – 1973. – 24 с.
143. Экологическое испытание сортов арбуза волгоградской и краснодарской селекции в разных зонах юга России / В. Э. Лазько, Е. А. Варивода, О. В. Якимова [и др.] // Овощи России. – 2022. – № 4. – С. 17-22. – DOI 10.18619/2072-9146-2022-4-17-22.
144. Abdel-Magid A. Plant domestication in the Middle Nile Basin: an archaeoethnobotanical case study/ A. Abdel-Magid – BAR Publishing, 1989.–320 p.
145. Ald El-Hafes A.A. Inheritance of marker genes for leaf color and shape in watermelon, *Citrullus lanatus*, Thunb / A.A. Ald El-Hafes // Acta agron. Acad. Sci. Hung. – 1983. – 32. – № ¾. – P. 343-348.
146. Anderson J.L. Histology of Watermelon Anthracnose / J.L. Anderson, J.C. Walker // Phytopatology. – 1962. – 52. – № 7. – P.650-653.
147. Andrews F. The Flowering Plants of the Anglo-Egyptian Sudan / F. Andrews. V.1, Cycadaceae-Tiliaceae. – Buncle, 1950.- 342 p.
148. Armstrong G. Formal speciales and races of *Fusarium oxysporum* causing wilts of the Cucurbitaceae / G. Armstrong, J. Armstrong // Phytopatology. – 1978. – 68. – №1. – P. 19-28.
149. Bains M.S. Inheritance of some flowers and fruit characters in muskmelon / M.S. Bains, U.S. Kang // Indian J. Genetics plant Breeding. – 1963. – 23. – № 1. – P. 101-106.
150. Barnes G.L. Differential pathogeneticity of *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* to certain wilt resistant watermelon cultivais / G.L. Barnes // Plant. Dis. Reporter. – 1972 – 56. – № 12. – P. 1022-1026.

151. Branham S. E. et al. A GBS-SNP-based linkage map and quantitative trait loci (QTL) associated with resistance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* race 2 identified in *Citrullus lanatus* var. *citroides* / S. E. Branham et al. // Theoretical and applied genetics. – 2017. – T. 130. – P. 319-330.
152. Chomicki G. Watermelon origin solved with molecular phylogenetics including Linnæan material: another example of museomics / G. Chomicki, S. S. Renner // New Phytologist. – 2015. – T. 205. – № 2. – P. 526-532.
153. Cox A. Changing foodways: watermelon (*Citrullus lanatus*) consumption in Roman and Islamic Quseir al-Qadim, Egypt / A. Cox, M. Van der Veen // Vegetation History and Archaeobotany. – 2008. – T. 17. – P. 181-189.
154. Crall J.M. Physiologic specialisations in *Fusarium oxysporum* v. *niveum* / J.M. Crall // Phytopathology. – 1963. – 53. – №8. – P. 873-886.
155. Crall J.M. Smokylee a high-quality watermelon with resistance to anthracnose and fusarium Wilt / J.M. Crall // Circular. Agr. Exp. Sta. Inst. Of Food and Agric. Sci. Univ. of Florida. – 1971. – № 5. – P. 10-18.
156. Crall J.M. Watermelon breeding in Florida / J.M.Crall // Sunshine State Agrec. Res. Rept. – 1968. – 13. – № 1. – P. 57-59.
157. Davis A. R. et al. Evaluation of watermelon and related species for resistance to race 1W powdery mildew / A. R. Davis et al. // Journal of the American Society for Horticultural Science. – 2007. – T. 132. – № 6. – P. 790-795.
158. Elmstrom G.W. Resistance of Watermelon Cultivars to *Fusarium* wilt / G.W. Elmstrom, D.L. Hopkins // Plant Disease. – 1981. – 65. – № 10. – P. 825-827.
159. Engalycheva I. *Fusarium* species causing pepper wilt in Russia Molecular identification and pathogenicity/ I. Engalycheva // Microorganisms. – 2010. – V.5. – P.343-359.
160. Feliks Y. Talmud Yerushalmi: Massekhet Ma'asrot. Bar-Ilan, Ramat Gan, Israel/ Y. Feliks // – 2005. – 208 p.

161. Foster R.E. F<sub>1</sub> hybrid muskmelons. V. Monoecism and male sterility in commercial seed production / R.E. Foster // J. Heredity. – 1968 a. – 59. – № 3. – P. 205-207.
162. Goode M.J. Watermelon Anthracnose... An Old Problem Returns / M.J. Goode // Arkansas Farm Research. – 1968. – 17. – № 4. – P. 12-21.
163. Guo S. et al. The draft genome of watermelon (*Citrullus lanatus*) and resequencing of 20 diverse accessions / S. Guo et al. // Nature genetics. – 2013. – T. 45. – №. 1. – P. 51-58.
164. Hall C.V. Crimson sweet A new disease resistant watermelon / C.V. Hall // Circular Kansas Agric. Exp. Sta. – 1963. – № 389. – P. 1-3.
165. Hami A. et al. Morpho-Molecular Identification and First Report of *Fusarium Equiseti* in Causing Chilli Wilt from Kashmir (Northern Himalayas). / A. Hami, et al. // Scientific Reports. – 2021.–V.11. –P. 361-377.
166. Henderson W.R. The inheritance of *Fusarium* wilt resistance in watermelon, *Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf. / W.R. Henderson, S.F. Jenkins, J.O. Rawlings // – J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1970. – 95. – № 3. – P. 276-282.
167. Hoffman J.C. Inheritance of a virescent mutant in muskmelon / J.C. Hoffman, P.E. Nugent // J. Heredity. – 1973. – 64. – № 5. – P. 311-312.
168. Hopkins D.L. Bacterial leaf spot of watermelon caused by *Pseudomonas lachrymans* / D.L. Hopkins, N.C. Schenk // Phytopatology. – 1972 – 62. – № 5. – P. 542-545.
169. Hopkins D.L. Selection for *Fusarium oxysporum* f. sp. *niveum* race 2 in monoculture of watermelon cultivars resistant to *Fusarium* wilt / D.L. Hopkins, R.J. Lobinska, R.R. Larkin // Phytopatology. – 1992. – 82. – № 3. – P. 290-293.
170. Hopkins D.L., *Fusarium* Wilt in watermelon Cultivars Grown in a 4-year Monoculture / D.L. Hopkins, G.M. Elmstrom // Plant Disease. – 1984. – 68. – № 2. – P. 129-131.
171. Hussain A. I. et al. *Citrullus colocynthis* (L.) Schrad (bitter apple fruit): A review of its phytochemistry, pharmacology, traditional uses and nutritional po-

tential / A. I. Hussain et al. //Journal of ethnopharmacology. – 2014. – T. 155. – №. 1. – P. 54-66.

