

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «БРЯНСКИЙ ГОСУДАР-
СТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

На правах рукописи

АЛЕКСЕЕНКО ИГОРЬ ВАЛЕРЬЕВИЧ

**ОЦЕНКА СОРТОВ И ОТБОРОВ МАЛИНЫ ПО
ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ И ФОРМИРОВАНИЮ ПРОДУКТИВНОГО
ПОТЕНЦИАЛА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В СЕЛЕКЦИИ**

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Специальность 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

Научный руководитель:

доктор сельскохозяйственных наук,
доцент Евдокименко Сергей Николаевич

Брянск – 2021

Содержание

Список сокращений и обозначений.....	6
ВВЕДЕНИЕ.....	7
ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ МАЛИНЫ (обзор литературы).....	12
1.1. Основные направления и достижения селекции малины в Российской Федерации.....	12
1.2. Характеристика плодовых и ягодных растений по засухоустойчивости.....	16
1.3. Некоторые аспекты продукционного процесса малины в связи с формированием урожая.....	32
ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	35
ГЛАВА 3. ОСНОВЫ АДАПТАЦИИ СОРТООБРАЗЦОВ МАЛИНЫ К ЗАСУХЕ И ВЫСОКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ.....	44
3.1. Содержание воды в растительном и почвенном материале.....	44
3.2. Водный дефицит растений.....	53
3.3. Водоудерживающая способность листьев.....	60
3.4. Жаростойкость листьев.....	69
ГЛАВА 4. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЯГОД МАЛИНЫ.....	79
4.1. Площадь листовой поверхности малины.....	79
4.2. Удельная поверхностная плотность листьев.....	86
4.3. Биологическая продуктивность малины.....	89
ГЛАВА 5. ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕЩЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ.....	96
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	99
РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА.....	101
Перспективы дальнейшей разработки темы.....	102

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	103
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	126
Приложение 1. Общая оводнённость листьев малины обыкновенной в 2018-2019 гг., %.....	127
Приложение 2. Водный дефицит малины обыкновенной в мае 2018 – 2019 гг., %.....	128
Приложение 3. Потеря воды после температурного «шока» +50°С и степень восстановления оводнённости листьями малины обыкновенной в 2018-2019 гг., %.....	129
Приложение 4. Средняя масса ягоды у малины обыкновенной за период исследований (2018-2020 гг.).....	130
Приложение 5. Количество стеблей в кусте, число генеративных органов на стебле и биологическая продуктивность малины обыкновенной в 2018, 2019 и 2020 годах.....	131
Приложение 6. Средняя масса ягод у сортов и отборных форм малины ремонтантной за период исследований (2018-2020 гг.).....	132
Приложение 7. Количество побегов и генеративных органов у малины ремонтантной за период исследований (2018-2020 гг.).....	133
Приложение 8. Общая листовая поверхность ремонтантных сортов и отборных форм в 2018, 2019 и 2020 годах.....	134
Приложение 9. Высота побегов ремонтантной малины в 2018, 2019 и 2020 годах, использованная при расчёте удельной облиственности.....	135
Приложение 10. Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента общей оводнённости листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2018 г.....	136
Приложение 11. Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента общей оводнённости листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2019 г.....	137

Приложение 12. Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента общей оводнённости листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2020 г.....	138
Приложение 13. Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента водного дефицита листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2018 г.....	139
Приложение 14. Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента водного дефицита листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2019 г.....	140
Приложение 15. Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента водного дефицита листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2020 г.....	141
Приложение 16. Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента потерь воды листьями после 6 часов завядания в сентябре, %, 2018 г.	142
Приложение 17. Повторности опыта (потери воды и степень восстановления оводнённости), май 2018 и 2019 гг.....	143
Приложение 18. Повторности опыта (потери воды и степень восстановления оводнённости), сентябрь 2018-2020 гг.....	144
Приложение 19. Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента площади листьев типичного однолетнего побега малины обыкновенной, см ² , 2018 г.....	145
Приложение 20. Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента площади листьев типичного двухлетнего побега малины обыкновенной, см ² , 2018 г.....	146
Приложение 21. Повторности опыта по определению площади листьев типичного побега ремонтантной малины, см ²	147
Приложение 22. Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта площади листьев типичного побега ремонтантной малины, см ² , 2018 г.....	148

Приложение 23. Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта площади листьев типичного побега ремонтантной малины, см ² , 2019 г.....	149
Приложение 24. Результаты дисперсионного анализа однофакторного опыта площади листьев типичного побега ремонтантной малины, см ² , 2020 г.....	150
Приложение 25. Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента общей листовой поверхности малины обыкновенной, см ² , 2018-2019 гг.....	151
Приложение 26. Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента продуктивности ремонтантной малины, кг/куст.....	152

Список сокращений и обозначений

ГТК – гидротермический коэффициент;

ОЛП – общая листовая поверхность;

ПВ – потеря воды после температурного «шока» +50°С;

СВО – степень восстановления оводнённости;

УОП – удельная облиственность побега;

УППЛ – удельная поверхностная плотность листьев;

CV – коэффициент вариации.

ВВЕДЕНИЕ

Малина является поливитаминой культурой, спрос на ягоды¹ которой постоянно растёт. Многочисленные медицинские исследования показали, что малина способствует профилактике и лечению более 60 заболеваний, включая некоторые виды рака, диабета и артрита, а также улучшению иммунной системы (Chen et al., 2006; Hecht et al., 2006; Stoner et al., 2007; Stoner, 2009).

Обеспечение потребностей в ягодах малины в нашей стране происходит в основном за счет дикорастущих насаждений и выращивания в личных подсобных хозяйствах. Крупные товаропроизводители получают лишь чуть более 2,2 тыс. тонн ягод малины из потребляемых 146 тыс. тонн (Росстат, 2019; FAO, 2019). При этом экспорт составляет около 2,5 тыс. тонн, не считая продуктов переработки (ФТС, 2020).

Полностью удовлетворить растущий спрос на свежую ягоду малины, и обеспечить перерабатывающую промышленность этим ценным сырьем возможно лишь при переходе на промышленное возделывание культуры с использованием современных технологий и селекционных достижений.

Актуальность темы исследований. Малина относится к влаголюбивым культурам с поверхностным залеганием корневой системы и большой испаряющей площадью листьев (Morales et al., 2013). Она требовательна не только к влажности корнеобитаемого слоя почвы, но и к влажности атмосферного воздуха. В жаркие и засушливые сезоны у малины нарушаются физиологические процессы, снижается жизнеспособность пыльцы, хуже завязываются плоды, резко уменьшается их размер и урожайность. Недостаток воды может способствовать преждевременному опаданию листьев (Arifova et al., 2021). И если проблема дефицита воды в почве легко решается с помощью полива, при неизменном увеличении себестоимости продукции, то регулировать влажность воздуха проблематично. Для получения стабильных урожаев малины в условиях участвовавших погодных аномалий, продвижения этой культуры в более южные

¹ - в ботанике плод малины – сборная костянка: здесь и далее название «ягода» используется как общепринятый агрономический термин для хозяйственной оценки плодов.

регионы необходимо создавать высокопродуктивные, засухоустойчивые и жаростойкие сорта (Huynh et al., 2019). Ключевым аспектом этого вопроса является водный обмен растений, изменяющийся в засушливых и жарких условиях.

В многочисленных работах по селекции малины на увеличение биологического потенциала продуктивности традиционно акцент делался на изучение составляющих её компонентов (число плодоносящих стеблей, количество плодовых веточек на стебель, число ягод на плодовой веточке, масса ягод) (Казаков, 1989; Рожнов, 1996; Казаков, 2004; Евдокименко, 2009; Колосов, 2011; Евдокименко, Алексеенко, 2019; Evdokimenko et al., 2021). При этом практически не уделялось внимание изучению листьев, основному органу растений, где происходят процессы фотосинтеза, транспирации и газообмена. Однако, объективная оценка исходного материала в селекции на продуктивность невозможна без изучения состояния листового аппарата растений.

Степень разработанности темы исследований. На ягодных культурах неоднократно проводилось изучение особенностей водного обмена растений для селекции на высокую засухоустойчивость (Говорова, Буланов, 2011; Авдеева, Мурсалимова, 2017; Грюнер и др., 2018; Ожерельева, Богомолова, 2018). Немало родительских форм земляники, жимолости, смородины красной и черной было включено в селекционный процесс как засухоустойчивых на основе изучения водоудерживающей способности, восстановления оводнённости и водного дефицита листьев (Тулинова, 2009; Бжецева, Шехмирзова, 2011; Панфилова, 2014; Авдеева и др., 2015; Прищепина, Сорокопудов, 2017). Подобные исследования выполнялись и на отдельных сортах малины, как в нашей стране, так и за рубежом (Легкая, 2013; Ожерельева, Богомолова, 2014; Аминова и др., 2017). Вместе с тем, требуют уточнения вопросы водообмена обычных сортов малины, до сих пор остаются не изученными засухоустойчивость ремонтантных сортов сложного межвидового происхождения, а также особенности листового аппарата растений малины и его влияние на продуктивность.

Цель исследований: изучить особенности водообмена и формирования продуктивного потенциала сортов и форм малины и на этой основе выделить ценные генетические источники для селекции.

Задачи исследований:

1. Оценить исходные формы малины по параметрам водного обмена.
2. Изучить морфометрические показатели листового аппарата сортов и отборов малины.
3. Установить взаимосвязь между показателями водообмена и продуктивностью, между площадью листьев и продуктивностью.
4. Выделить генотипы малины, перспективные для селекции на высокую засухоустойчивость и продуктивность.

Научная новизна. Впервые проведена комплексная оценка 20 сортов и 17 отборных форм малины по засухоустойчивости и продуктивности на основе физиологических показателей. Определены оводнённость, водный дефицит растений, водоудерживающая способность и жаростойкость листьев, а также их динамика по фазам развития. Впервые изучены площадь листьев и удельная поверхностная плотность листьев. Выявлены корреляционные зависимости между показателями водообмена и продуктивностью. Доказана возможность совмещения в одном генотипе малины высоких уровней засухоустойчивости и продуктивности.

Теоретическая и практическая значимость работы. Изучены особенности водного обмена и формирования листовой поверхности сортов малины с различным типом плодоношения, выявлены наиболее критические фенофазы водопотребления. На основе изучения показателей водного обмена, продуктивности и площади листовой поверхности выделены новые комплексные генетические источники (Гусар, Улыбка, 4-122-2, 19-15-6, Брянское диво, Медвежонок, Поклон Казакову, Подарок Кашину, 11-107-1, 5-40-1, 1-16-11, 37-143-3, 44-154-2) для использования их в практической селекции на засухоустойчивость и продуктивность. Установлена сильная положительная связь ($r = 0,77$) между

биологической продуктивностью и оводнённостью листьев, сильная отрицательная корреляция между продуктивностью и водным дефицитом, а также потерей воды и продуктивностью ($r = -0,8$ и $-0,71$ соответственно).

Основные положения, выносимые на защиту:

- особенности водного обмена и листовой поверхности малины как диагностические признаки устойчивости к обезвоживанию и гипертермии;
- высокий биологический потенциал продуктивности сортов и форм малины;
- зависимость продуктивности от показателей водного обмена и площади листовой поверхности;
- возможность совмещения высоких уровней засухоустойчивости и продуктивности.

Методология и методы диссертационного исследования.

Основой лабораторно-полевых экспериментов являлись физиологические компоненты засухоустойчивости и анатомо-морфологические параметры продуктивности малины. Оценка показателей у объектов исследований проводилась в сравнении с контролем и табличным критериям значений величин. Организация и постановка полевых опытов осуществлялась в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999). Площадь листовой поверхности, а также лабораторные исследования проводились в соответствии с методиками, разработанными для широкого спектра плодовых, ягодных и нетрадиционных садовых культур. Диссертационному исследованию предшествовали изучение и анализ литературных источников, постановка цели и задач, проведение лабораторных и полевых исследований, статистический анализ полученных данных.

Степень достоверности результатов исследований.

Достоверность результатов исследований подтверждается репрезентативным объемом поставленных опытов, статистическими критериями полученных данных, использованием современных методик и сертифицированного оборудо-

дования. Научные положения согласуются с результатами других исследователей, полученными на других сортах и культурах, и вполне воспроизводимы.

Апробация работы.

Результаты научных исследований доложены и обсуждены на всероссийских и международных конференциях: «Актуальные проблемы экологии в сельскохозяйственных ландшафтах и урбанизированных территориях» (Донской ГАУ, 2017), «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (Брянск, 2018, 2019, 2020); «Молодёжный аграрный форум – 2018» (Белгород, 2018), «Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции сельскохозяйственных растений» (Москва, 2019), XI Международный форум «Дни сада в Бирюлево: достижения науки в реализации доктрины продовольственной безопасности» (Москва, 2021).

Личный вклад автора в диссертационное исследование. Все полевые работы, учеты и наблюдения, подготовка образцов и аналитические исследования были выполнены при непосредственном участии автора. Анализ и статистическая обработка экспериментальных данных, а также написание текста диссертации, формулирование выводов и предложений производству, выполнены автором лично.

Публикации результатов исследований.

По теме диссертационного исследования опубликовано 8 статей, в том числе 4 в рецензируемых журналах, включенных в перечень ВАК РФ.

Объём и структура диссертации.

Диссертация изложена на 152 страницах машинописного текста. Состоит из титульного листа, оглавления, перечня сокращений и обозначений, введения, 5 глав, заключения, рекомендаций для селекции и производства, перспектив дальнейшей разработки темы, списка литературы. В работе содержится 28 таблиц, 24 рисунка и 26 приложений. Список использованной литературы включает в себя 186 наименований, в том числе 22 на иностранных языках.

ГЛАВА 1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАСТЕНИЙ МАЛИНЫ

(обзор литературы)

1.1. Основные направления и достижения селекции малины в Российской Федерации

Общими задачами для селекционеров всех районов выращивания малины являются выделение доноров основных хозяйственно-ценных свойств и признаков: продуктивности, качества урожая, пригодности к механизированной уборке, устойчивости к неблагоприятным факторам летнего и зимнего периодов, вредителям и болезням, дружное созревание ягод. Кроме того, необходимо выделять и выводить такие объекты, которые могли бы совмещать в одном генотипе высокие уровни нескольких составляющих, т.е. являлись комплексными донорами (Казаков, Евдокименко, 2007; Шарафутдинова, Данилова, 2012; Ягодные культуры..., 2016; Евдокименко и др., 2017). Наиболее активная селекционная работа по выведению новых сортов малины в течение последних десятилетий ведётся в следующих научных учреждениях: ФГБНУ ФНЦ Садоводства (г. Москва), его Кокинский ОП (п. Кокино, Брянская область) и Оренбургская ОССиВ (г. Оренбург), филиал Крымской ОСС ВИР (Краснодарский край), ФГБНУ ВНИИСПК (Орловская область), ФГБНУ «Уральский Федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук» (г. Екатеринбург).

Основной сортимент малины в Европейской части страны представлен сортами селекции ВСТИСП и его Кокинским ОП. В настоящее время в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации включены более 40 сортов обычной малины, плодоносящей на двухлетних стеблях. Основными донорами высокой продуктивности и устойчивости к неблагопри-

ятым факторам среды являются следующие сорта: Бальзам, Гусар, Каскад Брянский, Киржач, Лазаревская, Малаховка, Метеор, Скромница. Во ВСТИСП впервые в России были выделены крупноплодные сорта малины: Таруса, Гордость России, Анфиса, Арбат, Изобильная, Патриция, Желтый гигант. Сорт Таруса также был выделен как штамбовый с пряморослыми, жесткими стеблями, существенно отличающихся от стеблей других сортов (Кичина, 2005). На Кокшетауском ОП были созданы первые отечественные сорта, пригодные к машинной уборке урожая: Спутница, Бригантина, Бальзам (Казаков, 2000).

Донором высокой адаптивности к абиотическим стрессорам, а также эталоном высоких вкусовых качеств ягод является сорт Новость Кузьмина, выведенный в Ветлуге Н.В. Кузьминым ещё в 1912 году. Сорта, созданные в ботаническом саду Нижегородского государственного университета Н.П. Зерновым Обильная и Награда, также получили широкое промышленное распространение (Еремин и др., 2004).

Промышленный сортимент малины в Сибири представлен теми сортами, выведением которых в настоящий момент продолжает заниматься отдел «НИИС им. М.А. Лисавенко» ФГБНУ ФАНЦА (ранее НИИС Сибири им. М.А. Лисавенко). В Госреестр включены следующие сорта: Барнаульская, Блестящая, Вера, Дочь Вислухи, Зоренька Алтая, Кредо, Колокольчик, Огонек Сибирский, Рубиновая, Добрая, За здоровье, Уголек (авторы М.А. Лисавенко, Н.И. Кравцова, Н.М. Павлова, Ф.Г. Шейн, В.М. Зернов, И.В. Анисова, И.П. Калинина, В.А. Соколова). В настоящее время работу продолжает Н.Д. Яговцева (Яговцева, Нихайчик, 2015).

Большое распространение в любительском садоводстве и в промышленных масштабах также получили сорта Научно-исследовательского института Садоводства и лекарственных растений «Жигулевские сады» (Надежда, Самарская плотная, Ранний сюрприз, Ранняя заря, Студенческая) (Антипенко, Деменина, 2017).

В ФГБНУ «Уральский Федеральный аграрный научно-исследовательский центр УрО РАН» авторами И.И. Богдановой, Е.Ю. Невоструевой, Г.В. Андреевой, Л.И. Чистяковой выделены сорта, совмещающие в себе высокую продуктивность и адаптивность к абиотическим стрессорам – Алая россыпь, Фрегат, Челябинская крупноплодная, Муза, Ровница, Лель, Высокая, Ванда, Бархатная, Антарес (Андреева, 2009).

В ФГБНУ «ФНЦ им. И.В. Мичурина» были созданы сорта Клеопатра, Шахзада, Суламифь, совмещающие в себе высокую продуктивность и адаптивность к засухе (Трунов и др., 2009).

Целенаправленная селекционная работа по созданию ремонтантных сортов (т.е. плодоносящих на побегах первого года роста) малины в России ведётся около 50 лет. Первым и основным центром этого направления остается Кокинский ОП ВСТИСП, где на сегодняшний день собрана коллекция из более 200 ремонтантных сортов и отборных форм различного эколого-географического и генетического происхождения, как отечественных, так и зарубежных (Евдокименко и др., 2017). В результате многолетнего изучения генетической коллекции селекционерами И.В. Казаковым и С.Н. Евдокименко были выделены ценные доноры основных хозяйственно-ценных признаков и свойств. За весь период существования Кокинского ОП также было создано более 25 ремонтантных сортов, из которых в Государственный реестр селекционных достижений РФ включены 19.

Здесь в результате многолетних исследований были выделены ценные сорта, которые являются донорами раннего и дружного плодоношения: Евразия, Пингвин, Надежная, Брянская юбилейная, Бабье лето-2. Источниками максимальной длины зоны осеннего плодоношения (т.е. расстояния от первой плодоносящей веточки до верхушки стебля) по многолетним полевым исследованиям являются сорта Брянское диво, Евразия, Жар-птица, Брянская юбилейная, Бриллиантовая, Элегантная, Геракл, Атлант, Бабье лето-2. По степени нагрузки однолетних побегов генеративными образованиями выявлены ценные источни-

ки Бабье лето-2, Брянская юбилейная, Бриллиантовая, Евразия, Жар-птица, Элегантная, Summit с максимальным количеством генеративных органов на одном стебле. Ценные источники крупноплодности Брянское диво, Геракл, Атлант, Носорог, Золотая осень, Оранжевое чудо (Евдокименко, 2012).

В результате многолетних исследований были выделены ценные источники таких показателей качества урожая как уровень сахаронакопления (Августина, Жар-птица, Абрикосовая, Атлант, Бриллиантовая, Бабье лето, Бабье лето-2, Надежная, Евразия, Снегирек, Оранжевое чудо), аскорбиновой кислоты (Евразия, Жар-птица, Пингвин, Оранжевое чудо, Элегантная, Рубиновое ожерелье, Атлант) и хорошего вкуса ягод (Оранжевое чудо, Жар-птица, Бабье лето-2, Абрикосовая) (Евдокименко, Никулин, 2016; Евдокименко, Горбачев, 2020).

Доноры максимальной прочности ягод – Геракл, Евразия, Атлант, Брянское диво, Пингвин, Рубиновое ожерелье, дружного созревания урожая - Евразия, Бабье лето-2, Надежная, Пингвин, Брянская юбилейная, компактности куста – Porana Rosa, Autumn Bliss, Heritage, Атлант, Пингвин, Евразия, Геракл, Абрикосовая, Августа. Три указанных параметра являются определяющими для пригодности малины к механизированной уборке урожая (Евдокименко, 2015).

Основными источниками комплексной устойчивости к малинному клещу, антракнозу, септориозу, серой гнили, корневым гнилям, вирусу кустистой карликовости являются сорта Heritage, Пингвин, Жар-птица, Геракл, Атлант, Августа (Евдокименко, 2014).

Донорами высокой засухоустойчивости и жаростойкости по результатам полевых наблюдений являются сорта Нижегородец, Элегантная, Пингвин, Жар-птица, Бриллиантовая, которые сохраняют относительно стабильную массу ягод при длительном отсутствии осадков и не имеют солнечных ожогов на костянках (Евдокименко, 2015). Изучение устойчивости к жаре и засухе в лабораторных условиях ранее на Кокинском ОП не проводилось.

Таким образом, можно сказать, что сортимент малины на сегодняшний день в целом изучен достаточно, создано много сортов, однако необходимо проводить более детальную оценку параметров различных признаков и свойств, в частности адаптации к неблагоприятным условиям среды.