172. Inch A.J. Wilt resistance watermelons / A.J. Inch, K.G. Pegg, J.L. Alcorn // Queensland Agr. J. – 1972. – 98. – № 7. – P. 338-340.

173. Jarret R. L. Phylogenetic relationships among species of *Citrullus* and the placement of *C. rehmii* De Winter as determined by internal transcribed spacer (ITS) sequence heterogeneity / R. L. Jarret, M. Newman //Genetic Resources and Crop Evolution. – 2000. – T. 47. – P. 215-222.

174. Kang B. et al. Expression of carotenogenic genes during the development and ripening of watermelon fruit / B. Kang et al. // Scientia Horticulturae. – 2010. – T. 124. – №. 3. – P. 368-375.

175. Lambel S. et al. A major QTL associated with *Fusarium oxysporum* race 1 resistance identified in genetic populations derived from closely related watermelon lines using selective genotyping and genotyping-by-sequencing for SNP discovery / S. Lambel et al. //Theoretical and Applied Genetics. – 2014. – T. 127. – P. 2105-2115.

176. Levi A. et al. Genetic resources of watermelon / A. Levi et al. // Genetics and genomics of Cucurbitaceae. – 2017. – P. 87-110.

177. Levi A. et al. High frequency oligonucleotides: targeting active gene (HFO-TAG) markers revealed wide genetic diversity among *Citrullus* spp. accessions useful for enhancing disease or pest resistance in watermelon cultivars / A. Levi et al. // Genetic Resources and Crop Evolution. – 2013. – T. 60. – P. 427-440.

178. Lew P.B. Inheritance and Morphology of Two Dwarf Mutants in Watermelon / P.B. Lew, J.B. Loy // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1972. – 97. – № 6. – P. 745-748.

179. Li C.X. Breeding an unbranched dwarf form of watermelon Wuchazao / C.X. Li // Acta Horticulture Sinica. – 1986. – 13. – № 1. – P. 64-67.

180. Liu J. et al. Dynamic characteristics of sugar accumulation and related enzyme activities in sweet and non-sweet watermelon fruits / J. Liu et al. // *Acta physiologiae plantarum*. – 2013. – T. 35. – P. 3213-3222.
181. Love S.L. Single gene control of anthracnose in *Citrullus* / S.L. Love, B.B. Rhodes // Report, Cucurbit Genetics Cooperative. – 1988. – № 11. – P. 64-67.
182. Loy J. Comparative development of dwarf and normal segregants in watermelon / J. Loy, P. Lew // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* – 1975. – 100. – № 1. – P. 78-80.
183. Manniche L. An ancient Egyptian herbal. / L. Manniche – 1989. – 345 p.
184. Mariod A. A. et al. A comparative study of the properties of six Sudanese cucurbit seeds and seed oils // *Journal of the American Oil Chemists' Society* / A. A. Mariod et al. – 2009. – T. 86. – № 12. – P. 1181-1196.
185. Martyn R.D. Resistance to races 0, 1, and 2 of *Fusarium* wilt of watermelon in *Citrullus* sp. PI 296341 – FR. / R.D. Martyn, D. Netzer // *Hort. Science*. – 1991. – 26. – № 4. – P. 429-432.
186. Mohr H.C., Blackhurst H.M., Jensen E.R. F1 hybrid watermelon from open pollinated seed by use of a genetic marker. // *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.* – 1955. – 65. – p. 399-404.
187. Mohr H.C. Development varieties of the Shortinternode type in the cultivated Cucurbitaceae / H.C. Mohr // *Proc. of the XVII Inter. Horticultural Congress*. – 1966. – 1. – P. 61-65.
188. Mohr H.C. Inheritance and morphological traits of double recessive dwarf in watermelon, *Citrullus lanatus* (Thunb) Mansf. / H.C. Mohr, M.S. Sandhu // *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* – 1975. – № 2. – P. 135-137.
189. Mohr H.C. Progress in the development of short internode (bush) cantaloupes / H.C. Mohr, D.E. Knavel / H.C. Mohr, M.S. Sandhu // *Hort. Science*. – 1966. – № 1. – P. 16-21.

190. Mohr H.C. Utilization of the Genetic Character for schort – Internode in improvement of the watermelon / H.C. Mohr // Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.-1963.- 82.- P. 454-459.
191. Murdock B.A. Malesterile (ms) from China apparantly non – allelic to glabrousmale sterile (gms) watermelons / B.A. Murdock, N.H. Fergusson, B.B. Rhodes // Report. – Cucurbit Genetics Cooperative. // 1990. – № 13. – P. 46-53.
192. Nagal S. et al. Lycopene content, antioxidant capacity and colour attributes of selected watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansfeld) cultivars grown in India / S. Nagal et al. // International Journal of Food Sciences and Nutrition – 2012. – T. 63. – №. 8. – P. 996-1000.
193. Netzer D. PI 296341, a source of resistance in watermelon to race 2 of *Fusarium oxysporum* f. sp. Niveum / D. Netzer, R.D. Martyn // Plant Diseases. – 1989. – 73. – № 6. – P. 518-520.
194. Nimmakayala P. at al. Single nucleotide polymorphisms generated by genotyping by sequencing used to characterize genome-wide diversity, linkage disequilibrium and selection sweep for worldwide cultivated watermelon. BMC / P. Nimmakayala at al. // Genomics –2014. –V.6.– P.767-782.
195. Norton J.D. “AU – Golden Producer watermelon” / J.D. Norton, G.E. Boyhan, D.A. Smith, B.R. Abrahams // Hort. Science . – 1993. – 28. – № 6. – P. 681-682.
196. Orton W.A. Watermelon diseases / W.A. Orton // U.S.D.A. Farmers Bull. – 1917. – № 821.– P.45-65.
197. Paris H. S. Origin of the Dessert Watermelon / H. S. Paris //The Watermelon Genome. – Cham : Springer International Publishing, 2023. – P. 1-16.
198. Pethybridge S. J. at al. Challenges and prospects for building resilient disease management strategies and tactics for the New York table beet industry / S. J Pethybridge., at al. // Agronomy –N 8(7). –P. 112-121.
199. Porter D.R. Inheritance of certain fruit and seed characters in watermelons / D.R. Porter // Hilgardia. – 1937. – 10. – № 10. – P. 489-509.

200. Porter D.R. Some effect of inbreeding in watermelons / D.R. Porter // Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1930. – 27. – P. 554-559.
201. Porter D.R. Some Environmental relations of watermelon wilt / D.R. Porter // Phytopatology. – 1932. – 22. – № 10. – P. 813-825.
202. Porter D.R. Watermelon breeding / D.R. Porter // Hilgardia. – 1933. – 7. – № 15. – P. 585-624.
203. Proctor B.S. Bush Type Watermelons B.S. / Proctor // Crops and soil. – 1961. – 13. – № 8. – P. 20-28.
204. Prowidenti R. Cold resistance in accessions of watermelon from Zimbabwe / Prowidenti R. // Report, Cucurbit Genetics Cooperative. – 1992. – № 15. – p. 67-68.
205. Ray D.T. Yellow – Tip: A cytoplasmically inherited trait in melon (*Cucumis melo* L.) / D.T. Ray, J.D. Mc Greight // J.Heredity. – 1996. – 87. – № 3. – P. 245-247.
206. Reddy U.K. et al. Cytomolecular characterization of rDNA distribution in various *Citrullus* species using fluorescent in situ hybridization / Reddy U.K. et al. // Genet Resour Crop Evol. – 2013. – V.32. – P.34-43.
207. Rhodes B.B. Late male fertility in a glabrous, male sterile (gms) watermelon line / B.B. Rhodes // Report, Cucurbit Genetics Cooperative. – 1991. – № 14. – P. 85-89.
208. Sari N., Watermelon Genetic Resources and Diversity / N. Sari, İ. Solmaz // The Watermelon Genome. – Cham: Springer International Publishing, 2023. – P. 23-36.
209. Shimotsuma M. Cytogenetical studies in the genus *Citrullus*. IV. Intra and Interspecific Hybrid between *C. colocynthis* Schrad. and *C. vulgaris* Schrad / M. Shimotsuma // Japan J. Genetics. – 1960. – 35. – № 10. – P. 303-312.
210. Shimotsuma M. Cytogenetical studies in the genus *Citrullus*. VII. Inheritance of several characters in watermelon / M. Shimotsuma // Japan J. Breeding. – 1963a. – 13. – № 4. – P. 235-240.

211. Sidhu A.S. Correlation and path coefficient analysis for yield, quality and earliness in watermelon (*Citrullus lanatus* (Thunb.) Mansf.) / A.S. Sidhu, J.S. Brar // Indian Jour. of Agric. Res. – 1981. – 15. – № 1. – P. 33-37.
212. Sing O.S. Induction of terminal flower in indeterminate watermelon (*C. vulgaris*) by Ethrel. / O.S. Sing, S.K. Madan // Sci. and Cult., 1972. – 37. – № 11. – P. 522-523.
213. Singh A. Cytogenetics of semi – arid plants. III. A natural interspecific hybrid of Cucurbitaceae (*Citrullus colocynthis* Schrad. X *C.vulgaris* Schrad.) / A. Singh // Cytologia. – 1978. – 43. – № 3/4, – p. 569-574.
214. Sowell G.J. New sources of resistance to watermelon anthracnose / G.J. Sowell, B.B. Rhodes, J.D. Norton // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1980. – 105. – № 2. – P. 197-199.
215. Suvanprakorn K. Inheritance of resistance to race 2 anthracnose in watermelon / K. Suvanprakorn, J.D. Norton // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1980. – 105. – № 6. – P. 862-865.
216. Tetteh A. Y. et al. Identifying resistance to powdery mildew race 2W in the USDA-ARS watermelon germplasm collection / A. Y. Tetteh, T. C. Wehner, A. R. Davis // Crop Science. – 2010. – T. 50. – № 3. – P. 933-939.
217. Thakur J.C. Studies on variability and heritability of some important quantitative characters in watermelon / J.C. Thakur, K.S. Nandpuri // Veg. Sci. – 1974. – 1. – P. 1-8.
218. Watts V.M. A marked male – sterile mutant in watermelon / V.M. Watts // Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1962. – 81. – P. 498-505.
219. Watts V.M. Development of Disease Resistance and seed Production in Watermelon Stocks Carrying the msg Gene / V.M. Watts // Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1967. – 91. – P. 579-583.
220. Wehner T. C. Watermelon / T. C. Wehner // Vegetables I: asteraceae, brassicaceae, chenopodiaceae, and cucurbitaceae. – New York, NY: Springer New York, 2008. – P. 381-418.