1.2. Характеристика плодовых и ягодных растений по засухоустойчивости

В современной литературе имеются разноречивые суждения о понятии «засухоустойчивость». Одни исследователи считают, что устойчивость растений к засухе – это их способность формировать высокую продуктивность в условиях недостатка влаги (Говорова, Буланов, 2011; Айтжанова, Андропова, 2012; Киселева, 2012; Литченко и др, 2017; Артанова и др., 2018; Гасанова, Чепинога, 2018). Другие авторы утверждают, что под засухоустойчивостью следует понимать комплексное хозяйственно-ценное свойство, которое связано с множеством физиологических особенностей растительного организма (Кольцов, Сорокопудов, 2011; Панфилова, 2011; Резанова и др., 2011; Панфилова, Голяева, 2015; Ахматов, 2018). К числу факторов засухи, тормозящих жизненно важные процессы в растительном организме, относятся повышенная температура воздуха, высокая интенсивность фотосинтетически активной радиации и водный дефицит (Demming-Adams, Adams, 1992; Lichtenthaler, 1996; Chaves et al., 2003). У плодовых и ягодных культур в засушливых условиях приобретаются характерные защитно-приспособительные свойства (Jyothi, Rajadhar, 2004; Birgi et al, 2019). Так, например, у груши понижен водный потенциал клеток в условиях засухи, высокая интенсивность транспирации, а её корневая система залегает глубоко (Кузнецов, Дмитриева, 2005). Авторы Н.Е. Опанасенко и Т.С. Елманова сообщают, что персик имеет высокую водоудерживающую способность клеток и согласованность структурных особенностей черешка с физиолого-биохимическими процессами листа, направленными на поддержание уровня водности в определённых границах, не допуская летального водного дефи-

цита (Опанасенко, Елманова, 2017). У смородины чёрной высокая водоудерживающая способность тканей листьев (Зарицкий, Саяпина, 2012). Авторы О.В. Панфилова и О.Д. Голяева сообщают, что у смородины красной защитной реакцией на засуху является увеличение толщины листа и разрастание клеток губчатой паренхимы (увеличение объёма воздухоносных полостей), снижение содержания хлорофилла а, суммы хлорофиллов а+в и повышение количества каротиноидов (Панфилова, Голяева, 2017). У ежевики при недостаточном водобеспечении низкий водный дефицит (Грюнер и др., 2018). Защитно-приспособительные реакции малины на засушливые условия ещё не достаточно изучены.

Листья являются теми самыми органами, которые характеризуются наибольшей чувствительностью к засухе за счёт особенностей своего строения и развития. Исследованиями учёных на яблоне, мандарине и красной смородине были выявлены различные особенности сортов по формированию устьичного аппарата, толщины листа и содержания пластических веществ в различных почвенно-климатических условиях (Панфилова, Голяева, 2014; Абильфазова, 2017; Тургунбаев, 2018). К сожалению, на малине подобных работ найдено не было.

Ключевую роль в оценке засухоустойчивости плодовых и ягодных культур играет водный обмен растений и его составляющие (Жученко, 2001; Чиркова, 2002; Физиология и биохимия..., 2005; Панфилова, Голяева, 2012; Фомин, 2013; Гончарова, Ситников, 2017). Авторы А.М. Галашева, Н.Г. Красова, М.А. Макаркина, Т.В. Янчук утверждают, что содержание воды в тканях растений свидетельствует об их влагообеспеченности. Фракционный состав, соотношение фракций воды даёт представление о напряжённости водного баланса (Галашева и др., 2017). Водоудерживающая способность растений свидетельствует о защитной реакции растительного организма в условиях нарушенного водного обмена. У более устойчивых к засухе форм потеря воды листьями после завядания находится на низком уровне (Ботаника. Учебник..., 2008; Панфилова и

др., 2013). Однако данное утверждение является противоречивым, так как некоторые авторы отмечают, что ввиду упорядоченной структуры воды разные её фракции в тканях теряются с различной скоростью и временем (Физиология и биохимия..., 2005; Медведев, 2012). Важную роль при оценке засухоустойчивости играет способность тканей восстанавливать утерянную воду (Ожерельева и др., 2013; Кириллов, Чивилев, 2018; Сотник и др., 2018). О степени напряжённости водного режима позволяют судить такие показатели как «водный дефицит», «относительная тургесцентность» и «дефицит относительной тургесцентности» (Третьяков и др., 2003; Алехин, 2005;). Растительные образцы, не устойчивые к обезвоживанию, в полевых условиях характеризуются наибольшим угнетением роста и снижением продуктивности (Кузнецов, 2005; Еремин, Гасанова, 2011).

Рядом учёных, в том числе и селекционеров, было проведено сравнительное изучение общей оводнённости, водного дефицита и водоудерживающей способности листьев плодовых и ягодных культур в различных условиях влагообеспеченности с целью выявления ценных источников засухоустойчивости. Большое количество работ найдено по изучению этих показателей на семечковых культурах (Мурсалимова, Хардикова, 2012; Ненько и др., 2016; Артюх, Киселёва, 2017; Иваненко и др., 2017; Корнилов, Ожерельева, 2017; Роева и др., 2017; Сатибалов, 2018). Так, в условиях Орловской области З.Е. Ожерельевой, Н.Г. Красовой, А.М. Галашевой (2013) были выделены засухоустойчивые сорта яблони, которые характеризовались высокой степенью оводнённости листьев и сравнительно низкими значениями дефицита воды и её потерь в засушливые периоды. В результате изучения водоудерживающей способности листьев яблони в засушливых условиях Северо-Кавказского федерального округа были выделены доноры засухоустойчивости, которые характеризовались средним уровнем изучаемого показателя и относительно стабильной динамикой отдачи воды (Маламова, Заремук, 2014). В условиях Приуралья изучалось содержание общей воды в листьях декоративных видов яблони. В результате исследований,

проведённых С.Э. Нигматьяновой и Г.Р. Мурсалимовой (2017), была выявлена следующая последовательность увеличения оводнённости листьев по видам яблонь: яблоня Зибольда, яблоня сибирская ягодная, яблоня торинговидная.

В условиях Краснодарского края в 2017 году было проведено лабораторное изучение засухоустойчивости груши. В результате исследований автором Н.В. Можар выявлено существенное варьирование значений показателей «общая оводнённость» и «водоудерживающая способность» по сортам в зависимости от сроков созревания урожая (Можар, 2018). Помимо сравнительной оценки сортообразцов по изучаемым показателям, была проанализирована динамика изменения степени оводнённости листьев груши по месяцам. Установлено, что содержание общей воды в листьях существенно варьировало в летний период как в большую, так и в меньшую сторону. Выявленную разницу автор объясняет различными приспособительными реакциями растений каждого сорта. В конце вегетации отмечалось рекордно низкое снижение общей оводнённости относительно июня, что исследователь связал с высокой засушливостью последнего летнего месяца. На основании изучения биологических особенностей, характеризующих оводнённость и удержание воды в тканях груши, автор Н.В. Можар сообщает, что включить в селекционный процесс можно такие генотипы, которые характеризуются минимальным количеством водопотерь при завядании в критические периоды водообеспеченности (Можар, 2014). Подобные выводы были сделаны после изучения водоудерживающей способности листьев фейхоа (Шишкина, 2018). В условиях Крыма авторы Сотник А.И., Бабина Р.Д., Хоружий П.Г., Науменко Т.С. и Канцаева У.И. (2018) сообщают о том, что независимо от степени увлажнения территории и температурного режима, значение показателя «общая оводнённость листьев» у груши снижается, что связано со старением листового аппарата и резким снижением интенсивности транспирационного процесса.

Цикл работ по изучению основных параметров водного обмена и выделению наиболее устойчивых к засухе генотипов был проведён и на косточковых

плодовых культурах (Горина и др., 2017; Иващенко и др., 2017; Корзин, 2017; Охунджонов и др., 2017; Горина и др., 2018). Так, по результатам изучения общей оводнённости, водного дефицита и водоудерживающей способности листьев вишни в различные периоды водообеспеченности, авторами З.Е. Ожерельевой и А.А. Гуляевой (2017) были выделены относительно засухоустойчивые сорта, которые в течение вегетации сохраняли относительно стабильные значения изучаемых показателей. По результатам изучения водоудерживающей способности вишни, авторами А.В. Кружковым, М.Л. Дубровским, А.С. Лыжиным и Р.Е. Кирилловым (2015) были выделены доноры засухоустойчивости, у которых потеря воды не превышала 20% после 4-х часового завядания. Также был проанализирован характер вариации этого показателя в зависимости от генетического происхождения. Было установлено, что большая часть отборных форм вишни с высокой водоудерживающей способностью листьев была получена на основе скрещивания вишневых и черешневых родительских форм. Проведя лабораторные исследования по засухоустойчивости сортов алычи в условиях Чуйской долины после 2-х и 6-часового завядания, авторами Н.С. Албановым и И.В. Солдатовым (2018) были выделены как наиболее засухоустойчивые те сорта алычи, которые в результате общих водопотерь при завядании теряли воду на низком уровне (менее 50%). Изучив водный дефицит и водоудерживающую способность подвоев абрикоса в условиях Северного Таджикистана, авторы А.Х. Охунджонов, Д. Ягинбаев и А.С. Филяев (2017) отмечают, что не у всех образцов с минимальной величиной водного дефицита листьев была низкая потеря воды после завядания. В связи с этим, на основании изучения нескольких параметров водообмена как наиболее засухоустойчивые были выделены те объекты, которые имели средний уровень всех изучаемых показателей. Изучив водоудерживающую способность сортов нектарина, авторы С.Ю. Цюпка, Е.П. Шоферистов и Ю.А. Иващенко (2017) пришли к выводу, что некоторые малопродуктивные сорта могут иметь высокую водоудерживающую способность листьев, а соответственно более высокую засухоустойчивость по сравне-

нию с некоторыми высокопродуктивными сортами. В результате также были выделены ценные доноры засухоустойчивости этой культуры как родительские формы.

В условиях Брянской области ранее было проведено изучение водного дефицита и водоудерживающей способности некоторых видов ореха. Авторы В.Н. Сорокопудов, С.Н. Шлапакова, Н. Т. Тьук (2014) выделяют как наиболее устойчивые к засухе виды *J.mandchurica* и *J.sinerea*, поскольку величина их потеря воды и её дефицита была минимальной. В результате поисковых исследований доноров засухоустойчивости фундука в Крыму, авторы Ф.Ф. Адамень и Е.А. Сидоренко (2015) проводили изучение комплекса показателей водного обмена (водный дефицит, после воды после завядания, способность восстанавливать воду). Было описано широкое варьирование этих компонентов по сортам и гибридам. В качестве засухоустойчивых родительских форм были выделены три группы генотипов: 1- имеющие низкий процент потери воды, 2 – сортообразцы с высокой степенью восстановления оводнённости тканей, 3 – генотипы со средним уровнем потерь воды и высокой восстановительной способностью. В условиях Кыргызской республики М.К. Ахматовым (2018) было установлено, что грецкий орех в целом является засухоустойчивой орехоплодной культурой, так как значение общих водопотерь листьями после 6 часов завядания у всех сортов и отборных форм в различные периоды водообеспеченности не превышало 50%. Подобные выводы о высокой засухоустойчивости культуры были сделаны на лещине обыкновенной в условиях Кировской области (Софронова и др., 2015).

Изучение особенностей водного обмена растений преимущественно для селекции на высокую засухоустойчивость неоднократно проводилось и на ягодных культурах (Говорова, Буланов, 2011; Авдеева, Мурсалимова, 2017; Грюнер и др., 2018; Ожерельева, Богомолова, 2018). Немало сортов ягодных культур было включено в селекционный процесс как засухоустойчивых на основе изучения водоудерживающей способности, восстановления оводнённости

и водного дефицита листьев. Так, авторами Прищепиной Г.А. и Сорокопудовым В.Н. (2017) были выделены ценные доноры засухоустойчивости жимолости синей Провинциалка, Огненный опал, Берель и Золушка, которые имели низкий водный дефицит. В условиях Оренбургской области З.А. Авдеевой, Г.Р. Мурсалимовой, Ф.К. Джураевой (2015) было установлено, что многие сорта земляники имеют низкий водный дефицит, а также низкую водоудерживающую способность. При этом изучаемые параметры варьируют не только в зависимости от почвенно-климатических условий, но и от сроков прохождения фазы «плодоношение». По результатам исследований, проведенных на Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства ВСТИСП были выделенные относительно засухоустойчивые родительские формы Анна, Кокинская заря, Крымская ремонтантная, Юния Смайлс. В условиях Белгородской области автором Е.А. Тулиновой (2009) были описаны несколько другие особенности, характеризующие потери воды листьями земляники. Исследователем было выявлено существенное варьирование исходных сортов по этому показателю после 4 часов завядания, выявлен низкий, средний и высокий уровни потерь воды. Сорта с высокой водоудерживающей способностью (потери воды после 4-х часового завядания менее 20%) Эстафета, Русич, Эрос, Троицкая, Богота, Баунти по многолетним исследованиям были рекомендованы для включения их в селекционный процесс в качестве исходных родительских форм с высокой засухоустойчивостью.

Проведя сравнительное изучение комплекса показателей водного обмена смородины красной и черной, авторами Бжецевой Н.Р. и Шехмирзовой М.Д. (2011) было установлено, что смородина красная обладает более высокой засухоустойчивостью относительно смородины чёрной, поскольку значение водного дефицита у изучаемых сортов было ниже, а водоудерживающая способность листьев существенно выше. В качестве доноров засухоустойчивости были выделены сорта Булонская красная и Версальская красная. Более объективная оценка водного дефицита, водоудерживающей способности и степени восста-

новления оводненности смородины красной проводилась в Орловской области. Кандидатом сельскохозяйственных наук О.В. Панфиловой были выделены наиболее ценные доноры засухоустойчивости Белка, Дана, Орловчанка, Голландская красная, Огонёк, Осиповская, которые были рекомендованы для включения в селекцию на высокую засухоустойчивость (Панфилова, 2014).

Изучение общей оводнённости, водного дефицита, водоудерживающей способности листьев и восстановления воды у сортов традиционной малины в условиях засухи проводилось на базе ВНИИСПК. В результате исследований, проведённых кандидатами сельскохозяйственных наук З.Е. Ожерельевой и Н.И. Богомоловой, было установлено, что в засушливом 2010 году высокой оводнёностью и низким водным дефицитом характеризовались сорта Вольница и Бальзам. У сорта Пересвет также был относительно низкий дефицит воды в листьях. Уровень потерь воды и степени ее восстановления у всех сортов был низким и средним. На основании изучения показателей водного обмена были выделены относительно засухоустойчивые сорта Вольница, Скромница, Пересвет, Спутница, Бальзам (Ожерельева, Богомолова, 2014).

Оценка исходного материала растений рода *Rubus* для включения в селекционный процесс в качестве ценных доноров высокой засухоустойчивости была проведена в Институте плодоводства Республики Беларусь. В результате исследований по определению потерь воды листьями через 1, 2, 3, 4, 12 и 16 часов завядания были получены ценные данные, представляющие интерес для физиологов и селекционеров. Установлено, что наибольшей водоудерживающей способностью обладает малина чёрная, листья которой теряют менее 20% воды. Ежевика и ежевично-малинные гибриды также являются достаточно засухоустойчивыми (потеря воды после завядания менее 25%). По результатам сравнительного изучения сортообразцов малины ремонтантной и традиционной установлено, что наибольшая водоудерживающая способность листьев присуща второму типу. Наименьшая засухоустойчивость отмечена у малины земляничной (потери воды более 33%). На основании изучения водоудерживающей

способности листьев в качестве ценных источников засухоустойчивости, рекомендованных для включения в селекционный процесс, были выделены сорт малины чёрной Литач (потери воды 9,0%), малинно-ежевичный гибрид Логанберри (12,5%), сорта ежевики Торнфри (13,2%), Орегон Торнлесс (13,3%), гибриды малины летнего срока созревания 01-25-06, полученный от свободного опыления сорта Арбат (16,0%), 13-32-07, полученный от свободного опыления сорта Малаховка (18,0%), 07-22-06, полученный от свободного опыления сорта Таруса (19,0%), сорта малины летнего срока созревания Туламин (13,0%), Рубин Брянский (13,0%), Барнаульская (16,0%), малины ремонтантного типа Попиел (18,0%), Херитейдж (18,9%), Брусвяна (22,6%) (Легкая, 2013). Изучив водный дефицит и потери воды листьями после завядания в условиях южного Урала, авторы Е.В. Аминова, З.А. Авдеева и Ф.К. Джураева (2017) выделили сорта малины с наименьшими значениями этих показателей – Геракл и Журавлик, как наиболее засухоустойчивые. Наименьшую адаптивность к условиям недостаточного водообеспечения показали генотипы Жар-птица, Зевс, Ранний сюрприз, Рубиновое ожерелье, Беглянка.

В литературе также имеются сведения о сравнении нескольких видов плодовых и ягодных растений по показателям водного обмена, в том числе в различные возрастные периоды, а также в критические фазы вегетации. В результате исследований, проведённых А.Г. Гуриным и С.В. Резвяковой (2014), была выявлена следующая последовательность молодых растений по уменьшению содержания воды в листьях: яблоня, вишня, слива, груша, жимолость, спирея, барбарис. В условиях Центрального Казахстана Н.Г. Андриановой было выделено три группы растений по значению потерь воды после завядания: 1 – яблоня, вишня и абрикос, у которых потеря воды превышала 75%, 2 – груша, смородина, слива (потери воды 65 – 75%), 3 – жимолость (водоудерживающая способность немного выше 55%). Автор сообщает о существенных вариациях оводнённости и потерь воды у всех видов плодовых и ягодных растений по раз-

личным периодам водообеспеченности, что связывает с разными сроками прохождения ими критических фенофаз вегетации (Андрианова, 2010).

Значения показателей водного обмена растений различаются не только в пределах вида и сорта, но и региона произрастания этих же образцов. По результатам исследований на территории Белгородской и Ленинградской областей, была дана сравнительная оценка степени оводнённости, водного дефицита, водоудерживающей способности и степени восстановления оводнённости листьев шиповника. Авторы Т.А. Кузнецова, В.Н. Сорокопудов, С.Н. Шлапакова, Е.С. Лукашов, А.О. Филлиповская (2018) сообщают о существенных различиях в значении изучаемых показателей и уровней засухоустойчивости у одних и тех же сортов в пределах различных географических широт.

Рядом учёных была изучена зависимость показателей водного обмена от гидротермических и других условий. Так, авторы Ненько Н.И., Киселёва Г.К., Шестакова В.В., Караваева А.В., Ульяновская Е.В. (2017) утверждают, что в условиях летнего периода у различных генотипов яблони независимо от их эколого-географического происхождения оводнённость листьев очень высоко положительно коррелировала с количеством выпавших осадков и минимальной температурой воздуха. В результате изучения оводнённости листьев персика в Крыму, авторами Опанасенко Н.Е. и Елманова Т.С. отмечается, что степень оводнённости молодых растущих листьев имеет достоверную положительную корреляцию с количеством выпавших осадков и гидротермическим коэффициентом, а у листьев старших возрастов высокая корреляция с запасами продуктивной влаги в почве (Опанасенко, Елманова, 2017).

В условиях южного Кыргызстана было проведено комплексное изучение степени оводнённости листьев миндаля, её динамики в течение суток и зависимости от внешних условий. Авторы А.С. Болотова и К.Т. Шалпыков (2018) установили, что общее содержание воды в листьях прямо пропорционально относительной влажности воздуха и обратно пропорционально температуре воздуха. Противоположные сообщения сделали в Кировской области научные со-

трудники ФГБНУ «НИИСХ Северо-Востока» при изучении засухоустойчивости лещины обыкновенной. Авторы А.П. Софронов, Г.А. Пленкина, С.В. Фирсова утверждают, что погодные условия не оказывают достоверного влияния на оводнённость листьев. Как в условиях достаточного увлажнения, так и в засушливых условиях, значения степени оводнённости листьев лещины были близки (Софронов и др., 2015).

Зависимость общей оводнённости листьев ягодных культур от почвенных условий была установлена при изучении земляники. Автор Д.Б. Шокаева (2017) отмечает положительную корреляцию общего содержания воды в листьях с содержанием влаги в почве ($r=0,88$). В условиях Орловской области на красной смородине кандидатами сельскохозяйственных наук О.В. Панфиловой и О.Д. Голяевой (2017) отмечена высокая положительная корреляция между показателем «водный дефицит» и средней температурой воздуха, между дефицитом воды и её фракционным составом в листьях, а также между суммой хлорофиллов и водоудерживающей способностью.

В литературе также были обнаружены сведения о высокой положительной корреляционной связи водоудерживающей способности листьев с некоторыми компонентами продуктивности растений в условиях засухи. Авторами А.В. Зарицким и А.Г. Саяпиной (2012) была обнаружена достоверная (76%) связь между водоудерживающей способностью листьев чёрной смородины и средней массой ягод. К сожалению, на малине не было найдено работ, в которых бы отмечалась зависимость показателей водного режима от гидротермических, физиологических или каких-либо других факторов.

В условиях Северного Кавказа была сделана попытка объяснить то или иное количество содержащейся воды в листьях яблони изменением содержания ионов кальция в тканях. Авторы Ненько Н.И., Ульяновская Е.В., Киселева Г.К. утверждают, что содержание ключевых метаболитов (ионы кальция, сумма хлорофиллов, фенолкарбоновые кислоты, пероксидаза) изменяется в течение летнего вегетационного периода и высоко положительно коррелирует с экстре-

мальной температурой и низкой влагообеспеченностью, также как и общая оводнённость листьев. В течение летнего периода у сортов с относительно стабильной оводнёностью, количество содержащегося в тканях ионизированного кальция также было стабильным (Ненько и др., 2018).

Данные по изучению фракционного состава воды в тканях ягодных культур во время вегетации исследователями были получены преимущественно на красной смородине. В результате проведения комплексных исследований засухоустойчивости этой культуры, кандидатом сельскохозяйственных наук О.В. Панфиловой было установлено, что количество свободной и связанной воды имело неустойчивую тенденцию изменения по фазам вегетации как в большую, так и в меньшую сторону. В качестве источников устойчивости к засухе, рекомендованных для включения в селекционный процесс, были выделены генотипы с максимальным содержанием связанной воды в тканях (Панфилова, 2014). Биологические особенности, характеризующие общую оводнённость и фракционный состав воды в тканях однолетних побегов традиционной малины в осенний период, изучались кандидатами сельскохозяйственных наук З.Е. Ожерельевой и Н.И. Богомоловой. В результате было выявлено устойчивое резкое снижение содержания общей воды, и увеличение связанной её фракции к концу осени (Ожерельева, Богомолова, 2018).