221. Wensley R. Biology and control of Fusarium wilt of muskmelon / R. Wensley // Canada Agr. – 1970. – 15. – № 3. – P. 20-21.
222. Whitaker T.W. Cucurbits. / T.W. Whitaker, G.N. Davis// Interscience, New York.1962. – 356p.
223. Wilson J.J. The pathological relationship between the host and parasite in varieties and strains of watermelons resistant to Fusarium niveum E.F.S. / J.J. Wilson // Iowa Agr. Exp. Sta. Res. Bull. – 1936. – № 195. – P. 109-152.
224. Yu L. The inheritance of resistance to Fusarium wilt in watermelon / L. Yu, R. F.g Xu, Z. Y. Wei. // Jiangsu J. of Agr. Sci. – 1995. – 11. – № 1. – P. 45-48.
225. Zink F.W. et al. Perlita Bush Muskmelon Breeding Lines / F.W. Zink et al. // Hort Science. – 1978. – 13. – № 4. – P. 486-492.
226. Zink F.W. Linkage of Viruscent Foliage and Plant Growth Habit in Muskmelon / F.W. Zink // J. Amer. Soc. Hort. Sci. – 1977. –102. – № 5. – P. 613-615.
227. Zohary D. et al. Domestication of Plants in the Old World: The origin and spread of domesticated plants in Southwest Asia, Europe, and the Mediterranean Basin / D. Zohary et al. – Oxford University Press, 2012. – 221p.

## ПРИЛОЖЕНИЕ

## Приложение 1

**2002 год.** Весна была ранней и затяжной. Осадков за весенний период 2002 года выпало 61 мм при норме 146 мм. Несмотря на то, что весной выпало мало осадков наличие влаги в почве было достаточным за счет их обильного выпадения в осенне - зимний период 2001-2002 гг. Осенью 2001 г. выпало 235 мм при средней многолетней 141 мм, зимой – 147 мм при норме 115 мм. Лето 2002 г. было жаркое и влажное. В июне месяце дожди выпадали часто, но в небольших количествах. В августе снова выпадали осадки ливневого характера и довольно часто. Всего за летний период выпало 386 мм, что на 201 мм выше нормы. Число дней с осадками в июне было 14, в июле – 6, в августе – 13.

Самые неблагоприятные условия для бахчевых культур сложились в мае, особенно в третьей декаде, когда быстро терялась влага в почве и растения остро испытывали недостаток в ней. Очень влажное лето, особенно во второй половине августа, а затем осенью в сентябре и октябре сдерживала уборку бахчевых культур.

**2003 год.** Погодные условия весны и лета в период вегетации бахчевых культур были необычными и существенно отличались от среднегодовых. Из-за пониженных температур воздуха и почвы в третьей декаде апреля, первой и начале второй декады мая, посев бахчевых проведен в середине месяца 15-16 мая. В конце второй декады произошло нарастание средней температуры и в третьей декаде мая она составила 20,4°C, что на 2,3° выше нормы. Всходы отмечены по большинству образцов 25-27 мая.

Летний сезон характерен повышенными температурами воздуха и почвы. Средняя температура лета 23,4°C, что на 1,4° выше нормы. Сухая, жаркая погода удерживалась и в сентябре. Среднемесячная температура воздуха составила 21,4°C, что на 4,2° выше нормы. Сумма осадков в сентябре составила 22 мм. Осадки выпадали в первой и второй декадах месяца. Недобор осадков составил 26 мм. Относительная влажность воздуха 62%, на 5% ниже нормы.

Повышенные температуры и сильная жара в июле и августе ускорили

созревание. Начало созревания скороспелых образцов дыни и арбуза отмечено в третьей декаде июля, средне- и позднеспелых в первой и в начале второй декадах августа.

**2004 год.** Весна 2004 года была теплой, затяжной с выпадением неравномерного количества осадков. В марте и апреле температура в среднем за месяц превысила многолетний показатель на 3,1°C и 0,7°C, соответственно. Осадков за весенний период выпало 153 мм, при норме 146 мм.

Лето было прохладным. Осадки носили ливневый характер, местами с градом. За летний период выпало 321 мм, при норме 185 мм.

В июне среднемесячная температура равнялась 18,5°C, на 1,8° ниже нормы. Осадки выпали в первой и третьей декадах в количестве 145 мм, при норме 78 мм. В третьей декаде 25 июня в течение часа выпало 43 мм, а среднедекадная норма составляет 25 мм.

Влажность воздуха в летний период в среднем превышала многолетний показатель на 10%. Такие условия благоприятно сказались на развитии болезней (антракноз и вершинная гниль на арбузе).

Сумма активных температур в начале лета равнялась 1378°C, что на 12° ниже нормы, в середине лета она составила 2040°C, что на 60° ниже нормы. Прохладное лето 2004 года негативно повлияло на развитие растений бахчевых культур. В результате, в отличие от засушливого и жаркого лета 2003 года, цветение и созревание образцов замедлилось почти на две недели. За всю историю Кубанской опытной станции 2004 год являлся одним из самых влажных.

**2005 год.** Весна в целом была теплой и достаточно влажной, однако характеризуется как неравномерным температурным режимом, так и неравномерным распределением осадков по месяцам. Самым холодным и влажным был март. Теплая погода и достаточное увлажнение почвы в конце апреля создали благоприятные условия для посева и появления дружных всходов на опытном участке.

Лето характеризовалось в целом как сухое и жаркое, особенно в июле и августе. В июне наблюдалась прохладная погода с большим недобором осадков. Осадков выпало всего 31 мм, что составило 40% от нормы. Еще более жаркая и сухая погода установилась в августе. Дожди выпадали в основном кратковременные, малоэффективные.

**2006 год.** Условия весеннего периода характеризовались как нестабильные. Равномерное повышение температуры было до второй декады апреля, а с третьей декады постепенное снижение при увеличении количества осадков. В целом весна 2006 г. характеризуется ранней и затяжной с высокой температурой в начале весны и низкой в сравнении с многолетней в конце весеннего периода. Среднемесячная температура воздуха в апреле равнялась 11,4°C, что на 0,4° выше нормы. Осадки в апреле выпадали неравномерно. В первой декаде 19 мм, при норме 14 мм.