Важной характеристикой для комплексной оценки засухоустойчивости сортов плодовых и ягодных культур является способность растений противостоять перегреву. Разные стадии онтогенеза растений отличаются неодинаковым уровнем жароустойчивости: молодые, активно растущие ткани в большей степени чувствительны к высоким температурам, чем старые. Период цветения у большинства плодовых и ягодных культур является наиболее критическим по отношению к воздушной гипертермии, так как жара вызывает стерильность цветков и опадение завязей. Органы растений различаются по своей жаростойкости: более устойчивы побеги и почки, менее устойчива корневая система. Из тканей наиболее устойчивые камбиальные (Панфилова, 2014).

Оценка жаростойкости в лабораторных условиях проводилась на ряде плодовых культур (Ожерельева и др., 2013; Панфилова, 2014; Горина и др., 2017; Кириллов, Чивилев, 2018; Гасанова, Чепинога, 2018; Ненько и др., 2018; Сотник и др., 2018). На основании изучения жаростойкости яблони методом моделирования теплового шока, определением потерь воды и степени восстановления оводнённости в Орловской области, авторы З.Е. Ожерельева, Н.Г. Красова, А.М. Галашева (2013) рекомендовали включить в селекционный процесс в качестве родительских форм те генотипы, которые меньше всех теряли воду и одновременно проявили высокую способность восстанавливать тургор. Встречаются сведения о том, что далеко не все сортотипы могут одновременно иметь низкий процент воды после теплового «шока» и высокую степень восстановления оводнённости. Так, например, изучив жаростойкость вишни в условиях Орловской области, авторы З.Е. Ожерельева и А.А. Гуляева (2017) выделяли в качестве жаростойких и засухоустойчивых такие генотипы, которые могут восстанавливать воду выше 100%, но при этом иметь высокий процент первоначальных водопотерь после теплового «шока».

Лабораторное изучение жаростойкости листьев ягодных культур проводилось в основном на малине и смородине (Зацепина, 2010; Ожерельева, Богомолова, 2013; Панфилова и др., 2013). По результатам изучения устойчивости смородины красной к высоким температурам в разные периоды водообеспеченности, авторы О.В. Панфилова, З.Е. Ожерельева и О.Д. Голяева сообщают, что листья генотипов смородины красной в период созревания ягод лучше восстанавливают воду и в меньшей степени подвержены повреждениям температурой $+50^{\circ}\text{C}$, нежели листья в период активного роста побегов. В июне наименьшая потеря воды и наибольшая степень её восстановления была отмечена у сортов Селяночка, Валентиновка, Роза, Голландская красная. В июле относительно высокую засухоустойчивость и жаростойкость показали сорта Белка, Осиповская, Валентиновка, Орловская звезда, Баяна (Панфилова и др., 2013).

В условиях Орловской области также проводилась лабораторная оценка жаростойкости малины. Авторами Н.И. Богомоловой и З.Е. Ожерельевой было установлено, что сорта малины красной Ранняя заря, Лазаревская, Arta, Espe, Jvars характеризовались наибольшей оводнённостью листьев после теплового «шока». При этом наименьшие показатели потери воды и водного дефицита проявили сорта Лазаревская и Espe. Хорошей восстановительной способностью характеризовались все изучаемые сорта малины красной. По совокупности изучаемых параметров выделены ценные доноры малины красной с наибольшим уровнем потенциала жаростойкости - Лазаревская и Espe. Сорта Arta, Jvars, Маросейка, Ранняя заря, Фантазия после перенесённого стресса восстанавливали оводнённость тканей листьев на сравнительно высоком уровне, но при этом обладали повышенными потерями воды и водным дефицитом (Богомолова, Ожерельева, 2015). На основании изучения относительной жаро- и засухоустойчивости сортов традиционной малины в 2018 и 2019 гг. авторами Андросовой А.В. и Ожерельевой З.Е. было установлено, что сорта Спутница, Ранняя заря, Arta имели высокий уровень общей оводнённости тканей. Наименьшие значения предельных водопотерь и высокая способность восстанавливать воду была отмечена у Ранняя заря, Ivars, Спутница. Исследователи также отметили, что весь изучаемый сортимент имел высокий первоначальный водный дефицит, а также высокую степень восстановления оводнённости после теплового «шока» (Андросова, Ожерельева, 2020).

В литературе имеются многочисленные сведения о влиянии жары и засухи на рост, продуктивность и изменение гормонального обмена плодовых и ягодных культур (Упадышева, 2012; Кириллов и др., 2015; Айтжанова, Андропова, 2017; Можар, 2017; Потаракина, 2017; Юшков, 2017). Изучение засухоустойчивости в полевых условиях и её оценка в баллах чаще всего проводилась на яблоне и землянике. Установлено, что корневая система плодовых и ягодных растений, перенесших засуху, в значительной степени теряет способность поглощать из почвы питательные элементы. Изменения в поглотительной способ-

ности приводят к торможению ростовых процессов, ксероморфности листьев и уменьшению прироста побегов (Савин, Жамурина, 2018).

В Республике Адыгея проводилась комплексная сравнительная оценка засухоустойчивости и жаростойкости ежевики и малины в полевых условиях по степени повреждения тканей, а также по формированию урожая в условиях недостатка влаги и избытка тепла. Авторами Семёновой Л.Г., Добренковым Е.А. и Добренковой Е.Л. было отмечено, что в условиях Адыгеи, где во второй половине вегетации в годы исследований часто наблюдались жаркие и засушливые условия, относительно стабильной и высокой продуктивностью ягод характеризовались сорта ежевики Торнфи, Смутстем, Агавам, Блэк Сэтин и малины Арбат, Ремонтантная, Генералиссимус, Скромница, Таруса, Шунтукская, Бабье лето. В годы с очень сухой и жаркой погодой (отсутствие осадков, температура воздуха выше $+42^{\circ}\text{C}$) у ежевики сортов Блэк Сэтин, Торнфри, Агавам наблюдался краевой краевой ожог нижних листьев. Отмечено побурение тканей между жилками листьев, снижение средней массы ягод и усыхание отдельных соцветий у сорта Агавам. Плоды бесшипных сортов (Торнфри, Смутстем, Блэк Сэтин) повреждались высокими температурами в виде запекания костянок. Малина в целом засуху и жару переносит хуже, чем ежевика. В неполивных условиях выращивания проявлялись следующие признаки повреждений: раннее пожелтение и засыхание листьев нижнего и среднего ярусов (Бабье лето, Скромница, Шунтукская, Таруса, Арбат, Генералиссимус), скручивание вниз по центральной жилке верхних листьев (Ремонтантная, Скромница, Шунтукская), усыхание латералов (Бабье лето), резкое снижение средней массы ягод (Генералиссимус). Практически все указанные признаки повреждений одновременно наблюдались у сортов Бриллиантовая, Жёлтый гигант, Недосыгаемая, Кумберленд жёлтый, которые авторы не рекомендовали выращивать без орошения и притенения. Следует отметить, что как для малин, так и для ежевик в экстремальные годы была характерна заметная быстрая потеря тургора листьями,

расположенными рядом с соцветиями, их преждевременное засыхание и осыпание (Семенова и др., 2010).

В условиях Северного Кавказа проводилась оценка засухоустойчивости сортов малины по урожайности в засушливые сезоны. В результате исследований, проведенных Пияниной Н.А. и Гасановой Т.А. (2018) были выделены высокопродуктивные генотипы Рубиновое ожерелье и Антей, формирующие относительно стабильный и высокий урожай ягод в условиях засухи.

Комплексное изучение засухоустойчивости и жаростойкости малины, а также их оценка в баллах недавно были выполнены научными сотрудниками ВНИИСПК Н.И. Богомоловой, З.Е. Ожерельевой, С.В. Резвяковой и М.В. Лупиным. В результате комплексных исследований были выявлены биологические особенности сортов малины по повреждению листьев, а также осыпанию листьев и ягод. Авторами установлено, что, как правило, наименьшей устойчивостью к жаре и засухе обладали те сорта, которые имели наибольшее количество зелёной массы листьев. Средний уровень повреждений листьев наблюдался у генотипов Беглянка, Метеор, Кокинская, Журавлик, Бальзам, Каскад Брянский, Вольница, Arta, Jvars, Espe (1,5 – 2,0 балла). Наименьшее повреждение листовых пластин было отмечено у сортов Пересвет, Ранняя заря, Скромница, Спутница, Лазаревская, Маросейка, Фантазия (0,5 – 1 балла). Исследователи также отмечают, что не все сорта, которые в полевых условиях отличились высокой засухоустойчивостью и жаростойкостью характеризовались ими в лабораторных условиях по показателям водообмена (Богомолова и др., 2019).

Итак, на основании вышеизложенного материала можно сказать, что вопрос адаптации малины традиционной к засушливым условиям пока остаётся сложным, а ремонтантной – малоизученным. Комплексное изучение позволит не только решить проблему засухоустойчивости культуры, но и дать возможность вести целенаправленную селекционную работу на устойчивость к недостатку влаги и повышенным температурам.

1.3. Некоторые аспекты продукционного процесса малины в связи с формированием урожая

Основным фактором урожайности растений является фотосинтетическая деятельность, на долю которой приходится до 95% всей накопленной в растениях энергии (Овсянников и др., 2010). В тоже время фотосинтез листьев является главным физиологическим критерием, по которому можно судить о норме реакции на различные условия внешней среды, например, засуху (Резанова и др., 2011; Жидёхина, 2011; Панфилова, 2014; Абильфазова, 2017; Тургунбаев, 2018). Наиболее важными параметрами, дающими представление об особенностях протекания фотосинтеза и о возможностях формировать максимальный урожай, является мощность развития листового аппарата и пигментная система листьев (Жидёхина, Карпачева, 2001; Жидёхина, 2012; 2013; 2014; 2016). Одними из важнейших параметров продуктивности являются суммарная площадь листьев и время их активной работы, а также наличие корреляции между облиственностью и урожаем ягод с куста малины (Жидёхина, 2012).

В литературе проблема взаимосвязи продукционного процесса и формирования урожая малины практически не изучена. Имеются лишь некоторые сведения по этой теме. Проведя комплексную оценку исходных крупноплодных сортов малины селекции В.В. Кичины по морфоструктурным и фотосинтетическим компонентам продуктивности, Т.В. Жидехиной было установлено, что наибольшая листовая поверхность, как правило, обеспечивает энергией получение максимальных урожаев; обнаружена достаточно высокая положительная корреляция между облиственностью и массой ягод с одного куста ($r=0,62$). Высокие значения чистой продуктивности фотосинтеза, фотосинтетического потенциала продуктивности листьев, удельной хозяйственной продуктивности листьев, площади листьев, приходящейся на 1 ягоду, а также биологической продуктивности в совокупности были выявлены у сортов Шахзада, Клеопатра и Сенатор (Жидёхина, 2012).

Показатели площади листьев традиционной малины с целью изучения и выявления наиболее значимых морфофизиологических признаков, коррелирующих с урожайностью, определялись в Мичуринском государственном аграрном университете. Кандидатом с.-х. наук Н.Е. Маковой изучались следующие компоненты продуктивности: средняя площадь типичного листа, количество листьев на 1 побеге, общая площадь листьев типичного побега, площадь листьев, приходящаяся на 1 ягоду. Наибольшая средняя площадь типичных листьев отмечена у сортов Метеор – 94 см², Рубин Брянский и Вольница – 86 см². Наибольшее количество листьев на одном побеге насчитывалось у сортов Рубин брянский и Метеор – 27. Достоверно большая площадь на одном стебле сформировалась по сортам Метеор – 17,9 дм² и Рубин брянский – 17,6 дм². У наиболее урожайного сорта Рубин брянский на 1 ягоду приходилось больше всего площади листовой поверхности – 10,57 см², хотя средняя площадь 1 листа не была самой большой, а вот количество листьев на 1 стебле – наибольшее. При одинаковой площади листьев (0,18 м²), урожай с 1 ветви у сорта Рубин брянский больше (0,56 кг), чем у сорта Метеор (0,49 кг), т.е. процессы фотосинтеза у первого сорта идут более интенсивно. Сорта Журавлик, Метеор, Вольница имели примерно одинаковую урожайность с 1 ветви (0,48 – 0,49 кг). Однако, наименьшую из них площадь листьев с 1 ветви (0,14 м²) имел сорт Журавлик, что говорит о более интенсивных процессах накопления питательных веществ у этого сорта. У сортов Журавлик и Гусар одинаковая площадь листьев с 1 ветви (0,14 м²), а урожайность Журавлика (0,48 кг) значительно больше, чем Гусара (0,39 кг). Полученные автором данные представляют интерес не только для агрономов и физиологов, но и для селекционеров, поскольку выделенные сорта с высокими значениями общей площади листьев могут вырабатывать больше пластических веществ по сравнению с другими, что является немало важным критерием формирования урожая малины и его качества (Макова, 2006).

Итак, на основании вышеизложенного можно сказать, что вопрос фотосинтетической деятельности малины является малоизученным. Комплексная

оценка взаимосвязи показателей, характеризующих облиственность и формирование урожая малины, позволит выявить механизмы формирования продуктивности растений и дать возможность провести целенаправленную селекционную работу на повышение урожайности этой культуры.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Проведение экспериментально-полевых и лабораторных исследований осуществлялось на территории Выгоничского района Брянской области (с. Коккино) в 2018, 2019 и 2020 годах. Опыты ставились на кафедре агрономии, селекции и семеноводства Брянского ГАУ. Согласно метеорологическим показателям, климат региона является умеренно континентальным с тёплым летом (среднемноголетняя температура июля $+20,3^{\circ}\text{C}$, абсолютный максимум $+38^{\circ}\text{C}$) и умеренно холодной зимой (среднемноголетняя температура января $-6,6^{\circ}\text{C}$, абсолютный минимум -27°C). Авторы агроклиматического справочника по Брянской области отмечают, что Выгоничский район по сумме активных температур находится в северной части полосы культур средней спелости. Практически все сельскохозяйственные культуры хорошо обеспечены теплом, за исключением кукурузы, поздних сортов люпина и томата (Агроклиматический справочник..., 1960).

Метеорологические условия периодов вегетации в 2018-2020 гг. представлены в таблицах 1, 2 и 3 (данные Метеостанции Брянского ГАУ). Вегетационный период у малины начинается, как правило, в апреле, а заканчивается ко второй декаде октября. Плодоношение летних сортов малины (июнь-июль) и начало созревания ягод ремонтантных сортов (август) обычно проходит в условиях повышенного температурного режима. Продолжительность периода с температурами воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ составила около 170 дней, со средним значением их суммы $2661,4^{\circ}\text{C}$ (таблица 1). Наблюдается следующая тенденция изменения температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ за периоды исследований в целом: минимальные значения отмечаются в апреле, в мае происходит резкое их увеличение, максимум достигается в один из летних месяцев и резкий спад в сентябре. Температурный «пик» в 2018 и 2020 годах наблюдался в августе, а в 2019 году – в июне.

Таблица 1. Температура воздуха в период вегетации, °С (Агрометеорологический бюллетень, 2018; 2019; 2020)

Месяц	2018 г.			2019 г.			2020 г.		
	сумма активных t	t, max	t, ср.	сумма активных t	t, max	t, ср.	сумма активных t	t, max	t, ср.
Апрель	151,8	26,5	8,9	154,0	30,3	9,1	117,0	26,8	7,9
Май	484,1	31,0	17,4	489,6	34,0	16,2	362,8	27,0	12,9
Июнь	533,1	31,5	17,8	628,5	34,0	21,0	477,9	29,5	16,4
Июль	608,8	38,0	19,6	537,7	31,8	17,3	565,5	28,2	18,2
Август	613,9	36,5	19,9	524,5	31,5	17,1	615,8	32,0	20,0
Сентябрь	421,7	29,5	15,6	319,5	29,5	12,8	377,9	27,5	13,5
Σ апрель-сентябрь	2813,4			2653,8			2516,9		

Уровень осадков за период вегетации 2018-2020 гг. в целом был ниже среднемноголетнего примерно на 11% и в среднем составил 343 мм, а их распределение в течение трёх лет имело следующую особенность: почти 40% от общего количества осадков выпадало в июле, остальные 60% распределялись неравномерно по другим месяцам ниже среднемноголетнего уровня. Исключение составил май 2019 года (таблица 2).

Таблица 2. Количество выпавших осадков, мм (Агрометеорологический бюллетень, 2018; 2019; 2020)

Месяц	2018 г.	2019 г.	2020 г.	В среднем за 2018-2020 гг.	Среднемноголетнее
Апрель	27,7	19,6	23,6	23,6	42,0
Май	21,2	103,3	48,9	57,8	60,5
Июнь	73,0	63,4	48,6	61,7	73,0
Июль	162,7	100,1	137,9	133,6	79,1
Август	12,2	34,5	51,6	32,8	67,1
Сентябрь	38,1	26,0	36,5	33,5	66,3
Σ апрель-сентябрь	335,0	346,9	347,1	343,0	382,6

Неравномерное и недостаточное количество выпавших осадков иногда усугублялось повышенными и аномально высокими температурами воздуха, особенно в мае и августе 2018 года. Оба эти фактора оказали негативное влияние на рост и формирование урожая малины.

Показателем засушливости периода вегетации или части этого периода является гидротермический коэффициент, величина которого определяется отношением количества выпавших осадков на поверхность к сумме активных температур (Пиловец, 2013). В результате расчета ГТК оказалось, что периоды вегетации 2018 и 2019 годов в целом характеризовались как слабозасушливые, поскольку значение этого агроклиматического параметра составило 1,23 и 1,29 соответственно (таблица 3).

Таблица 3. Гидротермический коэффициент за годы исследований

Месяц	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Апрель	1,82	1,27	2,02
Май	0,44	2,11	1,35
Июнь	1,37	1,00	1,02
Июль	2,67	1,86	2,44
Август	0,20	0,66	0,84
Сентябрь	0,90	0,81	0,97
Среднее апрель-сентябрь	1,23	1,29	1,44

Наиболее засушливыми месяцами в 2018 году были май и август (ГТК 0,44 и 0,2 соответственно), которые совпали с периодом прохождения фенологических фаз «интенсивный рост» и «плодоношение» у сортов и отборных форм малины с ремонтантным типом плодоношения, а также с прохождением фенофазы «цветение» у традиционных сортов. Наблюдалось резкое снижение урожайности относительно среднесезонных значений у всех изучаемых сортообразцов, а также уменьшение общей листовой поверхности у большинства генотипов. Длительные засушливые периоды в 2018 году также вероятно оказали негативное влияние на побегообразовательную способность ремонтантной малины в следующем году, так как было отмечено снижение количе-

ства поросли у кустов большинства сортов и отборных форм. В 2019 году наиболее засушливыми оказались август и сентябрь, следовательно, фенологическая фаза «плодоношение» у всех сортов и отборных форм с ремонтантным типом плодоношения также проходила в стрессовых условиях.

Таким образом, климатические условия Брянской области за годы исследований не являлись оптимальными для выращивания малины.

Почвы опытных участков представлены серыми лесными легкосуглинками, расположенными на лёссовидных суглинках (Прудников и др., 2007). Особенностью почв является неравномерное распределение питательных элементов в корнеобитаемых слоях, причиной которому является неравномерная мощность гумусового горизонта (Воробьёв, 1993).

Объектами исследований являлись 8 сортов и 8 отборных форм малины традиционного типа плодоношения, а также 12 сортов и 9 отборных форм малины ремонтантной (таблица 4, 5).

Таблица 4. Генетическое происхождение сортов и отборных форм малины традиционного типа плодоношения

Сорт / отборная форма	Происхождение
Ньюбург	Newman x Gerbert
Лазаревская	Carnaval x Molling Jewel
Бригантина	Ottawa x Sayana
Улыбка	Новость Кузьмина x Бальзам
Желтый гигант	Маросейка x Ивановская
Шоша	Molling Jewel x Carnaval
Гусар	Canby x смесь пыльцы вирусоустойчивых сортов
Патриция	Маросейка x M102
18-11-2, 18-11-3, 18-11-4	Смесь семян вкусных форм
2-90-3	6-12-2 x смесь пыльцы крупноплодных сортов В.В. Кичины
6-125-3, 6-125-4	Улыбка x Гусар
19-15-6	Смесь семян крупноплодных сортов В.В. Кичины
4-122-2	4-8-1 x Бригантина

Таблица 5. Генетическое происхождение сортов и отборных форм малины ремонтантного типа плодоношения

Сорт / отборная форма	Происхождение
Рубиновое ожерелье	47-18-4 св.оп.
Брянское диво	47-18-4 св.оп.
Снежеть	15-305-1 св.оп.
Карамелька	Свободное опыление межвидовых форм
Геракл	Autumn Bliss x 14-205-4
Атлант	2-205-1a св.оп.
Жар-птица	7-43-2 св.оп.
Подарок Кашину	5-х-1 св.оп.
Поклон Казакову	3-2-2 св.оп.
Пингвин	Свободное опыление межвидовых форм
Оранжевое чудо	Шапка Мономаха св.оп.
44-154-1, 44-154-2	Пингвин x Брянское Диво
37-143-3	Жар-птица x Брянское Диво
8-106-1	1-220-1 св.оп.
1-16-11	1-182-10 x Евразия
16-88-1	19-99-1 св.оп.
29-101-20	Брянская юбилейная св.оп.
Медвежонок	Свободное опыление межвидовых форм
5-40-1	29-101-20 св.оп.
11-107-1	Пингвин x 1-16-11

При изучении морфофизиологических параметров продуктивности у ремонтантных генотипов контролем являлся сорт Геракл, а у традиционных – Бригантина.

Определение биологической продуктивности малины проводилось в соответствии с «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (Казаков и др., 1999).

Общая листовая поверхность сортообразцов малины определялась согласно методическим рекомендациям А.С. Овсянникова. Формула для расчёта общей листовой поверхности учетных растений имеет следующий вид:

$$S_d = (Y_d * S_v) / Y_v, \quad (1)$$

где S_d – общая листовая поверхность всего учетного растения (куста), m^2 ;
 Y_d – урожай со всего растения, кг;
 S_b – площадь листьев в среднем на 1 типичной ветви (1 стебле), m^2 ;
 Y_b – масса ягод в среднем на 1 типичной ветви, кг (Овсянников и др., 2010).