**2007 год.** Весна характеризуется как влажная, холодная и затяжная. Осадки были малоэффективны. Лето характеризуется жаркой погодой с малым количеством осадков. Абсолютный максимум 35,6°C, что на 3,3° выше многолетней. Влажность воздуха на 4% ниже нормы. Эффективные осадки выпали только в третьей декаде – 18 мм, что на 7 мм ниже нормы. Всего за месяц выпало 28 мм (на 50 мм ниже нормы), а в сравнении с июнем 2006 года (64 мм) на 36 мм меньше. В июле осадки выпадали в первой и второй декадах. Среднесуточная температура воздуха все повышалась и в среднем максимум был 31 июля – 38,2°C, что на 2,9° выше нормы. В среднем за август температура воздуха была выше на 3,9°.

В сентябре продолжала удерживаться сухая, жаркая погода. В целом погодные условия были крайне неблагоприятными для бахчевых, особенно в июне и июле. В условиях сухой, жаркой погоды испытывался острый дефицит влаги, который значительно повлиял на состояние растений и, в особенности, на их продуктивность. Сухая жаркая погода сильно снизила завязываемость плодов, особенно при искусственном опылении. Наблюдалось сокращение фазы цветения – созревание, что ускорило

созревание плодов. У среднеспелых, средне- и позднеспелых образцов значительно сократился вегетационный период. По длине вегетационного периода наблюдалась тенденция перехода их в группу скороспелых и среднеспелых. Вместе с тем экстремально засушливые условия лета 2007 года позволили выявить наиболее адаптивные образцы и формы с меньшей степенью реакции на засуху.

**2008 год.** Весна наступила рано. Март был очень теплым. Среднемесячная температура воздуха составила 9°C, что на 5,8° выше нормы. Осадков за весенний период выпало 213 мм, при норме 147 мм. С 6 апреля отмечен переход среднесуточных температур через 10°C. Наблюдаемые обильные холодные ночные росы, понижение температуры воздуха в ночное время до 4,5°C сдерживало посев бахчевых в первой декаде мая. Для гарантированного получения всходов посев бахчевых был проведен 15 мая.

Среднесезонная температура летнего периода составила 22,6°C, что на 0,6° выше нормы. Осадков за сезон выпало 142 мм при норме 194 мм (недобор 52 мм). 18 июля отмечен сильный ливень с грозой и градом, сопровождавшийся штормовым ветром. Пострадали посевы бахчевых в период массового цветения и завязывания плодов. На плетях, листьях и завязях растений отмечено массовое повреждение градом. Это вызвало сильное угнетение растений. Сильный штормовой ветер повредил так же посевы кукурузы и подсолнечника. Много растений было поломано, а где и вывернуты с корнем. В дальнейшем августовская жара, сопровождаемая сильной засухой (за месяц выпало 3,6 мм осадков при норме 52 мм), частые суховеи сильно повлияли на развитие растений.

В целом погодные условия весенне-летнего периода 2008 года характеризовались частыми стрессовыми (аномальными) явлениями – резкое похолодание в мае, ливень с градом и порывистым ветром в июле, жестокая жара без эффективных осадков и суховеи в августе. Все это повлияло на нормальный рост и развитие растений, а, следовательно, и урожайность

бахчевых культур.

**2009 год.** Весна была затяжная, прохладная. Недобор осадков за сезон составил 15 мм. Весенний переход среднесуточных температур через 5°C отмечен 7 марта.

Март был теплым. Среднемесячная температура воздуха составила 5,2°C при норме 3,2°C, то есть на 2,0° теплее нормы. Осадков в марте выпало 77 мм, чуть больше двух норм.

Апрель характеризовался как прохладный, сухой месяц. При этом морозы в воздухе отмечены до -7°C, а на почве до -9,0°C. Сумма осадков за месяц составила всего лишь 8 мм при норме 49 мм.

Лето также не было жарким. Абсолютный максимум температур за сезон был 37,4°C. Осадков за лето выпало 178 мм, на 6 мм меньше нормы. Сумма активных температур >10°C составила 2701°, на 102° ниже нормы.

В июне отмечено 11 дней с суховеями. В конце июня растения бахчевых были достаточно хорошо развиты. На раннеспелых образцах арбуза, дыни и тыквы отмечено цветение женских цветков и начато опыление.

Июль был жаркий, теплее нормы на 1,2°. Среднесуточная температура июля 24,3°C, при норме 23,1°C. В конце июля отмечено созревание раннеспелых образцов арбуза и проведено их описание.

Август 2009 года был отмечен как прохладный месяц. Среднемесячная температура воздуха составила 20,6°C при норме 22,5°C, на 1,9° меньше. Осадков выпало 47,3 мм при норме 52 мм, на 4,7 мм меньше нормы. Относительная влажность воздуха в течение месяца была близка к норме – 66%.

Сентябрь был теплый и влажный. Среднемесячная температура воздуха 17,3°C, средняя многолетняя 17,2°C.

**2010 год.** Весна ранняя, теплая и сухая. Осадков за сезон выпало 184 мм, из них 83 мм выпало в первой декаде марта. В апреле и мае было очень мало осадков. Сумма осадков за март равнялась 106 мм.

Апрель также теплый и сухой. Абсолютный максимум и минимум температур составил 24,8°C и 0,0°C. Осадков выпало 36 мм при норме 49 мм. Недобор составил 13 мм. Лето очень жаркое, сухое.

Июнь сложился как очень жаркий месяц. Среднемесячная температура составила 23,8°C при норме 20,3°C, что на 4,8° выше нормы. Сумма осадков за июнь – 113 мм, норма – 76 мм. Осадки выпали во второй (20 мм) и третьей (53 мм) декадах. 25 июня за одну только ночь выпало 53 мм. Июль был очень жарким. Сумма осадков за июль составила 71 мм.

Август очень жаркий сухой месяц. Среднемесячная температура воздуха составила 27,1°C при норме 22,5°C, что на 4,6° выше нормы.

Сентябрь был также теплый. Среднемесячная температура составила 20,8°C. Осадков за месяц выпало 47 мм (норма 48 мм). Они выпадали неравномерно.

В целом погодные условия весенне-летнего и осеннего периода для роста и развития бахчевых культур были благоприятны.

**2011 год.** Весна была затяжная и холодная. Недобор суммы активных температур за сезон составил 152,0°. Средняя температура воздуха весеннего периода 9,3°C, на 1,0° ниже нормы. Весенний переход среднесуточных температур через 0°C произошел 5 марта. Переход температур через 5°C – 24 марта, через 10°C – 25 апреля. Последний заморозок в воздухе зарегистрирован 18 апреля и достигал 0,2°C, на почве 25 апреля -3,9°C. За сезон выпало 261 мм осадков, в среднем на 38 мм превышение среднемноголетней нормы во все месяцы. Из-за низких температур посев бахчевых культур был проведен позже оптимальных сроков – в III декаде, когда устойчиво установилась теплая погода и почва прогрелась до 17-20°C.

Летний период характеризовался неравномерным распределением среднесуточных температур. Самый жаркий месяц лета – третья декада июля. Так, с 26-го по 30-е июля максимальная температура воздуха достигла 35°C. В третьей декаде августа температура воздуха в утренние часы опускалась до 9,5°C. Сумма активных температур летнего периода 2728°, ниже

среднемноголетней на 75°. Переход среднесуточных температур через 15°C произошел 15 мая.

**2012 год.** Весна характеризовалась холодным мартом и стремительным теплом в апреле и мае. Сумма активных температур за сезон составила 1085° на 290° выше средней многолетней. Температура воздуха весеннего периода 12,4°C на 2° выше нормы. Весенний переход среднесуточных температур через 0°C произошел 18 марта, переход температур через 5°C – 29 марта, через 10°C – 4 апреля, через 15°C – 5 апреля. В апреле и мае заморозков в воздухе зарегистрировано не было, на почве отмечено два дня в первой декаде апреля. Снежный покров держался до 14 марта. За сезон выпало 175 мм осадков, в марте и в мае превышение нормы в пределах 20 мм, а в апреле недостаток осадков 13 мм. В третьей декаде апреля и первой декаде мая были отмечены слабые суховеи. Апрель по температурному режиму был на 4,8° теплее нормы, среднемесячная температура воздуха составила 15,8°C. Стремительное нарастание тепла, начавшееся в конце марта, продолжалось весь апрель, почва на глубине 5 см прогрелась до 14,5°C.

Летний период характеризовался равномерным распределением среднесуточных температур и неравномерным распределением осадков. Абсолютный максимум температур 38,2°C отмечен в июне, на 5,8° выше нормы. Сумма активных температур летнего периода 3213°, что выше многолетней нормы на 410°. Средняя температура за сезон составила 23,1°C, что на 1,1° выше нормы. Пять дней в июне отмечались сильные суховеи. Недобор осадков в июне составил 26 мм, в июле 12 мм, а в августе выпало три месячных нормы – 166 мм.

**2018 год.** Весна наступила рано. Переход среднесуточных температур через 0°C (начало весны) произошел 9 февраля, на 25 дней раньше средней даты (средняя дата 5 марта). Осадков за весенний период выпало 213 мм, на 66 мм больше нормы.

Март по температурному режиму стал теплее обычного на 3,1°. Сумма осадков за месяц составила 56 мм, на 20 мм больше нормы.

Сумма осадков в апреле составила 42 мм, на 7 мм меньше многолетней нормы. На глубине 5 см почва прогрелась до 13,6°С и до 11,4°С на глубине 10 см.

В мае удерживалась теплая погода. Сумма осадков за месяц составила 115 мм, на 53 мм больше нормы. Лето характеризовалось относительно высокой суммой активных температур и недобором осадков. Средняя температура месяца 25,2°С, что на 2,7° выше нормы. Сумма осадков составила 10 мм. Всего за летний период выпало 125 мм осадков. Недобор со среднемноголетними данными составил 59 мм.

Среднемесячная температура воздуха в июне составила 20,7°С, на 0,4° выше нормы. Осадков в июне выпало 63 мм, недобор составил 13 мм. Наибольшее количество за сутки выпало 11 июня – 33,9 мм.

Среднемесячная температура июля 24°С, на 0,9° выше нормы. Сумма осадков за месяц составила 52 мм, на 4 мм меньше нормы. Распределение осадков по декадам было неравномерное.

Август характеризовался жаркой и сухой погодой. Сумма осадков за месяц составила 10 мм. В первой декаде выпало 4 мм осадков, во второй 6 мм, в третьей осадков не было. Недобор осадков за месяц составил 42 мм. 14 дней в месяце наблюдались суховеи.

Сентябрь по температурному режиму был близок к норме. В первой декаде средняя температура воздуха составила 22,9°С, на 3,6° выше нормы. Сумма осадков за месяц составила 68 мм, на 20 мм больше нормы.

**2022 год.** Весна характеризовалась колебаниями в температурном режиме и возвратом холодных периодов. Сумма активных температур в апреле составила 346°, на 60° больше нормы.

Сумма осадков за весенний период составила 288 мм, что на 141 мм больше нормы. С первой декады апреля началось интенсивное нарастание тепла. Температура воздуха первой декады составила 12,1°С, что на 2,9° выше нормы, второй 12,4°С, на 1,5° выше нормы. Осадков в апреле выпало 82 мм, на 33 мм больше нормы. Учитывая теплую погоду апреля многие

бахчеводы посеяли арбузы и дыни.