Удельная облиственность побега определялась по формуле:

$$УОП = S/H, \quad (2)$$

где S – площадь листьев побега, cm^2 ;

H – высота побега, дм;

УОП – удельная облиственность побега, $cm^2/дм$ (Овсянников и др., 2010).

Площадь листьев определялась после нанесения их контуров на миллиметровую бумагу. Перед этим листья тщательно расправлялись (Макова, 2006).

Отбор проб и определение удельной поверхностной плотности листьев проводилось согласно методическим рекомендациям А.С. Овсянникова. Формула для расчёта показателя имеет вид:

$$УППЛ = M / S, \quad (3)$$

где M – масса листа, г;

S – площадь листа, dm^2 ;

УППЛ – удельная поверхностная плотность листа, $г/дм^2$ (Овсянников и др., 2010).

Показатели засухоустойчивости и жаростойкости исследовались в лабораторных условиях. Отбор проб растительного материала проводился в утренние часы. Для исследования отбирали хорошо развитые, не имеющие следов повреждения листья среднего яруса (4-8 от верхушки) (Леонченко и др., 2007). Все растения, с которых отбирались пробы, были одновозрастными.

Засухоустойчивость изучали по следующим показателям водного обмена: «общая оводнённость листьев», «водный дефицит», «водоудерживающая способность листьев».

Жаростойкость листьев изучали по показателям «потеря воды» и «степень восстановления оводнённости» после температурного «шока» +50°C.

Оценка степени засухоустойчивости проводилась по шкале, описанной во Всероссийском институте растениеводства (Диагностика устойчивости..., 1988).

Оценка степени жаростойкости давалась по методике, описанной научными сотрудниками ВНИИС им. И.В. Мичурина (Леонченко и др., 2007).

Общую оводнённость листьев определяли путём высушивания проб растительного материала до абсолютно сухого состояния в сушильном шкафу при температуре +105 °С в течение 5 часов. Повторность 3-кратная. Содержание общей воды в растительном материале определялось по следующей формуле:

$$W = (b - c) / (b - a) * 100, \quad (4)$$

где а – масса пустого бюкса, г;

б – масса бюкса с сырой навеской, г;

с – масса бюкса с сухой навеской, г

W – содержание воды, % сырой массы (Еремин, Гасанова, 1999).

Водный дефицит определяли путём насыщения тканей листьев водой в закрытых Чашках Петри в течение 2 часов. Повторность трёхкратная. Значение показателя определялось по формуле:

$$Wg = ((M_1 - M_2) / M_1) * 100, \quad (5)$$

где M_1 – количество воды, насыщающее лист, г;

M_2 – исходное содержание воды, г;

Wg – водный дефицит, % (Третьяков и др., 2003).

Водоудерживающую способность листьев определяли по количеству потерянной воды после 2-х и 6-часов с последующим определением средней потери воды за 1 час увядания. Повторность двухкратная. Количество потерянной воды определялось по следующей формуле:

$$ПВ = (P / M) * 100, \quad (6)$$

где P – убыль в массе за промежуток времени (2 и 6 ч), г;

M – масса листьев в начале отрезка времени, г;

ПВ – потери воды, % (Кушниренко и др., 1970).

Потери воды после теплового «шока» определялась по количеству потерянной воды после температурного воздействия $+50^{\circ}\text{C}$ в термостате, в течение 30 минут. Формула для расчёта параметра имела вид:

$$\text{ПВ} = (m_1 - m_2) * 100 / v_0, \quad (7)$$

где m_1 – масса листьев в начале опыта, г;

m_2 – масса листьев после промежутка времени, г;

v_0 – масса воды в начале опыта, г;

ПВ – потери воды, % (Леонченко и др., 2007).

Степень восстановления оводнённости определялась путём взвешивания проб листьев после завядания с последующим насыщением водой в течение 24 часов. Показатель определялся по следующей формуле:

$$\text{ВН} = (M_3 - M_1) * 100 / v_0, \quad (8)$$

где M_3 – масса листьев после насыщения, г;

M_1 – масса сырой навески, г;

v_0 – масса воды в начале опыта, г;

ВН – поглощение воды при насыщении, в % от потерянной (Леонченко и др., 2007).

Расчёт **гидротермического коэффициента** проводился по формуле Селянинова:

$$\text{ГТК} = \sum R / 0,1 \sum T, \quad (9)$$

где $\sum R$ – сумма осадков;

$\sum T$ – сумма активных температур;

ГТК - гидротермический коэффициент (Пиловец, 2013).

Отбор проб почвы проводился в соответствии с ГОСТом 17.43.01-83 (ГОСТ 17.4.3.01-83).

Влажность почвы определялась путём высушивания почвенных образцов до абсолютно сухой массы в сушильном шкафу при температуре $+105^{\circ}\text{C}$ (Минеев, 2001).

Статистическая обработка полученных результатов исследований проводилась методом дисперсионного анализа (Доспехов, 1985), с использованием компьютерной программы «Microsoft Excel 2007».

ГЛАВА 3. ОСНОВЫ АДАПТАЦИИ СОРТООБРАЗЦОВ МАЛИНЫ К ЗАСУХЕ И ВЫСОКИМ ТЕМПЕРАТУРАМ

3.1. Содержание воды в растительном и почвенном материале

Содержание воды в листьях – один из важнейших критериев обеспеченности растений влагой. Определение показателя «общая оводнённость» даёт возможность выяснить биологические особенности растений, вскрыть механизмы их адаптации к условиям среды (Третьяков и др., 2003). Многие авторы считают, что у более устойчивых к засухе генотипов оводнённость тканей находится на высоком уровне (Ожерельева и др., 2013; Болотова, Шалпыков, 2018).

Для более информативной оценки общей оводнённости листьев, необходимо иметь данные о содержании влаги в основных корнеобитаемых почвенных слоях (таблица 6). Согласно данным академика И.В. Казакова и профессора В.В. Кичины основная масса корней малины залегает на глубине до 40-50 см (Казаков, Кичина, 1976; Казаков, 2001). Оптимальной влажностью почвы для малины является значение 70-80% наибольшей влагоемкости. В условиях опытных участков это соответствует 16-18% абсолютной влажности (Казаков и др., 2009).

Таблица 6. Влажность почвы (2018-2020 гг.)

Месяц	Среднее значение влажности, %					
	0-20 см			20-40 см		
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.
Май	9,2	14,4	-	12,52	13,85	-
Июль	18,0	-	-	14,04	-	-
Сентябрь	9,68	14,3	14,25	13,26	14,59	14,3

Из таблицы 6 следует, что значение абсолютной влажности почвы в целом находилось на уровне, недостаточном для оптимальной жизнедеятельности растений малины, при этом немного различалось по месяцам и годам исследований. В мае 2018 года отмечена рекордно низкое содержание влаги в почве в слое 0-20 см, что объясняется редким выпадением осадков на поверхность, а

также в горизонте 20-40 см, что вероятно связано с усиленным поглощением воды корнями из этого слоя. В июле в связи с интенсивным выпадением осадков, влажность горизонта 0-20 см увеличилась до оптимального значения. В сентябре значение влажности корнеобитаемого слоя снова было невысоким в обоих слоях. В мае 2019 года содержание общей влаги в почве было ниже оптимального значения, несмотря на относительно высокое количество выпавших осадков, что вероятно связано с высокой испаряемостью влаги из верхнего слоя. В сентябре 2020 года влажность корнеобитаемых слоев 0-20 см и 20-40 см не соответствовала оптимальному значению для малины.

Содержание воды в листьях сортообразцов с традиционным типом плодоношения определялось в мае (период цветения) и в июне (период начала созревания ягод). Исследования по определению содержания влаги в листьях сортов и отборных форм ремонтантной малины в период вегетации проводились дважды: в период интенсивного роста побегов (май) и в период плодоношения (начало сентября). В 2018 году общая оводнённость тканей определялась трижды: в мае, в июле (период начала цветения) и в сентябре.

В результате изучения общей оводнённости листьев малины с традиционным типом плодоношения (на двухлетних стеблях) было установлено, что значение этого показателя снижается от мая к июню (рис. 1, 2).

Наибольшее содержание воды в листьях сортообразцов отмечалось в мае в период прохождения фазы «цветение» (среднее значение 66,62% по генотипам). К моменту плодоношения (июнь) общая оводнённость листьев снизилась в среднем на 7%, и её значение составило 61,9% по сортообразцам.

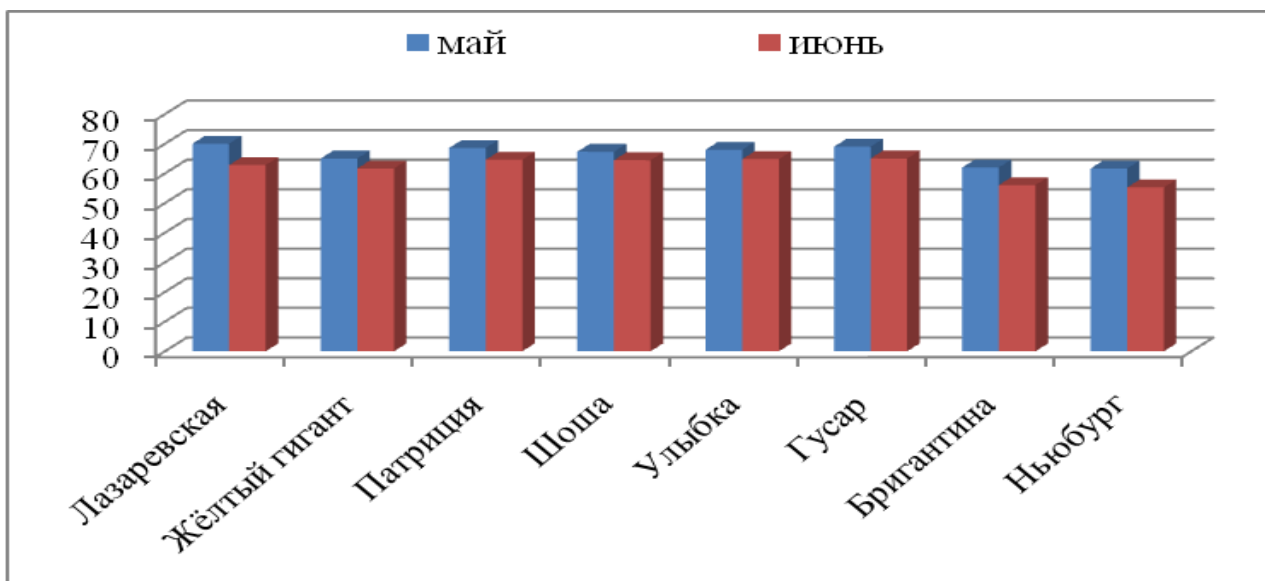


Рисунок 1. Общая оводнённость листьев сортов малины, % (среднее за 2018-2019 гг.)

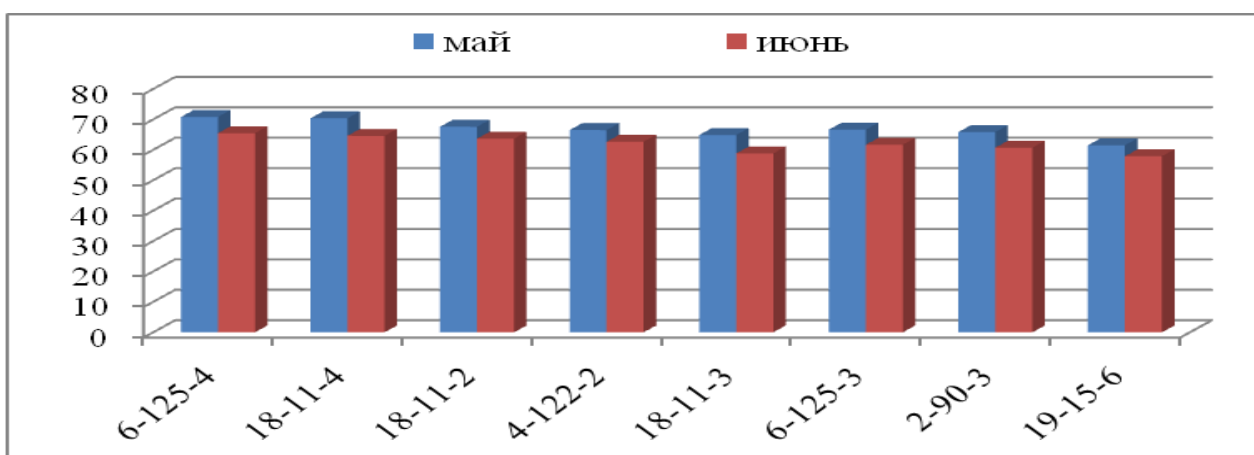


Рисунок 2. Общая оводнённость листьев отборных форм малины, % (среднее за 2018-2019 гг.)

В мае почти 81% изучаемых генотипов согласно «Шкале параметров водного режима листьев для определения относительной засухоустойчивости сортов» (таблица 7) имели средний уровень общей оводнённости листьев (61,52-69,0%). Высокое содержание воды в период цветения отмечено у сорта Лазаревская (70,05%) и отборных форм 18-11-4 (70,39%), 6-125-4 (70,8%). Достаточно большое количество общей воды содержалось и в листьях сорта Гусар (69,0%), хоть и находилось на среднем уровне.

Таблица 7. Шкала оценки параметров водного режима листьев для определения относительной засухоустойчивости сортов (Диагностика устойчивости..., 1988)

Оводнённость листьев, %	Водный дефицит, %	Потеря воды листьями после 6 часов завядания, %	Средняя потеря воды за 1 час увядания, %	Оценка засухоустойчивости
59,9 и менее	20,1 и более	50,1 и более	11,1 и более	Низкая
60,0 – 69,9	10,1 – 20,0	30,1 – 50,0	10,1 – 11,0	Средняя
70,0 и более	10,0 и менее	30,0 и менее	10,0 и менее	Высокая

В июне у большинства сортообразцов также отмечен средний уровень содержания воды в тканях (60,73-65,5%). Наименьшее количество общей воды содержалось в листьях сортов Ньюбург (55,29%), Бригантина (56,08%), а также отборных форм 18-11-3 (58,83%) и 19-15-6 (57,91%). Наиболее существенное снижение показателя «оводнённость листьев» по сравнению с маем произошло у сорта Лазаревская (почти на 11%), а у сортообразца Улыбка содержание воды в тканях листьев немного увеличилось.

В периоды определения показателя «общая оводнённость листьев» у ремонтантной малины по годам, его уровень и значение у изучаемых генотипов было разным. Так, в засушливом мае 2018 года (фенофаза «интенсивный рост побегов») среднее значение содержания воды в тканях листьев по ремонтантным генотипам составило 67,33% (таблица 8). При этом практически все сорта и отборные формы характеризовались средним уровнем оводнённости, за исключением сорта Поклон Казакову с высоким уровнем содержания воды в листьях (70,34%). У некоторых генотипов влажность листьев в этот период также была достаточно высокой, хотя и находилась на среднем уровне: 11-107-1 (69,42%), 44-154-2 (69,77%), 5-40-1 (69,54%), и Атлант (69,73%).

Таблица 8. Общая оводнённость листьев сортообразцов малины ремонтантной в 2018 году, %

Сорт / отборная форма	Интенсивный рост побегов	Бутонизация – начало цветения	Плодоношение	CV, %
Карамелька	63,25	57,21	56,43	6,33
Снежеть	64,19	61,33	56,34	6,55
Оранжевое чудо	64,21	59,61	55,71	7,11
1-16-11	65,28	65,52	59,35	5,51
Рубиновое ожерелье	65,41	62,12	55,76	8,03
Геракл	65,41	57,45	57,61	7,56
44-154-1	65,82	59,24	58,28	6,72
Пингвин	66,45	63,37	58,47	6,42
16-88-1	67,68	61,83	61,31	5,56
37-143-3	67,9	57,4	55,7	10,95
29-101-20	67,9	63,92	60,0	6,18
Медвежонок	68,04	65,63	60,33	6,10
Подарок Каши-ну	68,14	62,84	57,69	8,31
Брянское диво	68,18	65,74	61,25	5,40
8-106-1	68,54	66,7	62,26	4,90
Жар-птица	68,76	60,18	58,68	8,70
11-107-1	69,42	66,85	62,82	5,01
5-40-1	69,54	65,15	62,24	5,60
Атлант	69,73	60,68	56,55	10,82
44-154-2	69,77	60,08	60,65	8,56
Поклон Казакову	70,34	58,78	55,75	12,49
Среднее	67,33	61,98	58,72	6,94
НСР ₀₅	2,41	2,09	2,16	-

В июле (фенофаза «бутонизация-начало цветения»), несмотря на выпадение осадков и оптимальную для малины влажность почвы, общее содержание воды в листьях практически у всех сортообразцов снизилось по сравнению с маем (в среднем на 8%), что может быть связано с увеличением расхода воды на формирование генеративных образований, а также старением листьев (Третьяков и др., 2003; Голяева, Петров, 2007; Медведев, 2012; Панфилова, 2014). У отборной формы 1-16-11 значение оводнённости почти не изменилось (65,52%).

Средним уровнем общего количества воды в листьях характеризовались 71% изучаемых генотипов. Низкие значения оводнённости тканей в период начала цветения наблюдались у генотипов Карамелька (57,21%), Геракл (57,45%), Поклон Казакову (58,78%), Оранжевое чудо (59,61%), 44-154-1 (59,24%) и 37-143-3 (57,4%).

В сентябре 2018 года оводнённость листьев у абсолютного большинства сортов и отборных форм ещё немного снизилась и в среднем составила 58,72%. При этом 62% сортообразцов имело низкий уровень изучаемого показателя. Средний уровень оводнённости листьев отмечен у генотипов Брянское диво (61,25%), 11-107-1 (62,82%), Медвежонок (60,33%), 29-101-20 (60,0%), 16-88-1 (61,31%), 44-154-2 (60,65%), 5-40-1 (62,24%), 8-106-1 (62,26%).

Несмотря на общую тенденцию изменения содержания воды в листьях изученных сортов с мая по сентябрь, вариабельность этого показателя у большинства генотипов была низкая (менее 10%). И лишь сорта Атлант, Поклон Казакову и форма 37-143-3 имели среднюю вариабельность общей оводнённости в сезон 2018 года, коэффициент вариации которых составил 10,82-12,49%.

В мае 2019 года, когда установилась влажная погода, степень оводнённости листьев у большинства ремонтантных генотипов была выше, чем в аналогичный период прошлого года (в среднем 68,15%) (таблица 9). Примерно у 67% сортообразцов содержание воды было на среднем уровне, а у отборной формы 16-88-1 оно находилось в верхних пределах относительно других генотипов выделенной группы (69,35%). Высокий уровень общей оводнённости листьев отмечен у сортов Медвежонок (73,24%), Атлант (72,22%), Подарок Кашину (71,91%), Поклон Казакову (70,54%) и отборных форм 5-40-1 (73,12%), 44-154-2 (72,34%), 1-16-11 (70,97%).

В сентябре 2019 года у большинства генотипов произошло резкое снижение содержания общей воды в листьях (в среднем на 16%) за весь период исследований, что может ещё быть связано с меньшим количеством осадков во второй половине вегетации. Среднее значение оводнённости листьев по сорто-

образцам составило 57,06%. У большинства генотипов изучаемый показатель находился на низком уровне (52,2-59,51%). Средний уровень общего содержания воды отмечен в листьях сортов Медвежонок (69,39%), Геракл (61,78%), Поклон Казакову (61,64%) и отборной формы 11-107-1 (61,16%).

Таблица 9. Общая оводнённость листьев ремонтантных генотипов в 2019 году, %

Сорт	Интенсив- ный рост	Плодо- ношение	Отборная форма	Интенсив- ный рост	Плодоноше- ние
Карамель- ка	67,36	55,25	11-107-1	67,86	61,16
Жар-птица	66,21	59,51	29-101-20	62,9	57,25
Снежеть	64,98	57,36	16-88-1	69,35	56,58
Рубиновое ожерелье	67,81	52,2	44-154-2	72,34	56,18
Брянское диво	66,12	57,8	5-40-1	73,12	57,14
Геракл	68,74	61,78	44-154-1	67,73	56,26
Поклон Казакову	70,54	61,64	1-16-11	70,97	58,88
Подарок Кашину	71,91	58,84	8-106-1	63,08	57,95
Оранжевое чудо	62,5	56,72	37-143-3	69,28	57,19
Медвежо- нок	73,24	69,39			
Пингвин	62,94	54,96			
Атлант	72,22	58,31			
Среднее	Май = 68,15; сентябрь = 57,06				
НСР ₀₅	Май = 4,47; сентябрь = 4,8				

В сентябре 2020 года абсолютное большинство сортообразцов имело средний уровень содержания воды в тканях (60,24 – 66,7%) (таблица 10). Низкая оводнённость листьев в этот период была отмечена только у сорта Карамелька (55,6%) и отборной формы 44-154-1 (59,34%).

Таблица 10. Общая оводнённость листьев ремонтантных сортов в сентябре 2020 года (период плодоношения)

Сорт	Оводнённость листьев, %	Отборная форма	Оводнённость ли- стьев, %
Карамелька	55,6	11-107-1	66,7
Жар-птица	63,24	29-101-20	62,54
Снежеть	60,77	16-88-1	61,49
Рубиновое ожерелье	62,8	44-154-2	63,16
Брянское диво	65,18	5-40-1	65,57
Медвежонок	64,98	44-154-1	59,34
Геракл	60,75	1-16-11	60,59
Поклон Казакову	66,78	8-106-1	62,65
Подарок Кашину	61,4	37-143-3	60,24
Оранжевое чудо	60,76		
Пингвин	61,47		
Атлант	63,72		
Среднее	62,37		
НСР ₀₅	1,92		

За весь период исследований (2018-2020 гг.) наибольшие значения общей оводнённости листьев отмечались в мае в период прохождения фенофазы «интенсивный рост побегов» (среднее значение 67,69% по генотипам). К моменту плодоношения (сентябрь) влажность листьев снизилась до 64,19% по сортаобразцам в среднем.