В первой декаде мая произошло понижение температуры воздуха, прохладная погода удерживалась в течение всего месяца. Температура первой декады составила  $10,5^{\circ}\text{C}$ , что на  $4,4^{\circ}$  ниже нормы. Среднемесячная температура воздуха составила  $14,5^{\circ}\text{C}$ , что на  $2,2^{\circ}$  ниже нормы. Осадков за месяц выпало 148 мм, на 86 мм больше многолетних данных.

В конце мая (30, 31 числа) отмечено начало появления всходов на образцах коллекции арбуза. Надо отметить, что погодные условия в мае 2022 года были неблагоприятными для бахчевых культур.

Первая декада июня характеризовалась жаркой погодой и отсутствием осадков. Температура воздуха первой декады –  $22,6^{\circ}\text{C}$ , что на  $3,6^{\circ}$  выше нормы. Осадков выпало 134 мм. Средняя температура июня составила  $21,6^{\circ}\text{C}$ , на  $1,3^{\circ}$  выше нормы. В июне выпало 151 мм осадков, на 75 мм больше нормы.

Среднесуточная температура июля составила  $22,4^{\circ}\text{C}$ . Осадков за месяц выпало в пределах нормы – 56 мм. В июле наблюдалось массовое цветение образцов.

Среднемесячная температура воздуха в августе составила  $25,4^{\circ}\text{C}$ , что на  $2,9^{\circ}$  выше нормы. Сумма осадков за август составила 44 мм, на 11 мм меньше нормы.

Первый месяц осени характеризовался теплой погодой, а во второй декаде месяца – жаркой. Средняя температура сентября равнялась  $18,4^{\circ}\text{C}$ , на  $1,2^{\circ}$  выше нормы. Сумма активных температур  $> 10^{\circ}\text{C}$  в сентябре составила  $3446^{\circ}$ , на  $134^{\circ}$  больше многолетних данных. Осадков за месяц выпало 43 мм, на 5 мм меньше нормы.

## СОРТ БЛАГОДАТНЫЙ




**ИНФОРМАЦИЯ О ПУБЛИКАЦИИ**

eLIBRARY ID: 43775363

EDN: OUYEPH 

**АРБУЗ (CITRULLUS LANATUS (THUNB.) MATSUM. & NAKAI).  
БЛАГОДАТНЫЙ**

**ТЕХАНОВИЧ Г.А.<sup>1</sup>, ЕЛАЦКОВА А.Г.<sup>1</sup>, ЕЛАЦКОВ Ю.А. <sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Кубанская опытная станция – филиал ВИР, 352183, Краснодарский край, Гулькевичский р-н, п.Ботаника, ул.Центральная, 2

Тип: патент на селекционное достижение

Номер патента: RUS - Патентное ведомство: Год публикации: 2010

Номер заявки: 49089 Дата регистрации: 04.12.2007

Патентообладатели: Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Кубанская опытная станция – филиал ВИР

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:**

АРБУЗ, СОРТ БЛАГОДАТНЫЙ, БАХЧЕВЫЕ КУЛЬТУРЫ, ПАТЕНТ НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ

**АННОТАЦИЯ:**

Характеристики: Направление использования: столовый, Срок созревания (гр. спелости): средний (среднеспелый), Тип растения: длинноплетистое, Условия выращивания: товарное производство.

**БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:**

|                                                                                                             |                                                                                                                   |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Входит в РИНЦ: да        |  Цитирований в РИНЦ: 0        |
|  Входит в ядро РИНЦ: нет |  Цитирований из ядра РИНЦ: 0 |

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ:**

|                                                                                                        |                                                                             |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------|
|  Рубрика OECD:      | Agriculture, forestry, fisheries                                            |
|  Рубрика ASJC:      | нет                                                                         |
|  Рубрика ГРНТИ:     | Сельское и лесное хозяйство / Растениеводство / Овощные и бахчевые культуры |
|  Специальность ВАК: | нет                                                                         |
|  Приоритет СНТР РФ: | нет                                                                         |

**АЛТМЕТРИКИ:**

|                                                                                                                              |                                                                                                                                                                                        |                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Просмотров: 2 (1)                        |  Загрузок: 1 (0)                                                                                    |  Включено в подборки: 3 |
|  Всего оценок: 0                          |  Средняя оценка:                                                                                    |  Всего отзывов: 0       |
|  Ваша оценка данной публикации: * * * * * |  Ваш отзыв:  |                                                                                                              |

**КОРЗИНА**

**ПОИСК**

**НАВИГАТОР**

-  ЖУРНАЛЫ
-  КНИГИ
-  ПАТЕНТЫ
-  ПОИСК
-  АВТОРЫ
-  ОРГАНИЗАЦИИ
-  КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
-  РУБРИКАТОР
-  ССЫЛКИ
-  ПОДБОРКИ
-  Начальная страница



# СОРТ ЛЮБИМЧИК



НАУЧНАЯ ЭЛЕКТРОННАЯ  
БИБЛИОТЕКА  
**eLIBRARY.RU**

КОРЗИНА

ПОИСК

НАВИГАТОР

- ЖУРНАЛЫ
- КНИГИ
- ПАТЕНТЫ
- ПОИСК
- АВТОРЫ
- ОРГАНИЗАЦИИ
- КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
- РУБРИКАТОР
- ССЫЛКИ
- ПОДБОРКИ

■ Начальная страница



ИНФОРМАЦИЯ О ПУБЛИКАЦИИ

eLIBRARY ID: 43775365

EDN: OYSSUM

**АРБУЗ (CITRULLUS LANATUS (THUNB.) MATSUM. & NAKAI). ЛЮБИМЧИК**

**ТЕХАНОВИЧ Г.А.<sup>1</sup>, ЕЛАЦКОВА А.Г.<sup>1</sup>, ЕЛАЦКОВ Ю.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Кубанская опытная станция – филиал ВИР, 352183, Краснодарский край, Гулькевичский р-н, п.Ботаника, ул.Центральная, 2

Тип: патент на селекционное достижение

Номер патента: RU - Патентное ведомство: Год публикации: 2011

Номер заявки: 53516 Дата регистрации: 04.12.2009

Патентообладатели: Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Кубанская опытная станция – филиал ВИР

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

АРБУЗ, СОРТ ЛЮБИМЧИК, ПАТЕНТ НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ

АННОТАЦИЯ:

Направление использования: столовый, Срок созревания (гр. спелости): средний (среднеспелый), Тип растения: среднеплетистое, Условия выращивания: товарное производство.

БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:

Входит в РИНЦ: да

Входит в ядро РИНЦ: нет

Цитирований в РИНЦ: 0

Цитирований из ядра РИНЦ: 0

ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ:

Рубрика OECD: Agriculture, forestry, fisheries

Рубрика ASJC: нет

Рубрика ГРНТИ: Сельское и лесное хозяйство / Растениеводство / Овощные и бахчевые культуры

Специальность ВАК: нет

Приоритет СНТР РФ: нет

АЛЬТМЕТРИКИ:

Просмотров: 1 (1)

Всего оценок: 0

Загрузок: 0 (0)

Средняя оценка:

Включено в подборки: 3

Всего отзывов: 0

Ваша оценка данной публикации: \* \* \* \* \*

Ваш отзыв:



## СОРТ СЮРПРИЗ

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное учреждение  
«Государственная комиссия Российской Федерации  
по испытанию и охране селекционных достижений»

**ПАТЕНТ**  
**НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ**  
№ 5798

Арбуз  
Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai

**СЮРПРИЗ**

Патентообладатель  
ГНУ КУБАНСКАЯ ОПЫТНАЯ СТАНЦИЯ ВНИИР

Авторы -  
ЕЛАЦКОВ ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ  
ЕЛАЦКОВА АННА ГЕНРИХОВНА  
ТЕХАНОВИЧ ГЕНРИХ АДАМОВИЧ

ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 9154586 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 01.12.2008 г  
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ  
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ  
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 17.02.2011 г.

Председатель *Шмаль* В.В. Шмаль



# СОРТ АДАМ



КОРЗИНА

ПОИСК

НАВИГАТОР

- ЖУРНАЛЫ
- КНИГИ
- ПАТЕНТЫ
- ПОИСК
- АВТОРЫ
- ОРГАНИЗАЦИИ
- КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА
- РУБРИКАТОР
- ССЫЛКИ
- ПОДБОРКИ

Начальная страница

ИНФОРМАЦИЯ О ПУБЛИКАЦИИ

eLIBRARY ID: 44778011 EDN: VPLRLU

**АРБУЗ (CITRULLUS LANATUS (THUNB.) MATSUM. & NAKAI). СОРТ АДАМ**

**ТЕХАНОВИЧ Г.А.<sup>1</sup>, ЕЛАЦКОВА А.Г.<sup>1</sup>, ЕЛАЦКОВ Ю.А.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова, Кубанская опытная станция – филиал ВИР, 352183, Россия, Краснодарский край, Гулькевичский район, поселок Ботаника, ул. Центральная, д. 2

Тип: патент на селекционное достижение  
Номер патента: **RUS -** Патентное ведомство: Год публикации: **2021**  
Номер заявки: **80303** Дата регистрации: **02.12.2019**

Патентообладатели: Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:  
**АРБУЗ, СОРТ, СОРТ АДАМ, ПАТЕНТ**

АННОТАЦИЯ:  
Сорт среднеспелый. Плод округлый, среднего размера до крупного, фон зеленый, полосы средней ширины, мякоть розово-красная.

БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ:  

Входит в РИНЦ: **да**

Входит в ядро РИНЦ: **нет**

Цитирований в РИНЦ: **0**

Цитирований из ядра РИНЦ: **0**

ТЕМАТИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ:  

Рубрика OECD: **Agriculture, forestry, fisheries**

Рубрика ASJC: **нет**

Рубрика ГРНТИ: **Сельское и лесное хозяйство / Растениеводство / Овощные и бахчевые культуры**

Специальность ВАК: **нет**

Приоритет СНТР РФ: **нет**

АЛЬТМЕТРИКИ:  

Просмотров: **5 (5)**

Загрузок: **4 (2)**

Включено в подборки: **4**

Всего оценок: **0**

Средняя оценка:

Всего отзывов: **0**

Ваша оценка данной публикации: \* \* \* \* \*

Ваш отзыв:

168

## СОРТ СОЛЯРИС

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное учреждение  
«Государственная комиссия Российской Федерации  
по испытанию и охране селекционных достижений»

**ПАТЕНТ**  
**НА СЕЛЕКЦИОННОЕ ДОСТИЖЕНИЕ**  
№ 13304  
Арбуз  
Citrullus lanatus (Thunb.) Matsum. & Nakai  
**СОЛЯРИС**

Патентообладатель  
ФГБНУ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ВСЕРОССИЙСКИЙ  
ИНСТИТУТ ГЕНЕТИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ РАСТЕНИЙ ИМЕНИ Н.И.ВАВИЛОВА»

Авторы -  
ЕЛАЦКОВ ЮРИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ  
ЕЛАЦКОВА АННА ГЕНРИХОВНА  
ТЕХАНОВИЧ ГЕНРИХ АДАМОВИЧ

ВЫДАН ПО ЗАЯВКЕ № 7954463 С ДАТОЙ ПРИОРИТЕТА 26.11.2020 г.  
ОПИСАНИЕ, ОПРЕДЕЛЯЮЩЕЕ ОБЪЕМ ОХРАНЫ, ПРИЛАГАЕТСЯ  
ЗАРЕГИСТРИРОВАНО В ГОСУДАРСТВЕННОМ РЕЕСТРЕ  
ОХРАНЯЕМЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ ДОСТИЖЕНИЙ 15.12.2023 г.

Врио председателя  А.В. Куликов