В мае большинство сортообразцов малины с ремонтантным типом плодоношения имело средний уровень общей оводнённости согласно шкале, описанной в таблице 7. Высоким уровнем содержания воды в листьях в период интенсивного роста побегов характеризовались сорта Атлант (70,98%), Медвежонок (70,64%), Поклон Казакову (70,64%), Подарок Кашину (70,03%), а также отборные формы 5-40-1 (70,33%) и 44-154-2 (70,06%) (рис. 3, 4).

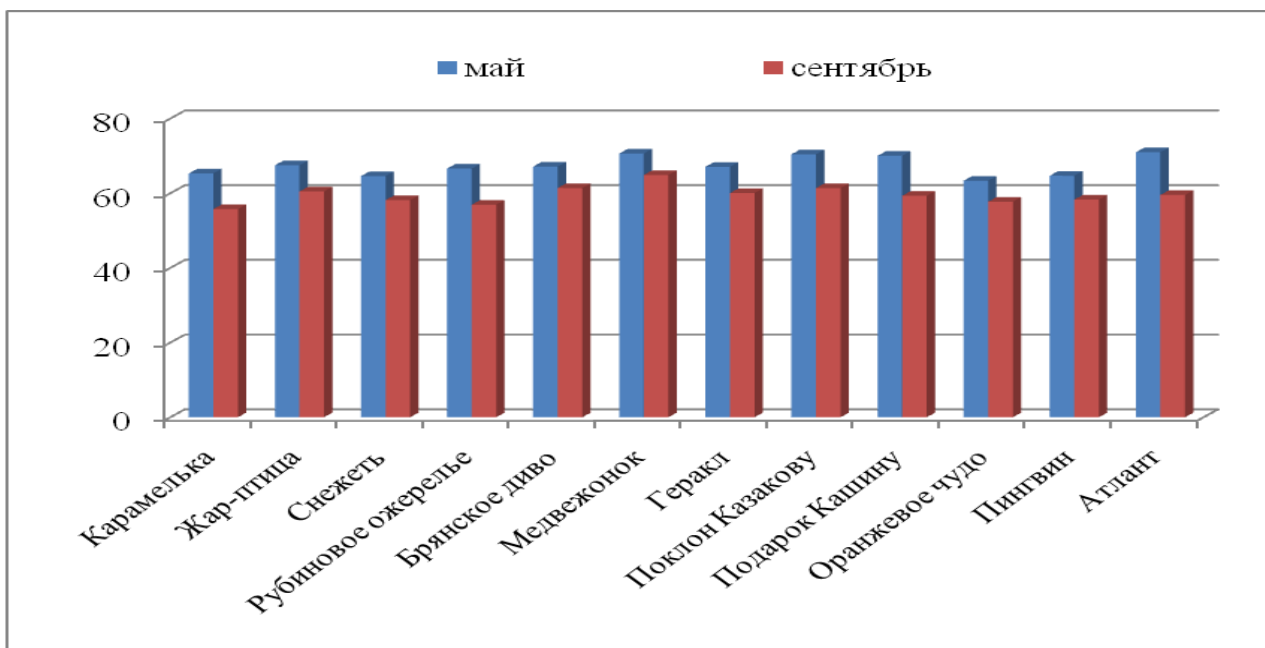


Рисунок 3. Общая оводнённость листьев сортов малины ремонтантной, %
(среднее за 2018-2020 гг.)

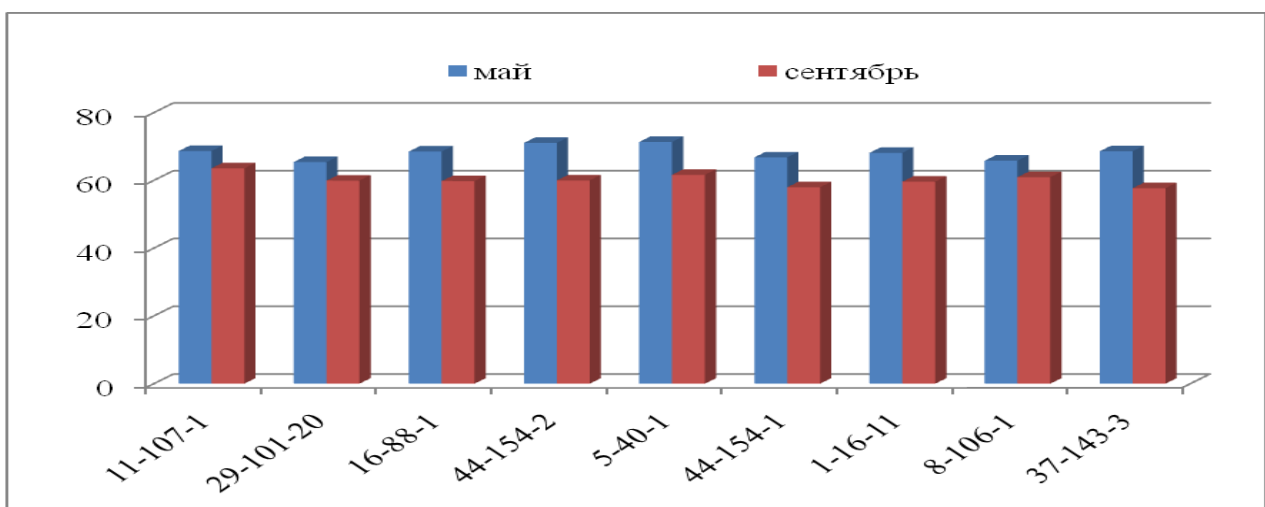


Рисунок 4. Общая оводнённость листьев отборных форм малины ремонтантной, %
(среднее за 2018-2020 гг.)

В сентябре примерно у 57% изучаемых сортообразцов был отмечен низкий уровень общей оводнённости листьев. Средний уровень содержания воды в период плодоношения в среднем за три года оставался у сортообразцов Жар-птица (60,48%), Брянское диво (61,41%), 11-107-1 (63,56%), Медвежонок (64,9%), Геракл (60,05%), Поклон Казакову (61,39%), 44-154-2 (60,0%), 5-40-1 (62,32%), 8-106-1 (60,96%). Снижение содержания воды в листьях может быть

связано с уменьшением количества выпавших осадков во второй половине вегетации, возрастом листьев и оттоком воды из вегетативных органов растений в генеративные (Голяева, Петров, 2007; Панфилова, 2014).

Результаты проведённых исследований по определению степени оводнённости тканей листьев подтверждаются полевыми наблюдениями. Как правило, генотипы с наибольшим количеством воды в листьях характеризовались здоровым внешним состоянием растений, хорошим тургором листьев даже в сухую, жаркую погоду, либо имели высокую продуктивность ягод. Относительно высокую оводнённость тканей листьев, независимо от фенофазы развития и сложившихся погодных условий, сохраняют сорта Лазаревская, Брянское диво, Медвежонок и отборные формы 5-40-1, 44-154-2, 8-106-1, 11-107-1, 18-11-4, 6-125-4, которые могут служить генетическими источниками в селекции малины на засухоустойчивость.

3.2 Водный дефицит растений

Российские и зарубежные исследователи утверждают, что показатель «водный дефицит» очень тесно связан с гидротермическими условиями, и его можно использовать для изучения биологических особенностей растений, характеризующих их устойчивость к продолжительному воздействию засухи, что имеет огромное значение для поиска генетических источников засухоустойчивости селекционером (Ожерельева и др., 2013; Панфилова, 2014; Панфилова, Голяева, 2017; Ненько, Ульяновская, Киселева, 2018; Omprakash et al., 2017). Изучение водного дефицита листьев сортов и отборных форм ремонтантной малины в период вегетации проводилось в мае в период интенсивного роста побегов и в сентябре (период плодоношения). В 2018 году дефицит воды определялся ещё и в июле (период начала цветения).

Исследования по изучению показателя «водный дефицит листьев» сортов и отборных форм малины с традиционным типом плодоношения проводились в мае (период цветения). В результате было установлено, что у всех объектов ис-

следований значение дефицита воды находилось на среднем уровне (14,28% по генотипам). Относительно низкий водный дефицит в среднем за 2018-2019 гг. в период цветения отмечен у сорта Лазаревская (10,89%), а высокий – у отборной формы 6-125-3 (16,45%) (рис. 5, 6).

Следует отметить, что в наиболее засушливом мае 2018 года довольно низкий дефицит воды наблюдался у сорта Улыбка (11,91%), что может свидетельствовать о способности этого сорта сохранять максимально положительный водный баланс относительно других генотипов.

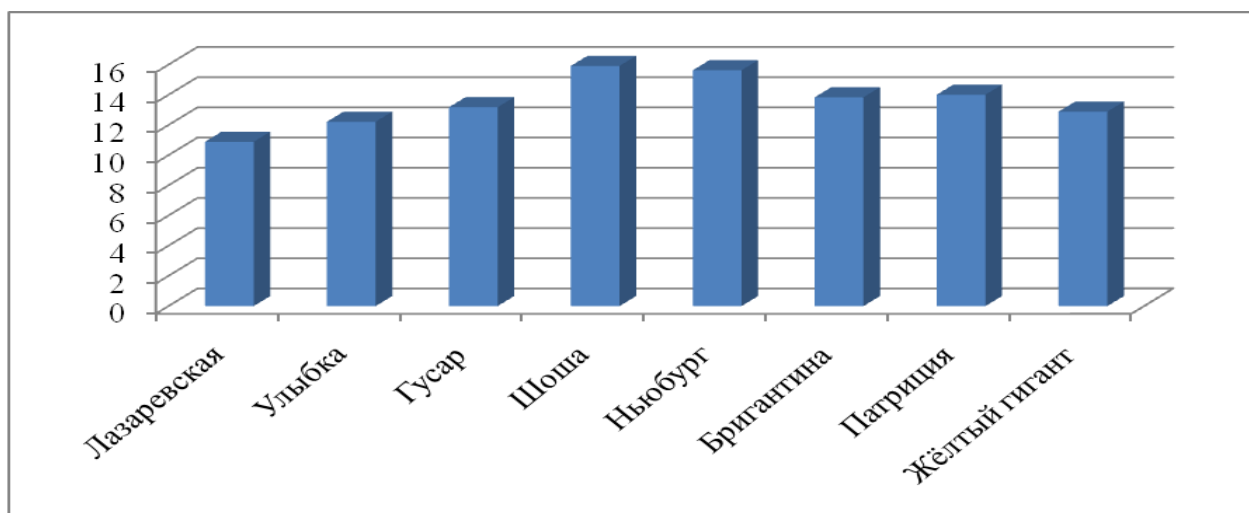


Рисунок 5. Водный дефицит листьев сортов малины, май, % (среднее за 2018-2019 гг.)

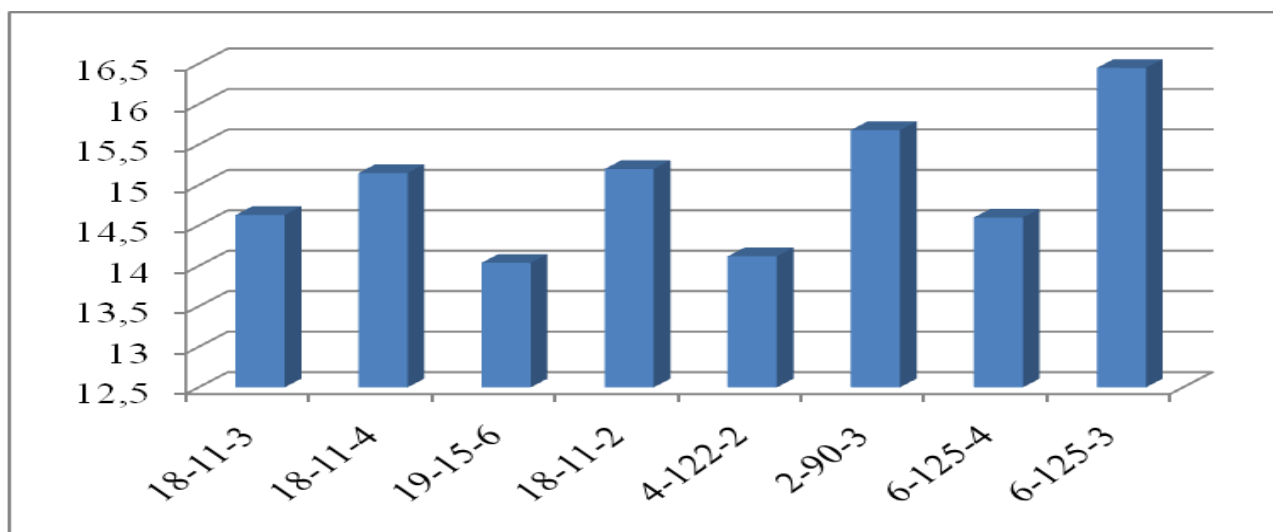


Рисунок 6. Водный дефицит листьев отборных форм малины, май, % (среднее за 2018-2019 гг.)

Значение показателя «водный дефицит листьев» у ремонтантной малины имело некоторые различия по годам исследований. В мае 2018 года в период интенсивного роста побегов значение водного дефицита листьев было относительно невысоким (в среднем 12,04%) несмотря на достаточно высокий уровень засушливости месяца (таблица 11). Это может быть связано с тем, что корни растений поглощали воду из более глубокого слоя почвы, сумев таким образом в целом сохранить положительный водный баланс. Существенного варьирования показателя по генотипам выявлено не было, у всех сортообразцов он находился на среднем уровне. Относительно низкое значение водного дефицита листьев наблюдалось у сорта Геракл (10,32%), а высокое – у отборной формы 8-106-1 (14,44%).

В начале июля, несмотря на увеличение интенсивности выпадения осадков, значение дефицита воды в листьях было выше, чем в мае, и составило в среднем 14,74%. Увеличение количества недостающей воды в листьях, скорее всего, связано со снижением оводнённости тканей, а также длительной засухой ранее в мае и июне. Относительно низкие значения изучаемого параметра (менее 12%) отмечены у генотипов Медвежонок (11,51%), 11-107-1 (11,27%), 1-16-11 (11,78%) и Подарок Кашину (11,7%).

В сентябре 2018 года водный дефицит листьев у сортообразцов ремонтантной малины снова увеличился в связи с продолжительной засухой в августе, и вероятно стал длительным (в среднем 15,75% по генотипам). При этом значение изучаемого показателя у всех генотипов осталось на среднем уровне. Относительно высокое значение водного дефицита в фенофазу «плодоношение» отмечено у сорта Рубиновое ожерелье (19,97%), а относительно низкое – у сорта Подарок Кашину (12,2%).

Таблица 11. Водный дефицит листьев сортов малины ремонтантной в 2018 году, %

Сорт	Интен- тенсив- ный рост побе- гов	Бутониза- ция – начало цвете- ния	Плодо- ноше- ние	Отборная форма	Интен- тенсив- ный рост побе- гов	Бутониза- ция - начало цвете- ния	Пло- доно- шение
Геракл	10,32	13,46	14,07	11-107-1	12,75	11,27	12,69
Атлант	11,53	13,27	15,62	1-16-11	12,72	11,78	14,33
Поклон Казакову	10,34	13,62	14,04	29-101-20	12,97	15,69	14,49
Медве- жонок	10,27	11,51	12,92	44-154-1	12,68	15,66	17,95
Подарок Кашину	11,0	11,7	12,2	37-143-3	10,71	15,4	15,35
Рубино- вое оже- релье	10,89	15,25	19,97	44-154-2	14,39	13,93	14,8
Оранже- вое чудо	14,27	17,21	18,51	8-106-1	14,44	14,78	17,56
Пингвин	14,3	15,5	17,03	16-88-1	13,01	15,73	16,94
Снежеть	13,79	17,31	16,16	5-40-1	11,1	16,67	15,8
Кара- мелька	11,64	17,08	17,4				
Брянское диво	10,92	15,08	16,23				
Жар- птица	10,9	17,68	16,62				
Среднее	Май=12,04; июль=14,74; сентябрь=15,75.						
НСР ₀₅	Май=2,22; июль=1,3; сентябрь=1,05						

В мае 2019 года среднее значение водного дефицита по генотипам было ниже, чем в аналогичный период 2018 года, скорее всего в связи с более высокой интенсивностью выпадения осадков, и составило 11,43% (таблица 12). При этом у листьев сортообразцов Геракл, Медвежонок и 11-107-1 водный дефицит оказался на низком уровне, что свидетельствует о способности этих генотипов восстанавливать положительный водный баланс лучше других. Остальные

сортотипы характеризовались средним уровнем водного дефицита. Следует отметить, что у сорта Поклон Казакову значение изучаемого показателя также было относительно низким (10,06%).

В сентябре 2019 года среднее значение водного дефицита листьев было самым высоким за весь период исследований (17,14% по генотипам), вероятно в связи с меньшим выпадением осадков во второй половине вегетации. Относительно низкое значение изучаемого показателя (менее 15%) наблюдалось у отборной формы 5-40-1 (14,69%). Высокий уровень водного дефицита был отмечен у сорта Снежень (20,37%).

Таблица 12. Водный дефицит листьев малины ремонтантной в 2019 году,
%

Сорт	Интенсив- ный рост побегов	Плодоно- шение	Отборная форма	Интенсив- ный рост побегов	Плодоно- шение
Геракл	8,75	16,34	11-107-1	9,36	15,29
Атлант	11,67	16,84	1-16-11	10,92	17,5
Поклон Ка- закову	10,06	15,16	29-101-20	10,36	19,75
Медвежонок	9,7	16,72	44-154-1	10,24	16,41
Подарок Кашину	10,88	17,11	37-143-3	10,43	15,35
Рубиновое ожерелье	12,34	18,36	44-154-2	11,51	17,69
Оранжевое чудо	11,22	19,56	8-106-1	12,62	17,25
Пингвин	11,49	17,88	16-88-1	13,57	18,05
Снежеть	13,14	20,37	5-40-1	12,17	14,69
Карамелька	14,91	17,73			
Брянское диво	13,73	16,52			
Жар-птица	11,05	15,44			
Среднее	Май=11,43; сентябрь=17,14.				
НСР ₀₅	Май= Fфакт.<Fтеор.; сентябрь=0,96				

В сентябре 2020 года среднее значение количества недостающей воды по генотипам составило 15,27% (таблица 13). При этом самое низкое значение изучаемого показателя было у отборной формы 11-107-1 (11,91%), а высокое – у 16-88-1 (18,85%).

Таблица 13. Водный дефицит листьев малины ремонтантной в сентябре 2020 года (фенофаза «плодоношение»), %

Сорт	Водный дефицит	Отборная форма	Водный дефицит
Геракл	13,98	11-107-1	11,91
Атлант	14,9	1-16-11	13,98
Поклон Казакову	15,46	29-101-20	12,83
Медвежонок	13,32	44-154-1	16,44
Подарок Кашину	13,66	37-143-3	13,79
Рубиновое ожерелье	15,22	44-154-2	17,15
Оранжевое чудо	16,9	8-106-1	17,19
Пингвин	15,57	16-88-1	18,85
Снежеть	15,77	5-40-1	14,54
Карамелька	17,38		
Брянское диво	16,6		
Жар-птица	15,23		
Среднее	15,27		
НСР ₀₅	2,2		

В среднем за вегетационные периоды исследуемых лет (2018-2020 гг.) было установлено, что дефицит воды в листьях имеет тенденцию увеличения к сентябрю. В фенофазу «интенсивный рост побегов» в мае среднее значение показателя составило 11,79% по всем генотипам. К моменту плодоношения его значение увеличилось до 16,05% (рис. 7, 8).

В мае практически все сортообразцы характеризовались средним уровнем водного дефицита листьев (10,2-13,53%). Низкое значение изучаемого показателя в среднем за 2018 и 2019 годы в период интенсивного роста побегов отмечено у сортов Геракл (9,54%) и Медвежонок (9,99%).

В сентябре у всех генотипов был отмечен средний уровень водного дефицита листьев. Самое низкое значение показателя относительно других сортооб-

разцов за 2017-2019 гг. было у отборной формы 11-107-1 (13,3%), а самое высокое – у сорта Оранжевое чудо (18,32%).

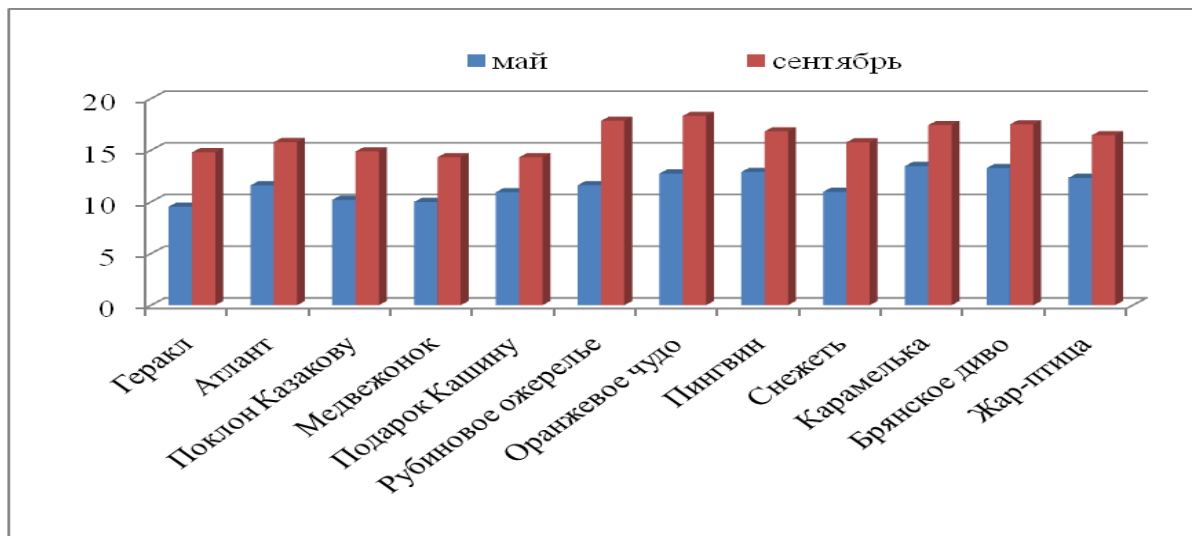


Рисунок 7. Водный дефицит листьев сортов ремонтантного типа плодоношения, % (среднее за 2018-2020 гг.)

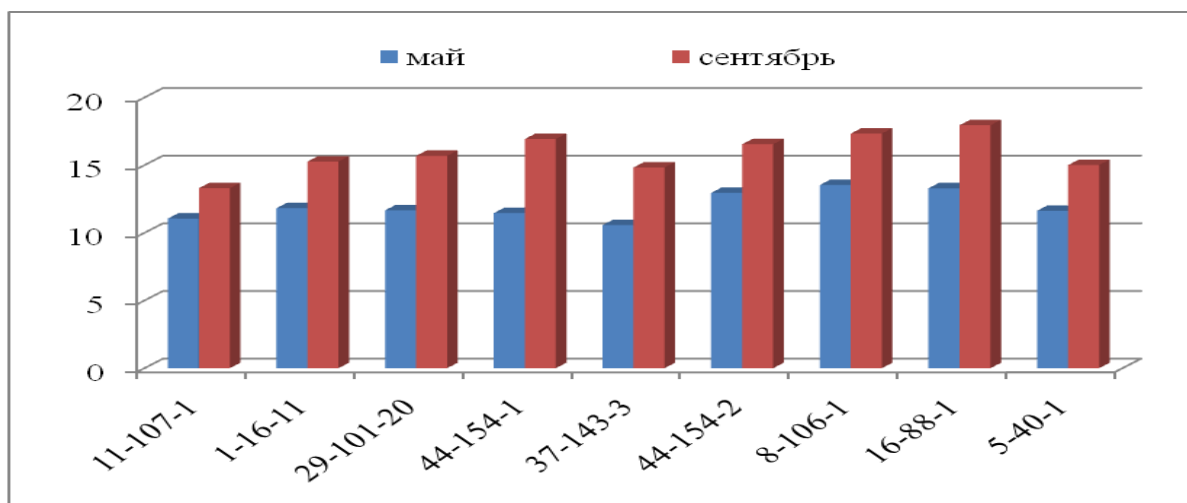


Рисунок 8. Водный дефицит листьев отборных форм малины ремонтантной, % (среднее за 2018-2020 гг.)

Гидротермические условия вегетационного периода в 2018-2020 гг. достоверно влияли на механизмы регулирования растениями водного баланса, что подтверждается высокой положительной корреляцией между значением ГТК и средними значениями показателя «водный дефицит» по сортам и отборным формам малины (рис. 9).

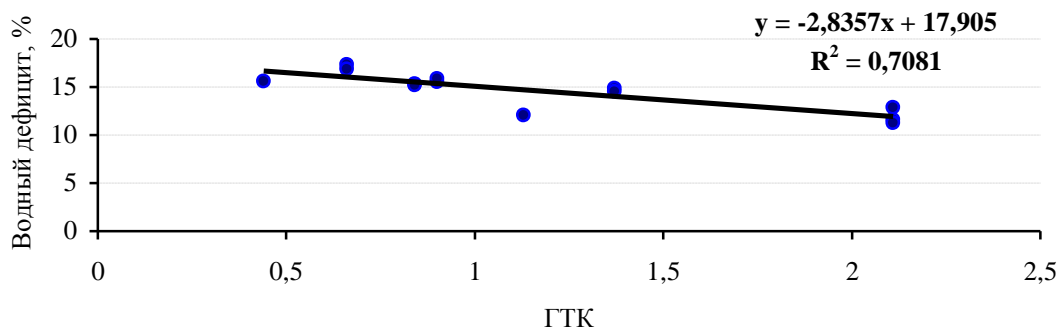


Рисунок 9. Зависимость среднего значения водного дефицита листьев от величины гидротермического коэффициента в 2018-2020 гг.

Таким образом, на основании изучения водного дефицита можно сделать вывод о том, что этот показатель увеличивается к моменту плодоношения. Наиболее высокую адаптивность к засушливым условиям в разные годы проявили ремонтантные сорта Геракл, Медвежонок, Подарок Кашину, Поклон Казакову и отборные формы 11-107-1, 1-16-11, 5-40-1, а также летний сорт Лазаревская, которые чаще всего имели относительно низкий водный дефицит за период исследований. Выделенные сортообразцы можно использовать в качестве родительских форм при скрещивании для получения засухоустойчивых форм.

3.3 Водоудерживающая способность листьев

Важная роль в регулировании водного обмена принадлежит водоудерживающей способности тканей, которая имеет отрицательную корреляцию с количеством потерянной воды в результате завядания (Аминова и др., 2017; Евдокименко, Алексеенко, 2017; Yang Yi-ling et al., 2015). Способность удерживать и экономно расходовать воду в условиях засухи является защитно-приспособительной реакцией более устойчивых растений. Некоторые авторы утверждают, что листья более устойчивых к засухе растений отдают в процессе завядания меньше воды, чем листья малоустойчивых (Киселева, 2012; Панфилова, 2014).

Исследования по определению потерь воды листьями ремонтантных сортов и отборных форм малины после 2-х и 6-часового завядания проводились в лабораторных условиях в периоды интенсивного роста побегов (май) и плодоношения (сентябрь) в 2018-2020 гг. В результате было установлено, что отдача воды имеет следующую особенность: после первых двух часов завядания потеря воды листьями составляет примерно 40% от общих за 6 часов (в среднем по генотипам). Такая динамика объясняется следующим образом. В первые два часа водопотери листьями высокие, поскольку некоторое время после среза листьев у них продолжается транспирация, то есть они теряют воду как при испарении, так и при завядании (Третьяков и др., 2003).

В разные временные рамки проведения исследований потери воды у листьев сортообразцов в мае и сентябре были разными. В мае 2018 года среднее значение потерь воды после первых 2-х часов завядания было максимальным за весь период исследований и составило 30,06% по генотипам (таблица 14). Меньше всех в первые часы опыта теряли воду листья отборной формы 11-107-1 (18,64%), а больше всех – сорт Карамелька (36,68%). Общие водопотери за 6 часов увядания также были максимальными и находились у всех сортообразцов на высоком уровне (в среднем 70,72%). Относительно других генотипов меньше всех теряли воду листья отборной формы 1-16-11 (62,18%), а больше всех – сорт Пингвин (78,06%). Средние потери воды за 1 час завядания в мае 2018 года у большинства (71%) генотипов находились в высоких значениях (11,41-13,01%). Средний уровень устойчивости к засухе проявили сортообразцы Поклон Казакову, 11-107-1, 1-16-11, Жар-птица, Медвежонок и Геракл, средняя потеря воды листьями за 1 час завядания у которых составила 10,36-11,04%.

В сентябре 2018 года среднее значение водопотерь после 2-х часов завядания составило 16,64% (по генотипам). При этом относительно низкие потери воды отмечены у сорта Поклон Казакову (9,25%), а высокие – у Пингвин (23,32%). Общие водопотери за 6 часов в среднем по генотипам составляли 51,61%. При этом 71% сортообразцов характеризовались низкой водоудержи-

вающей способностью. Средний уровень общих потерь воды листьями после 6 часов завядания проявили генотипы 37-143-3 (49,61%), 11-107-1 (50,0%), Медвежонок (47,46%), Брянское диво (48,24%), 5-40-1 (48,23%) и 44-154-2 (49,6%). Средняя водопотеря листьями за 1 час завядания у всех сортообразцов находилась на низком уровне и составила 8,6% по генотипам. Меньше всех за 1 час завядания в среднем теряли воду листья сорта Медвежонок (7,91%), а больше всех – Жар-птица (9,12%).

Таблица 14. Потери воды листьями после завядания в 2018 году, %

Сорт / от- борная форма	Интенсивный рост побегов			Плодоношение		
	Через 2 ч	Через 6 ч	Среднее за 1 час	Через 2 ч	Через 6 ч	Среднее за 1 час
Поклон Ка- закову	26,32	64,92	10,82	9,25	50,4	8,4
11-107-1	18,64	65,36	10,89	17,81	50,0	8,33
37-143-3	23,25	68,43	11,41	10,14	49,61	8,27
Брянское диво	29,65	74,52	12,42	15,64	48,24	8,04
1-16-11	26,86	62,18	10,36	20,29	50,33	8,39
5-40-1	27,73	68,93	12,32	16,68	48,23	8,04
Жар-птица	34,54	66,26	11,04	17,43	54,71	9,12
44-154-1	28,18	74,74	12,46	16,79	51,91	8,65
Карамелька	36,68	74,62	12,44	18,2	54,35	9,06
Подарок Кашину	34,21	69,28	11,55	11,7	52,8	8,8
Оранжевое чудо	29,88	73,43	12,24	12,95	53,2	8,87
16-88-1	28,62	71,95	11,99	19,38	52,68	8,78
Рубиновое ожерелье	30,16	77,74	12,96	20,04	53,16	8,86
29-101-20	30,19	72,16	12,03	14,08	53,38	8,9
8-106-1	33,77	70,14	11,69	22,11	51,77	8,63
Медвежонок	26,83	65,7	10,95	14,15	47,46	7,91
Геракл	28,42	64,31	10,72	18,77	52,3	8,72
44-154-2	32,38	69,48	11,58	18,55	49,6	8,27
Снежеть	35,25	77,64	12,94	20,55	53,15	8,86
Атлант	34,37	70,25	11,71	11,53	54,07	9,01
Пингвин	35,3	78,06	13,01	23,32	52,37	8,73
Среднее	30,06	70,72	11,79	16,64	51,61	8,6
НСР ₀₅	5,96	6,31	-	4,28	Fфакт.<Fтеор.	-

В мае 2019 года потери воды после 2-х часов завядания составили 24,48% по сортообразцам в среднем. Относительно низкое их значение было у листьев сорта Поклон Казакову (17,86%), а высокое – у Пингвин (31,79%) (таблица 15). Общие водопотери за 6 часов завядания находились на высоком уровне, хоть и были ниже, чем в мае 2018 года (в среднем 63,43%). Наименьшее значение потерь воды после 6 часов опыта оказалось у листьев сорта Поклон Казакову (54,03%), а наибольшее – у Карамельки (71,36%). В мае 2019 года было отмечено более существенное варьирование средних водопотерь листьями, чем в мае 2018 года: примерно 48% генотипов теряли воду на среднем уровне, 29% - на высоком и 23% – на низком (рис.10).

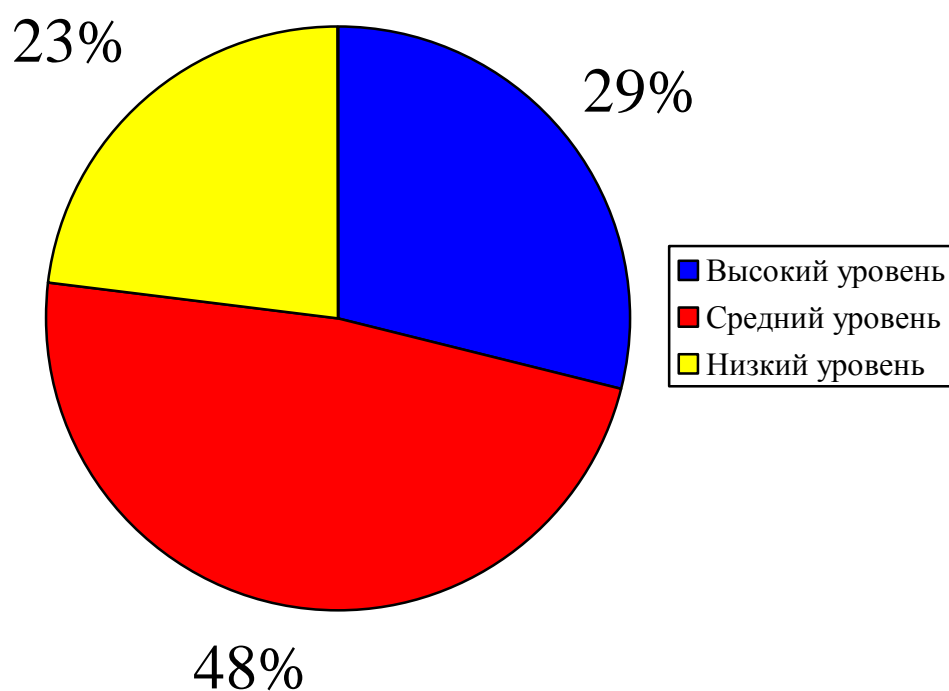


Рисунок 10. Варьирование средних потерь воды листьями за 1 час по сортообразцам в мае 2019 года, %

Потери воды листьями в среднем за 1 час в диапазоне 9,01-9,97%, а соответственно высокая устойчивость к засухе в мае 2019 года были у сортообразцов Поклон Казакову, 11-107-1, 37-143-3, 1-16-11 и Медвежонок. Средний уро-

вень водоудерживающей способности листьев (10,15-10,96%) отмечен у генотипов Брянское диво, 5-40-1, Жар-птица, 44-154-1, 16-88-1, Оранжевое чудо, 8-106-1, Геракл, 44-154-2, Атлант. Высокие водопотери (11,16-11,89%) были выявлены у сортообразцов Карамелька, Подарок Кашину, Рубиновое ожерелье, 29-101-20, Снежеть, Пингвин.

В сентябре 2019 года среднее значение водопотерь после 2-х часов завядания составило 15,28% (по генотипам) (таблица 15). При этом относительно низкие потери воды отмечены у сорта Поклон Казакову (7,71%), а высокие – у Снежеть (20,81%). Потери воды после 6 часов завядания составили в среднем 49,11%. При этом листья 67% изучаемых генотипов теряли воду на среднем уровне. Высокие общие водопотери отмечены в этот период у сортообразцов Оранжевое чудо (51,05%), Карамелька (51,31%), Брянское диво (51,72%), Рубиновое ожерелье (53,42%), 44-154-1 (50,15%), 1-16-11 (50,12%) и Снежеть (53,52%). Средняя водопотеря листьями за 1 час завядания составила 8,18% по генотипам. При этом относительно низкое значение этого критерия отмечено у сорта Подарок Кашину (7,47%), а высокое – у Снежеть (8,92%).

В сентябре 2020 года среднее значение водопотерь после 2-х часов завядания составило 14,8% (по генотипам) (таблица 16). При этом относительно низкие потери отмечены у сорта Атлант (8,66%), а высокие – у отборной формы 29-101-20 (20,93%). Общие водопотери листьями за 6 часов завядания у всего изучаемого сортимента малины находились на среднем уровне (36,22-49,47%). Средняя водопотеря листьями за 1 час завядания была на низком уровне и составила 7,34% по генотипам. Все сортообразцы проявили высокий уровень устойчивости к засухе по этому критерию. Следует отметить, что наименьшие средние потери воды за 1 час были выявлены у сорта Медвежонок (5,93%), а наибольшие – у отборной формы 8-106-1 (8,25%).

Таблица 15. Потери воды листьями после завядания в 2019 году, %

Сорт / от- борная форма	Интенсивный рост побегов			Плодоношение		
	Через 2 ч	Через 6 ч	Среднее за 1 час	Через 2 ч	Через 6 ч	Среднее за 1 час
Поклон Ка- закову	17,86	54,03	9,01	7,71	49,76	8,29
11-107-1	22,53	57,57	9,6	15,3	47,26	7,88
37-143-3	21,49	59,82	9,97	11,08	46,94	7,82
Брянское диво	21,37	63,95	10,66	19,57	51,72	8,62
1-16-11	18,47	58,46	9,74	13,25	50,12	8,35
5-40-1	23,41	65,48	10,91	15,25	49,46	8,24
Жар-птица	24,72	63,54	10,59	15,9	49,23	8,21
44-154-1	20,59	61,41	10,24	15,13	50,15	8,36
Карамелька	26,15	71,36	11,89	13,85	51,31	8,55
Подарок Кашину	26,58	58,49	11,42	12,41	44,82	7,47
Оранжевое чудо	24,64	63,22	10,54	15,64	51,05	8,51
16-88-1	20,19	60,91	10,15	15,19	47,25	7,88
Рубиновое ожерелье	25,08	67,44	11,24	17,06	53,42	8,9
29-101-20	27,62	69,09	11,52	15,63	47,89	7,98
8-106-1	27,15	62,43	10,41	18,79	48,09	8,02
Медвежонок	24,67	57,27	9,55	14,92	45,88	7,58
Геракл	26,94	62,58	10,43	20,28	49,33	8,22
44-154-2	28,16	65,75	10,96	16,9	49,16	8,19
Снежень	29,38	66,94	11,16	20,81	53,52	8,92
Атлант	29,95	62,17	10,36	10,26	47,59	7,93
Пингвин	31,79	70,09	11,68	15,84	47,72	7,95
Среднее	24,48	63,43	10,57	15,28	49,11	8,18
НСР ₀₅	Fфакт.<Fтеор.	6,7	-	3,1	Fфакт.<Fтеор.	-

Таблица 16. Потери воды листьями после завядания в сентябре 2020 года,
%

Сорт	Потеря воды через 2 ч	Потеря воды через 6 ч	Средняя потеря воды за 1 час увя- дания	Отборная форма	По- теря воды через 2 ч	Потеря воды через 6 ч	Средняя потеря воды за 1 час увя- дания
Поклон Ка- закову	10,84	38,15	6,36	37-143-3	10,35	40,07	6,68
Атлант	8,66	36,22	6,04	11-107-1	13,08	41,38	6,9
Оранжевое чудо	12,19	43,75	7,29	29-101-20	20,93	49,11	8,19
Подарок Кашину	11,51	41,81	6,97	5-40-1	15,25	43,48	7,25
Медвежонок	17,24	35,57	5,93	44-154-1	13,97	48,59	8,1
Карамелька	19,55	49,29	8,22	44-154-2	14,73	42,72	7,12
Жар-птица	18,34	43,34	7,22	1-16-11	15,55	48,24	8,04
Брянское ди- во	17,86	48,86	8,14	8-106-1	17,81	49,47	8,25
Рубиновое ожерелье	16,1	46,22	7,7	16-88-1	16,16	47,18	7,86
Пингвин	14,69	44,87	7,48				
Геракл	15,2	39,63	6,61				
Снежеть	15,77	46,6	7,77				
Среднее	Через 2 ч – 14,8; через 6 ч – 44,03; среднее за 1 час – 7,34.						
НСР ₀₅	Через 2 часа=5,41; общие=4,2						

За периоды исследований (2018-2020 гг.) средние значения потерь воды листьями после 2-х и 6-часового завядания по генотипам в мае составили 27,27 и 67,07% соответственно. В первые два часа, а также и в конце опыта все сортообразцы проявили высокий уровень потерь воды, а соответственно низкую устойчивость к засухе по изучаемым критериям. По уровню средней водопотери листьями за 1 час завядания 37% генотипов ремонтантного типа плодоношения были отнесены к группе со средней степенью водоудерживающей способности, 53% с низкой и 10% - с высокой (рис. 11).

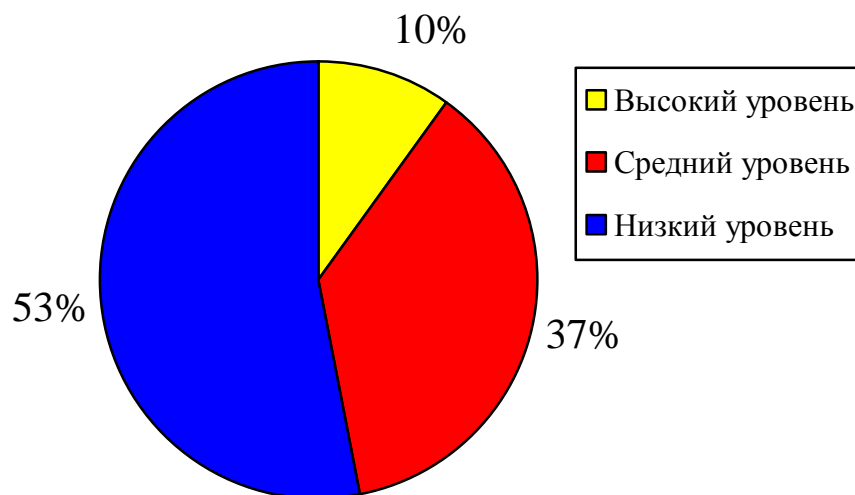


Рисунок 11. Варьирование сортообразцов ремонтантной малины по значению средних потерь воды за 1 час увядания в мае, % (среднее за 2018-2020)

Высокий уровень устойчивости к засухе по изучаемому критерию в период интенсивного роста побегов проявил сорт Поклон Казакову, у которого средняя потеря воды листьями за 1 час завядания составила 9,91% и отборная форма 1-16-11 (средняя потеря воды за 1 час увядания 10,05%) (таблица 17). Средняя степень засухоустойчивости отмечена у генотипов 11-107-1, 37-143-3, Жар-птица, 16-88-1, 8-106-1, Медвежонок, Геракл, Атлант, у которых потеря воды листьями в среднем за 1 час завядания колебалась от 10,24 до 11,05%. Низкий уровень устойчивости к засухе в мае отмечен у сортообразцов Брянское диво, 5-40-1, 44-154-1, Карамелька, Подарок Кашину, Оранжевое чудо, Рубиновое ожерелье, 29-101-20, 44-154-2, Снежеть, Пингвин, потеря воды у которых находилась в пределах 11,27 – 12,35%.

В сентябре водопотери после завядания уменьшались и составили 15,65% после первых двух часов, а общие потери в среднем составили 48,25%. Относительно низкие значения потерь воды после первых 2-х часов завядания наблюдались у сорта Поклон Казакову (9,27%), а высокие – у 8-106-1 (19,57%). После 6 часов завядания общие потери воды листьями у 76% генотипов находились на среднем уровне (42,84 – 49,78%). Высокими общими водопотерями, а соответственно, низкой устойчивостью к засухе по изучаемому критерию, характери-

зовались сорта Карамелька (51,65%), Снежеть (51,09%), Рубиновое ожерелье (50,93%) и формы 44-154-1 (50,22%) и 29-101-20 (50,13%). Средняя потеря воды листьями за 1 час увядания в сентябре 2018-2020 гг. у всех сортообразцов находилась на низком уровне и составила 8,04% (в среднем по генотипам).

Таблица 17. Водопотери листьями после завядания (среднее), %

Сорт/ от- борная форма	Период интенсивного роста побегов (май)			Период плодоношения (сен- тябрь)		
	Через 2 ч	Через 6 ч	Среднее за 1 час	Через 2 ч	Через 6 ч	Среднее за 1 час
Поклон Ка- закову	22,09	59,48	9,91	9,27	46,1	7,68
11-107-1	20,59	61,47	10,24	15,41	46,21	7,7
37-143-3	22,37	64,13	10,69	10,52	45,54	7,59
Брянское диво	25,51	69,24	11,54	17,69	49,61	8,27
1-16-11	22,67	60,32	10,05	16,38	49,56	8,26
5-40-1	25,57	69,71	11,62	15,73	47,06	7,84
Жар-птица	29,63	64,9	10,82	17,22	49,09	8,18
44-154-1	24,39	68,08	11,35	15,3	50,22	8,37
Карамелька	31,42	72,99	12,17	17,2	51,65	8,61
Подарок Кашину	30,4	68,89	11,48	11,87	46,48	7,75
Оранжевое чудо	27,26	68,33	11,39	13,6	49,33	8,22
16-88-1	24,41	66,43	11,07	16,91	49,04	8,17
Рубиновое ожерелье	27,62	72,59	12,1	17,73	50,93	8,49
29-101-20	29,16	70,63	11,77	16,88	50,13	8,35
8-106-1	30,46	66,29	11,05	19,57	49,78	8,3
Медвежонок	25,75	61,49	10,25	15,44	42,84	7,14
Геракл	25,18	63,45	10,57	18,08	47,09	7,85
44-154-2	30,27	67,62	11,27	16,73	47,16	7,86
Снежеть	32,32	72,29	12,05	19,04	51,09	8,52
Атлант	32,16	66,21	11,04	10,15	45,96	7,66
Пингвин	33,55	74,08	12,35	17,95	48,32	8,05
Среднее	27,27	67,07	11,18	15,65	48,25	8,04
НСР ₀₅	4,74	6,5	-	4,2	4,87	-

Результаты проведённых исследований по изучению потерь воды листьями после завядания согласуются с ранее полученными на малине научными сотрудниками Оренбургской опытной станции садоводства и виноградарства ВСТИСП Е.В. Аминовой, З.А. Авдеевой и Ф.К. Джураевой (2017), а также с полученными результатами по определению водоудерживающей способности китайской горькой тыквы и момордики бальзамической в Ботаническом саду Белгородского государственного аграрного университета (Доанг Хоанг Жанг, Тохтарь, 2011).

Таким образом, на основании изучения особенностей потерь воды листьями при завядании было обнаружено, что, несмотря на различие погоды в мае 2018 и 2019 года, уровень потерь воды листьями при завядании через 2 и 6 часов оставался высоким и существенно не менялся, следовательно, водоудерживающая способность листьев слабо зависит от климатических условий. Относительно высокие и стабильные значения водоудерживающей способности по годам исследований наблюдались у листьев сорта Поклон Казакову и отборной формы 1-16-11. Следует также выделить сорт Медвежонок и отборы 11-107-1, 37-143-3, которые в отдельные годы исследований теряли относительно меньше воды после завядания. Листья сорта Атлант в период плодоношения теряли сравнительно небольшое количество воды после первых двух часов завядания, следовательно, они могут без проблем переносить кратковременное обезвоживание.

3.4. Жаростойкость листьев

Аномально высокие температуры воздуха приводят к нарушению водного обмена даже независимо от присутствия засухи, а в сочетании с недостатком влаги могут усиливать поражение растений (Физиология и биохимия..., 2005; Ченцова, 2008; Ненько, Ульяновская, Киселева, 2018). В связи с этим наряду с засухоустойчивостью, важным свойством сорта является жаростойкость. Ряд авторов отмечает, что наиболее информативными показателями для оценки

устойчивости сортов плодовых и ягодных культур к высоким температурам воздуха являются потеря воды после температурного «шока» и степень восстановления оводнённости тканей (Юшков и др., 2012; Ожерельева и др., 2013; Панфилова и др., 2013; Панфилова, Голяева, 2017; Корнилов и др., 2018; Ненько и др., 2018). Научными сотрудниками ВНИИС им. И.В. Мичурина (Леонченко и др., 2007), были предложены критерии для оценки жаростойкости сортов плодовых культур, указанные в таблице 18.

Таблица 18. Значения параметров водного режима для сравнительной оценки жаростойкости сортов

Параметры жароустойчивости	Степень устойчивости		
	высокая	средняя	низкая
Потеря воды после температурного «шока» +50°С, %	10,0 и менее	10,1 – 20,0	20,1 и более
Степень восстановления оводнённости, %	70,1 и выше	60,1 – 70,0	60,0 и менее

В лабораторных условиях в различные периоды водообеспеченности были искусственно созданы условия теплового стресса. В результате проведённых исследований было обнаружено, что листья большинства изучаемых сортообразцов как с ремонтантным, так и с традиционным типом плодоношения, как правило, имели высокий процент потери воды после теплового «шока», но и степень восстановления оводнённости листьев абсолютно у всех была высокой, то есть в целом весь изучаемый сортимент малины проявлял среднюю устойчивость к перегреву.

В мае (фенофаза «цветение») среднее значение потерь воды после теплового «шока» +50°С листьями сортообразцов с традиционным типом плодоношения составило 32,31%. При этом у всех генотипов значение водопотерь было высоким (выше 20%), что может связано с молодым возрастом тканей (Третья-

ков, Паничкин, Кондратьев, 2003; Физиология и биохимия..., 2005; Панфилова, 2014). Несмотря на большие потери воды, степень восстановления оводнённости листьев у всех генотипов была также высокой (в среднем 92,5%). У отдельных сортов она немного превысила 100% (Улыбка и Лазаревская) (рис. 12, 13).

В июне (фенофаза «плодоношение») потери воды после теплового «шока» у большинства сортов и отборных форм с традиционным типом плодоношения немного снизились (в среднем 29,78%), а степень восстановления оводнённости увеличилась (100,9%). У сортообразцов Гусар и Бригантина ПВ увеличились по сравнению с маем, но при этом у них увеличилась и СВО. Увеличение потерь воды после температурного воздействия у отдельных сортов также может являться защитным механизмом листьев от перегрева (Панфилова и др., 2013). Повышение степени восстановления оводнённости тканей листьев к периоду плодоношения объясняется высоким первоначальным дефицитом воды в листьях на момент начала опыта (Гладышева, 2006). У отборной формы 4-122-2 потери воды после перегрева также увеличились, а СВО немного уменьшилась, что говорит о более низкой жароустойчивости этого сортообразца в период плодоношения.

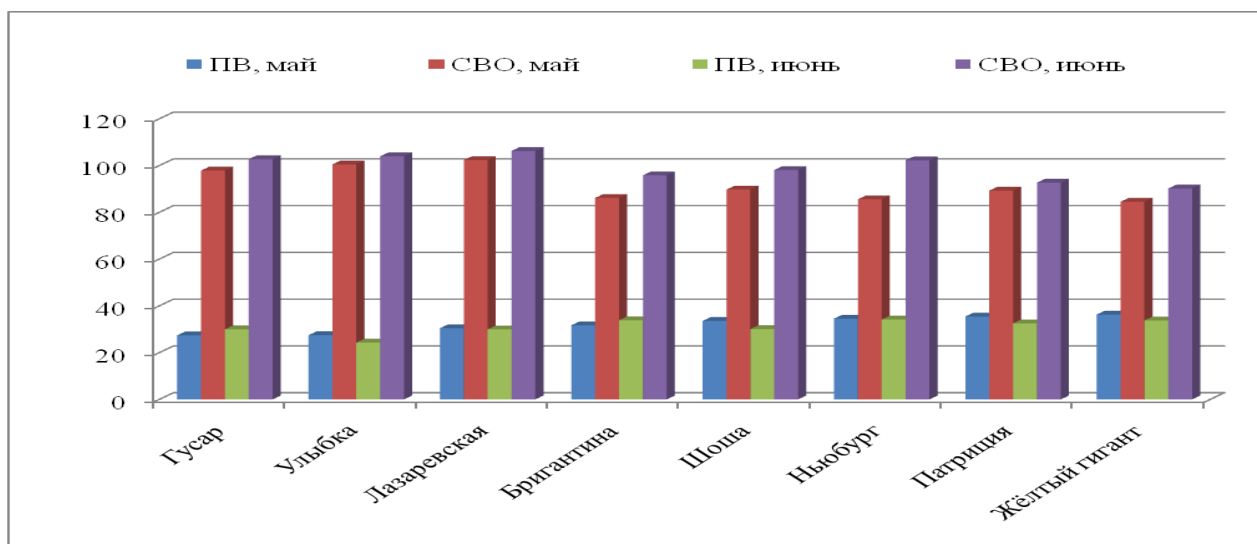


Рисунок 12. Потеря воды после температурного «шока» +50°C и степень восстановления оводнённости листьев традиционных сортов малины в периоды цветения (май) и плодоношения (июнь), % (среднее за 2018-2019 гг.)

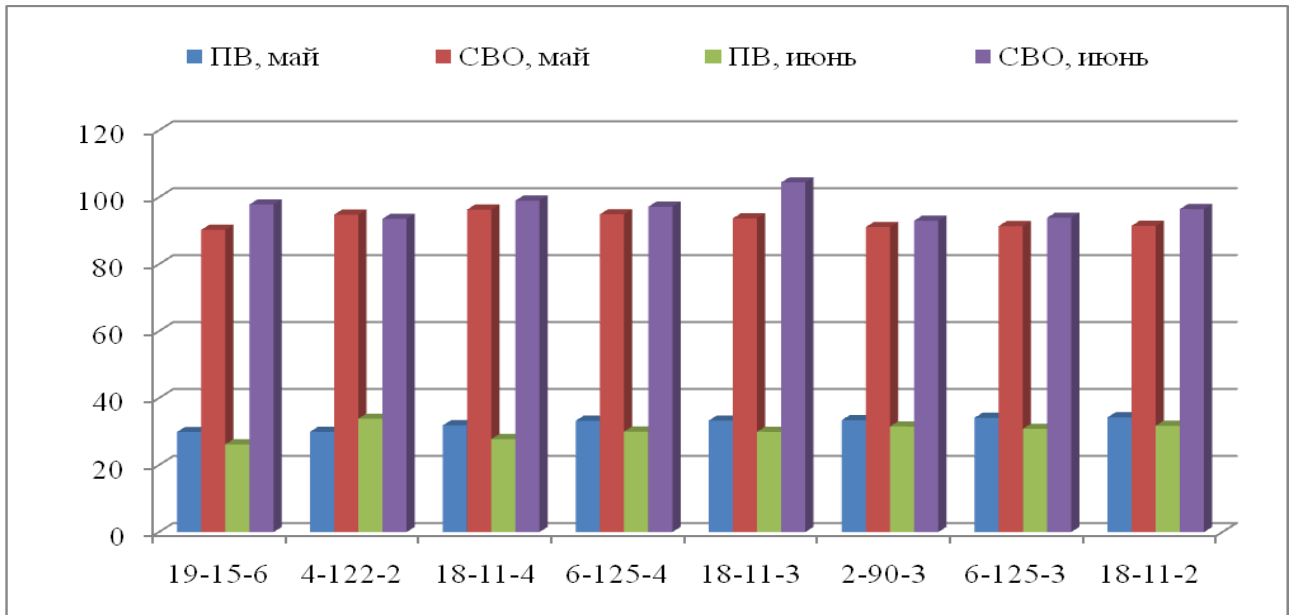


Рисунок 13. Потеря воды после температурного «шока» $+50^{\circ}\text{C}$ и степень восстановления оводнённости листьев отборов малины неремонтантной в периоды цветения (май) и плодоношения (июнь), % (среднее за 2018-2019 гг.)

Значения водопотерь и восстановления воды у листьев ремонтантных сортообразцов в разное время исследований варьировали в большую, либо меньшую сторону. В мае 2018 года в период активного роста побегов потеря воды листьями после теплового «шока» находилась в нижних пределах устойчивости у всех ремонтантных генотипов (28,15-42,68%), а уровень восстановления воды был достаточно высоким (в среднем 90,2%) (таблица 19). Наименьшая ПВ наблюдалась у листьев отборной формы 44-154-2 (28,15%). Сорт Подарок Кашину обладал самой низкой восстановительной способностью относительно других ремонтантных генотипов (79,76%), но её значение также находилось в довольно высоких пределах согласно таблице 18. У сортов Поклон Казакову и Геракл, несмотря на довольно большие водопотери листьями воды после перегрева, показатель «степень восстановления оводнённости» составил выше 100%, следовательно для этих генотипов в данный период температура $+50^{\circ}\text{C}$ также не является критической.

В июле в период интенсивной бутонизации – начала цветения среднее значение потерь воды после теплового «шока» снизилось и составило 25,43%, а

степень восстановления оводнённости увеличилась (98,93%). У листьев сорта Медвежонок водопотери были самыми низкими (19,45%) при высоком уровне СВО (110,16%). Степень восстановления воды выше 100% также была у генотипов Поклон Казакову, 44-154-2, Брянское диво, Подарок Кашину, 37-143-3, Геракл, Карамелька.

В период прохождения фенологической фазы «плодоношение» (сентябрь) 2018 года наиболее многочисленную группу составили сорта и отборные формы с высоким уровнем потерь воды (среднее по генотипам 23,24%) и высокой восстановительной способностью (в среднем 102,81%). Водопотери после температурного «шока» менее 20% (средний уровень) были у сорта Поклон Казакову (19,28%), Медвежонок (17,34%) и Геракл (19,25%). Следует также отметить сортообразцы 44-154-2, 5-40-1 и Пингвин, у которых ПВ также были довольно низкими (20,39 – 20,72%), хоть и находились на уровне низкой устойчивости. Степень восстановления оводнённости листьев у выделенных генотипов была выше 100%.

В мае 2019 года почти у всех сортообразцов ремонтантного типа плодоношения потери воды листом после теплового «шока» были выше 20% и находились на высоком уровне (26,3% в среднем по генотипам), степень восстановления оводнённости также была высокой (среднее значение 92,08%) (таблица 20). У сорта Поклон Казакову отмечен средний уровень водопотерь (19,98%). Степень восстановления воды выше 100% отмечена у сортообразцов 11-107-1 (104,24%), Жар-птица (102,68%) и 5-40-1 (101,6%), следовательно для отмеченных генотипов температура +50°C также не является критической.

В сентябре 2019 года среднее значение потерь воды после теплового «шока» снизилось и составило 19,64% при высокой степени её восстановления, которая значительно увеличилась (в среднем 106,99%). Примерно у половины ремонтантных генотипов были отмечены водопотери на среднем уровне. Наименьшие ПВ на фоне восстановления оводнённости более 100% наблюдались у сортообразцов Поклон Казакову, 44-154-2, Медвежонок, Брянское диво,

37-143-3, Геракл, 11-107-1, 1-16-11, Пингвин и Оранжевое чудо, следовательно, в данный период они проявили более высокую жаростойкость. У сорта Подарок Кашину СВО было ниже 100%, но все рано находилось на высоком уровне (94,93%). У генотипов 5-40-1 и 8-106-1 ПВ была почти на среднем уровне (20,63-20,77%), а восстановление воды – высоким (109,99-115,98%). Самый низкий уровень СВО, а также резкое снижение этого параметра по сравнению с маем наблюдалось у сорта Снежеть, следовательно, он не достаточно жаростойкий в период плодоношения.

Таблица 19. Потери воды после температурного «шока» +50°С и степень восстановления оводнённости сортов и отборных форм малины ремонтантного типа плодоношения в 2018 году

Сорт / форма	Интенсивный рост		Бутонизация - начало цветения		Плодоношение	
	ПВ, %	СВО, %	ПВ, %	СВО, %	ПВ, %	СВО, %
Поклон Казакову	32,32	101,68	21,86	100,21	19,28	109,09
44-154-2	28,15	96,73	20,82	106,54	20,72	106,14
Медвежонок	31,99	96,43	19,45	110,16	17,34	114,8
Брянское диво	32,42	83,25	28,13	101,29	21,02	99,2
Подарок Кашину	31,7	79,76	23,78	105,21	21,58	101,85
37-143-3	28,75	93,9	21,67	100,79	21,8	111,76
Геракл	30,25	105,91	20,01	102,37	19,25	110,62
11-107-1	35,65	88,3	25,37	98,89	23,81	108,79
1-16-11	32,86	85,64	22,47	98,54	22,7	100,27
Пингвин	34,8	88,71	28,86	100,0	20,39	107,23
Рубиновое ожерелье	28,54	90,42	24,72	96,33	24,15	101,55
5-40-1	27,73	86,54	20,75	93,07	20,45	105,94
Карамелька	36,43	85,17	30,58	102,64	25,11	93,97
Оранжевое чудо	29,55	86,75	25,09	98,18	22,76	100,95
8-106-1	39,89	84,28	29,97	96,43	26,89	104,82
Жар-птица	36,9	88,6	30,06	97,19	27,27	99,64
44-154-1	35,43	92,5	27,43	95,87	24,35	98,35
Атлант	34,15	85,19	24,59	91,63	25,08	94,19
16-88-1	42,68	94,94	30,15	99,04	29,2	96,28
Снежеть	40,21	87,66	30,58	95,91	28,43	97,81
29-101-20	38,18	88,25	28,64	87,25	26,64	95,73
Среднее	33,74	90,02	25,43	98,93	23,24	102,81
НСР ₀₅	1,33	3,72	2,57	5,42	3,19	4,64

Таблица 20. Потери воды после температурного «шока» +50°С и степень восстановления оводнённости сортов и отборных форм малины ремонтантной в периоды цветения (май) и плодоношения (сентябрь) 2019 года, %

Сорт	Май		Сентябрь		Отборная форма	Май		Сентябрь	
	ПВ	СВО	ПВ	СВО		ПВ	СВО	ПВ	СВО
Поклон Казакову	19,98	97,36	13,42	113,18	44-154-2	23,36	92,49	17,53	116,97
Медвежонок	20,64	96,07	18,99	121,76	37-143-3	25,08	91,56	17,92	114,3
Брянское диво	22,25	85,01	19,14	103,87	11-107-1	24,97	104,2	15,28	115,93
Подарок Кашину	21,54	96,04	18,53	94,93	1-16-11	24,94	95,22	14,09	109,55
Геракл	21,18	99,29	16,61	116,09	5-40-1	26,15	101,6	20,77	115,98
Пингвин	25,2	90,27	19,7	116,98	8-106-1	28,37	95,28	20,63	109,99
Рубиновое ожерелье	27,83	81,2	22,12	101,69	44-154-1	30,56	79,34	23,73	101,63
Карамелька	28,49	84,11	21,46	97,8	16-88-1	30,22	83,98	22,69	114,48
Оранжевое чудо	29,18	89,41	19,23	100,55	29-101-20	30,19	89,25	23,25	98,31
Жар-птица	31,85	102,6	21,34	98,63					
Атлант	31,73	97,95	23,47	111,11					
Снежеть	29,57	81,42	22,54	73,01					
Среднее	ПВ (май) = 26,3; СВО (май) = 92,08; ПВ (сентябрь) = 19,64; СВО (сентябрь) = 106,99.								
НСР ₀₅	ПВ (май) = 2,07; СВО (май) = 5,07; ПВ (сентябрь) = 3,89; СВО (сентябрь) = 4,81.								

В сентябре 2020 года в период плодоношения среднее значение ПВ листьями после температурного «шока» по генотипам составило 22,11%, а СВО - 103,21% (таблица 21). Потери воды менее 20% на уровне максимально высокого её восстановления (более 100%) отмечены у сортов Поклон Казакову и Медвежонок.

Таблица 21. Потери воды после температурного «шока» +50°С и степень восстановления оводнённости сортов и отборных форм малины ремонтантного типа плодоношения в сентябре 2020 года

Сорт	ПВ, %	СВО, %	Отборная форма	ПВ, %	СВО, %
Поклон Казакову	15,85	114,36	44-154-2	20,52	102,71
Медвежонок	19,39	106,15	37-143-3	20,18	98,62
Брянское диво	21,13	97,48	11-107-1	21,31	111,73
Подарок Кашину	20,14	108,89	1-16-11	22,54	103,39
Геракл	16,66	112,44	5-40-1	21,12	101,45
Пингвин	23,87	110,98	8-106-1	23,34	98,17
Рубиновое ожерелье	23,25	106,42	44-154-1	24,47	100,13
Карамелька	23,68	99,98	16-88-1	26,93	97,49
Оранжевое чудо	25,42	104,21	29-101-20	20,88	95,69
Жар-птица	22,95	101,09			
Атлант	25,19	99,48			
Снежеть	25,51	96,52			
Среднее	ПВ=22,11; СВО=103,21				
НСР ₀₅	ПВ=2,11; СВО=3,01				

В среднем за вегетационные периоды исследуемых лет (2018-2020 гг.) в мае значение потерь воды после температурного «шока» +50°С листьями сортообразцов с ремонтантным типом плодоношения находилось у всех генотипов в повышенных значениях (в среднем 30,06%) при достаточно высокой степени восстановления оводнённости (91,08%). Наибольшее значение СВО в мае за период исследований отмечено у сорта Геракл (102,6%), следовательно для его листьев температура +50°С не является критической (рис. 14, 15).

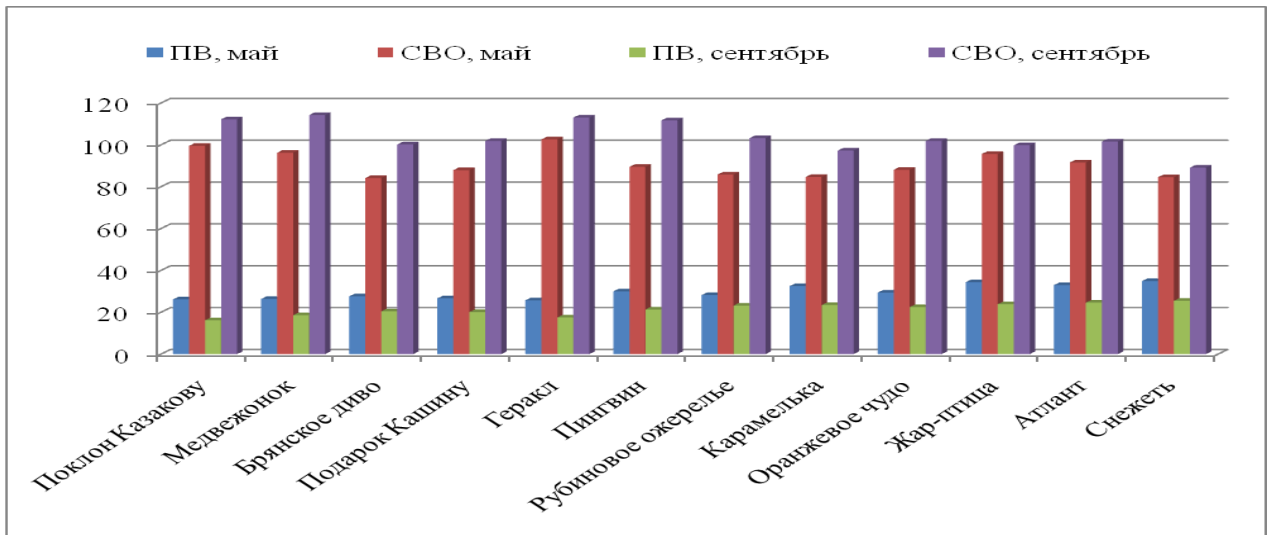


Рисунок 14. Потеря воды после температурного «шока» $+50^{\circ}\text{C}$ и степень восстановления оводнённости листьев ремонтантных сортов малины, % (среднее за 2018-2020 гг.)

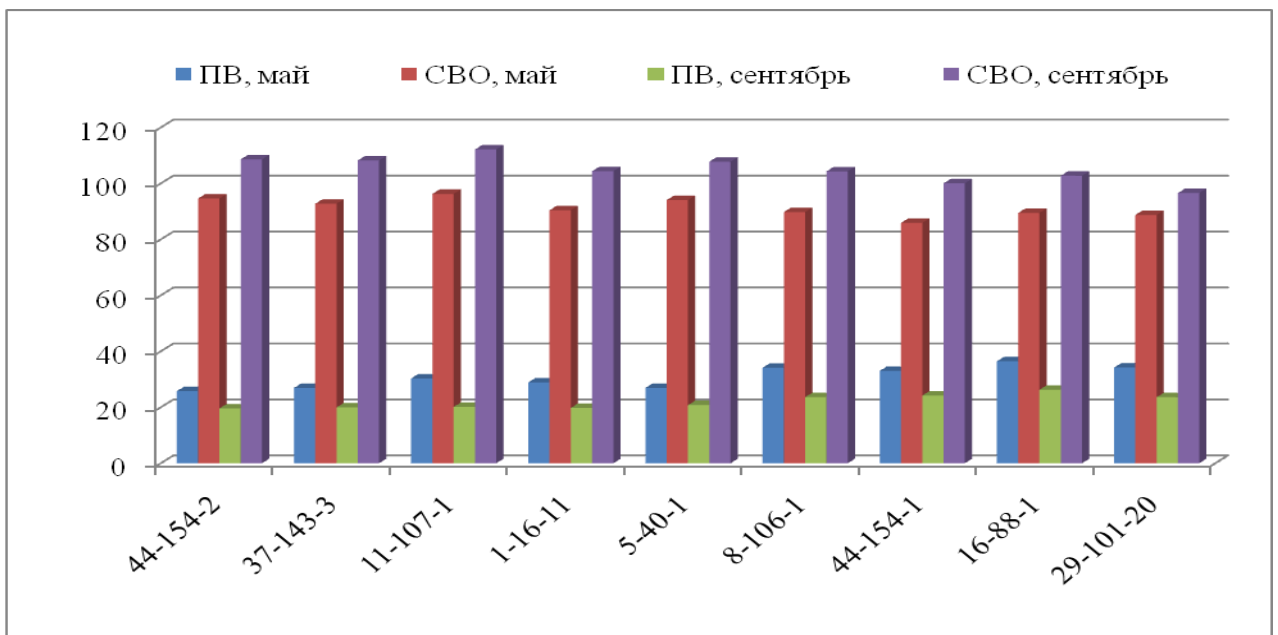


Рисунок 15. Потеря воды после температурного «шока» $+50^{\circ}\text{C}$ и степень восстановления оводнённости листьев отборных форм малины ремонтантного типа плодоношения, % (среднее за 2018-2020 гг.)

К периоду плодоношения отмечено снижение водопотерь после температурного воздействия у всех генотипов по сравнению с маем (среднее по генотипам 21,67%) и увеличение степени восстановления воды (в среднем 104,33%). Наименьшие потери воды (менее 20%) на уровне высокого восста-

новления оводнённости в среднем за три года (2017-2019) отмечены у следующих генотипов: Поклон Казакову, 44-154-2, Медвежонок, 37-143-3, Геракл, 1-16-11. У большинства сортообразцов СВО также была выше 100%, следовательно в этот период изучаемый сортимент в большинстве своём обладает более высоким потенциалом жароустойчивости.

Полученные данные по потерям воды после температурного «шока» $+50^{\circ}\text{C}$ и степени восстановления оводнённости согласуются с ранее полученными научными сотрудниками ВНИИСПК на малине (Богомолова, Ожерельева, 2015), красной смородине (Панфилова и др., 2013) и яблоне (Ожерельева и др., 2013).

Таким образом, на основании изучения потерь воды после экстремально-го температурного воздействия и степени восстановления оводнённости тканей листьев можно сделать вывод о том, что весь изучаемый сортимент малины обладает средним потенциалом жароустойчивости, по-разному реагируя на воздействие высокой температуры воздуха. Значения ПВ после температурного воздействия у большинства генотипов находилось в высоких значениях, но за счёт высокой СВО изучаемый сортимент доказал свою пригодность к дальнейшей селекционной работе. В период интенсивного роста побегов наибольшую адаптивность к температурному воздействию по исследуемым показателям проявил сорт Геракл. Относительно высокую жаростойкость показали листья тех генотипов, которые имели низкие процентные значения потерь воды после теплового «шока» $+50^{\circ}\text{C}$ и высокой способностью восстанавливать оводнённость в период плодоношения: Поклон Казакову, Медвежонок, 44-154-2, 37-143-3 и 1-16-11. Сорта с традиционным типом плодоношения Улыбка и Лазаревская также являются наиболее жаростойкими.

ГЛАВА 4. НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ЛИСТОВОЙ ПОВЕРХНОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ ЯГОД МАЛИНЫ

4.1. Площадь листовой поверхности малины

В научной литературе встречаются сведения о том, что адаптация растений к стрессовым факторам среды приводит не только к изменениям на физиологическом уровне, но и к изменениям морфологических параметров (Макова, 2006). Площадь листовой поверхности является важнейшим параметром, по которому можно судить о норме реакции сортов ягодных культур на стрессовые факторы среды в период вегетации. При длительной воздушной и почвенной засухе происходит значительное уменьшение облиственности отдельных органов и всего растения в целом, что в конечном итоге приводит к снижению урожая и его качества (Овсянников и др., 2010). Для изучения особенностей формирования листьев и сравнения сортов плодовых и ягодных культур используются показатели «общая листовая поверхность» и «удельная облиственность побега» (Овсянников и др., 2010). Определение площади листьев проводилось в период плодоношения (в июне – у сортообразцов обычной малины, в сентябре – у ремонтантной).

Для расчёта ОЛП необходимо иметь данные о площади листьев типичного стебля и количестве побегов. Изучение этих структурных параметров у малины неремонтантной проводилось на стеблях первого и второго года роста (таблица 22, 23, приложение 5). В результате было установлено, что среднее значение площади листьев типичного побега первого года в целом было на 6% выше, чем у побега плодоношения (в среднем 3133 см^2). Это связано с тем, что средняя площадь типичного листа однолетнего побега была значительно больше, чем листа двулетнего побега. У сортов Бригантина и Улыбка площадь листьев на побеге второго года была выше, чем первого, поскольку количество листьев на двулетнем побеге было значительно выше.

Таблица 22. Некоторые морфометрические параметры традиционных сортов малины в период плодоношения (июнь) 2018-2019 гг.

Сорт / отборная форма	Площадь листьев однолетнего побега, см ²			Высота побега, см			Удельная облиственность побега, см ² /дм		
	2018	2019	среднее	2018	2019	среднее	2018	2019	среднее
Жёлтый гигант	2665	2210	2438	140	132	136	190,4	167,4	178,9
Бригантина (к)	2663	2344	2504	96	90	93	277,4	260,4	268,9
Улыбка	3171	3022	3097	170	165	168	186,5	183,2	184,9
Гусар	4724	4867	4796	135	133	134	349,9	365,9	357,9
4-122-2	2877	2789	2833	122	125	124	235,8	223,1	229,5
Среднее	3220	3046	3133	133	129	131	242,1	236,1	239,2
НСР ₀₅	Ффакт. < Fтеор.	914,0	-	37,72	36,29	37,01	36,86	36,11	36,49

Таблица 23. Некоторые морфометрические параметры традиционных сортов малины в период плодоношения (июнь) 2018-2019 гг.

Сорт / отборная форма	Площадь листьев двухлетнего побега, см ²			Удельная облиственность побега, см ² /дм		
	2018	2019	среднее	2018	2019	среднее
Жёлтый гигант	1405	1616	1511	82,6	95,06	88,83
Бригантина (к)	3468	3370	3419	204,0	198,2	201,1
Улыбка	3080	3344	3212	181,2	196,7	188,95
Гусар	4345	4267	4306	255,6	251,0	253,3
4-122-2	2464	2186	2325	145,0	128,6	136,8
Среднее	2952	2957	2955	173,6	173,9	173,8
НСР ₀₅	416,48	977,86	697,17	26,04	29,88	27,96

В среднем за период исследований наибольшая общая площадь листьев типичного побега 1 года роста относительно контрольного сорта Бригантина (2504 см²) была сформирована у генотипов 4-122-2 (2833 см²), Улыбка (3097 см²) и Гусар (4796 см²). Примерно на уровне контроля значение изучаемого параметра наблюдалось у сорта Жёлтый гигант (2438 см²). Следует отметить, что

удельная облиственность типичного однолетнего побега увеличивалась не в такой же последовательности, какой и площадь листьев, что связано с разной высотой стеблей. Наибольшая УОП первого года роста относительно контроля ($268,9 \text{ см}^2/\text{дм}$) была у сорта Гусар ($357,9 \text{ см}^2/\text{дм}$), а наименьшая у Жёлтый гигант ($178,9 \text{ см}^2/\text{дм}$), Улыбка ($184,9 \text{ см}^2/\text{дм}$) и отборной формы 4-122-2 ($229,5 \text{ см}^2/\text{дм}$).

Среднее значение площади листьев типичного побега второго года роста составило 2955 см^2 по генотипам. При этом наибольшая величина изучаемого параметра по сравнению с контрольным сортом Бригантина (3419 см^2) отмечена у Гусар (4303 см^2). Сорт Улыбка характеризовался значением общей площади листьев побега второго года роста примерно на уровне контроля (3212 см^2). Относительно низкие величины изучаемого параметра отмечены у генотипов Жёлтый гигант (1616 см^2) и 4-122-2 (2325 см^2). Среднее значение показателя «удельная облиственность побега» второго года роста составило за период исследований $173,8 \text{ см}^2/\text{дм}$. Самая большая УОП относительно контроля ($201,1 \text{ см}^2/\text{дм}$) отмечена у сорта Гусар ($253,3 \text{ см}^2/\text{дм}$), а самая меньшая – у Жёлтый гигант ($88,83 \text{ см}^2/\text{дм}$).

Среднее значение показателя «общая листовая поверхность» малины на момент плодоношения по изученным генотипам составило $3,09 \text{ м}^2$. В период исследований наибольшая ОЛП относительно контрольного сорта Бригантина ($2,63 \text{ м}^2$) была сформирована у сортов Улыбка ($3,47 \text{ м}^2$) и Гусар ($4,09 \text{ м}^2$). Немного выше значение показателя «общая листовая поверхность» по сравнению с контролем было у отборной формы 4-122-2 ($2,97 \text{ м}^2$), а у сорта Жёлтый гигант оно было ниже ($2,27 \text{ м}^2$) (рис. 16, приложение 25).

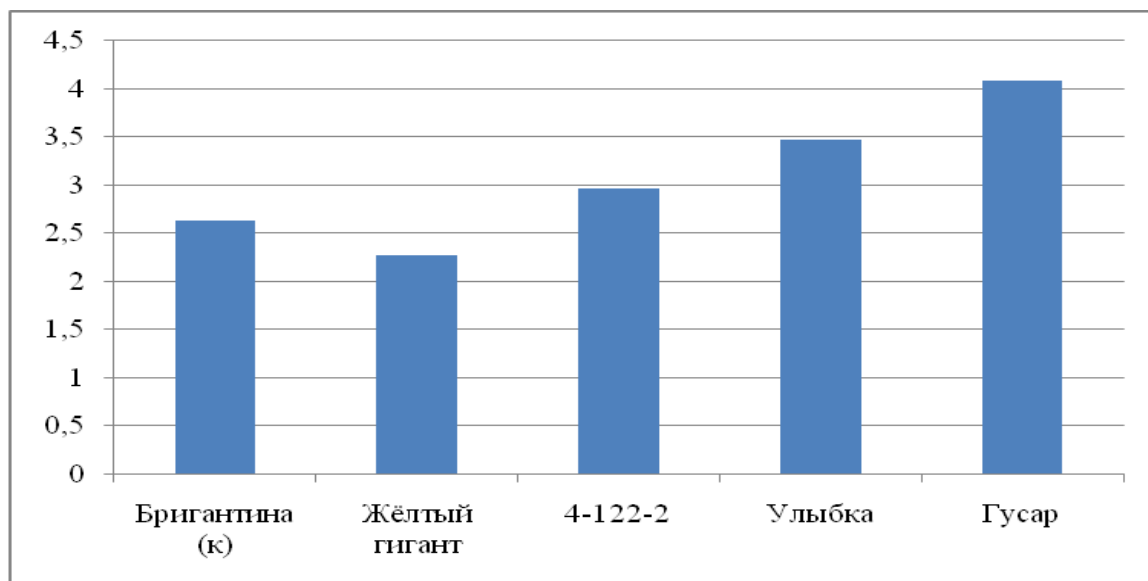


Рисунок 16. Общая листовая поверхность малины в период плодоношения, м² (среднее за годы исследований)

Общая площадь листьев на типичном побеге за периоды плодоношения 2018-2020 гг. у ремонтантной малины составила в среднем 2826 см². Наименьшее значение этого показателя отмечено в 2018 году (2738 см²), поскольку вегетационный период был засушливым. Максимальная площадь листьев на одном стебле наблюдалась в наиболее благоприятном для малины 2020 году (2971 см²) (таблица 24). Следует отметить, что в среднем за три года исследований изучаемые сортообразцы сохраняли относительно стабильное значение изучаемого показателя, существенных вариаций в сторону резкого увеличения или снижения обнаружено не было.

В среднем за период плодоношения 2018-2020 гг. наибольшая площадь листьев типичного побега относительно контрольного сорта Геракл (2032 см²) была у следующих генотипов: 11-107-1 (2877 см²), 37-143-3 (2958 см²), Атлант (3004 см²), 44-154-2 (3011 см²), 8-106-1 (3081 см²), 29-101-20 (3665 см²), 1-16-11 (3901 см²), 16-88-1 (4168 см²), Поклон Казакову (4427 см²) и Медвежонок (4677 см²). Общая площадь листьев одного побега на уровне контроля отмечена у сорта Подарок Кашину (2031 см²). Низкое значение площади листьев на типичном стебле было у сорта Снежеть (1471 см²).

Таблица 24. Площадь листьев и удельная облиственность одного побега у ремонтантных сортов малины в период плодоношения (сентябрь)

Объект	Площадь листьев 1 типичного побега, см ²				Удельная облиственность побега, см ² /дм			
	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее
Медвежонок	4631	4574	4825	4677	399,22	319,86	402,08	373,72
Поклон Казакову	4320	4409	4552	4427	308,57	264,01	358,43	310,34
16-88-1	4061	4178	4266	4168	300,81	284,22	284,4	289,81
1-16-11	3892	3750	4062	3901	329,83	277,78	312,46	306,69
29-101-20	3690	3613	3693	3665	273,33	277,92	297,82	283,02
8-106-1	3025	3076	3141	3081	247,95	262,91	282,97	264,61
Оранжевое чудо	2254	2577	3130	2654	192,65	171,8	226,81	197,09
44-154-2	2977	2945	3112	3011	258,87	213,41	270,61	247,63
37-143-3	2916	2867	3090	2958	201,1	215,56	257,5	224,72
Атлант	3001	2989	3022	3004	196,14	180,06	239,84	205,35
Жар-птица	2386	2682	2738	2602	163,42	162,55	207,42	177,8
Брянское диво	2311	2518	2709	2513	204,51	218,96	241,88	221,78
Геракл (к)	1790	1814	2491	2032	162,73	145,12	197,7	168,52
44-154-1	2216	2238	2315	2256	142,05	144,39	170,22	152,22
Карамелька	1887	1995	2072	1985	148,58	144,57	207,2	166,78
Рубиновое ожерелье	1811	1800	2057	1889	163,15	151,26	161,97	158,79
Подарок Кашину	2053	1986	2054	2031	136,87	120,36	151,03	136,09
Пингвин	1684	1728	1795	1736	175,42	128,0	221,6	175,01
Снежеть	1439	1322	1653	1471	167,32	165,25	223,38	185,32
11-107-1	2813	2792	3027	2877	216,38	176,71	244,11	212,4
5-40-1	2348	2270	2590	2403	186,35	140,12	190,44	172,3
среднее	2738	2768	2971	2826	217,87	198,32	245,23	220,47
НСР ₀₅	8,82*	755,88	839,96	797,92	26,18	28,9	34,89	29,99

*Примечание. Знак * означает, что статистическая обработка проводилась по неодинаковому количеству повторений (Плохинский, 1970).*

В период плодоношения 2018 года значение удельной облиственности одного побега по генотипам составило 217,87 см²/дм. В 2019 году несмотря на большее количество осадков в первой половине вегетации по сравнению с ана-

логичным периодом прошлого года, на момент плодоношения средняя величина удельной облиственности типичного побега была ниже, чем в 2018 году на 9% и составила $198,32 \text{ см}^2/\text{дм}$. Снижение среднего значения изучаемого показателя может быть связано с тем, что растения большинства сортообразцов недостаточно восстановились после перенесённых длительных водных стрессов в 2018 году, о чём также свидетельствует снижение средней высоты побегов. В 2020 году в фенофазу «плодоношение» удельная облиственность побега была максимальной ($245,23 \text{ см}^2/\text{дм}$), так как погодные условия вегетационного периода были наиболее благоприятными для малины.

Наибольшее значение удельной облиственности побега относительно контрольного сорта Геракл ($168,52 \text{ см}^2/\text{дм}$) в сентябре за годы исследований (2018-2020 гг.) отмечено у генотипов 44-154-2 ($247,63 \text{ см}^2/\text{дм}$), 8-106-1 ($264,61 \text{ см}^2/\text{дм}$), 29-101-20 ($283,02 \text{ см}^2/\text{дм}$), 16-88-1 ($289,81 \text{ см}^2/\text{дм}$), 1-16-11 ($306,69 \text{ см}^2/\text{дм}$), Поклон Казакову ($310,34 \text{ см}^2/\text{дм}$), Медвежонок ($373,72 \text{ см}^2/\text{дм}$). Почти на уровне контроля изучаемый показатель был у сорта Карамелька ($166,78 \text{ см}^2/\text{дм}$). Относительно низкое значение удельной облиственности типичного побега отмечено у сорта Подарок Кашину ($136,09 \text{ см}^2/\text{дм}$).

В 2018 году среднее значение ОЛП в период плодоношения составило $1,56 \text{ м}^2$. В 2019 году общая листовая поверхность снизилась примерно на 15% и составила $1,33 \text{ м}^2$, что связано с уменьшением количества побегов у большинства генотипов. У отборных форм 29-101-20, 37-143-3 и 11-107-1 значение изучаемого показателя было выше, чем в 2018 году, поскольку количество побегов у кустов было больше, а у генотипа 8-106-1 площадь листьев на типичном побеге существенно не снизилась (Алексеев, 2019). Наибольшее значение ОЛП было выявлено в 2020 году (в среднем по генотипам $1,79 \text{ м}^2$).

Проведя сравнительное изучение показателя «общая листовая поверхность» за периоды плодоношения 2018-2020 гг., было установлено, что у ремонтантной малины его значение было в среднем на 50,5% ниже, чем у сортов с обычным типом плодоношения ($1,56 \text{ м}^2$). Выявленная разница объясняется от-

сутствием у растений побегов второго года роста, и, соответственно, меньшим их количеством. В среднем за период исследований (2018-2020 гг.) наибольшая общая площадь листовой поверхности относительно контрольного сорта Геракл ($1,36 \text{ м}^2$) в сентябре была сформирована у генотипов Атлант ($1,9 \text{ м}^2$), 16-88-1 ($1,95 \text{ м}^2$), 37-143-3 ($2,08 \text{ м}^2$), 1-16-11 ($2,09 \text{ м}^2$), Медвежонок ($2,19 \text{ м}^2$), Поклон Казакову ($2,36 \text{ м}^2$) и 11-107-1 ($2,59 \text{ м}^2$). Листовая поверхность на уровне контроля отмечена у сорта Оранжевое чудо ($1,32 \text{ м}^2$). Самая наименьшая площадь листовой поверхности была у сортов Пингвин ($0,98 \text{ м}^2$), Карамелька ($0,93 \text{ м}^2$), Рубиновое ожерелье ($0,88 \text{ м}^2$) и Снежеть ($0,74 \text{ м}^2$) (рис. 17, 18).

Проведённое изучение площади листьев подтверждается наблюдениями по формированию урожая: как правило, генотипы с наибольшей общей листовой поверхностью формировали относительно высокую и стабильную продуктивность ягод по годам исследований (сорта Улыбка и Гусар, а также ремонтантные Атлант, Медвежонок, Поклон Казакову и отборные формы 11-101-1, 37-143-3, 1-16-11, 16-88-1). Исключение составил Жёлтый гигант с относительно небольшой ОЛП и достаточно высокой продуктивностью, что связано с более высокой средней массой ягоды относительно других сортов малины обыкновенной, а также большой степенью повреждений стеблей растений после перезимовки.

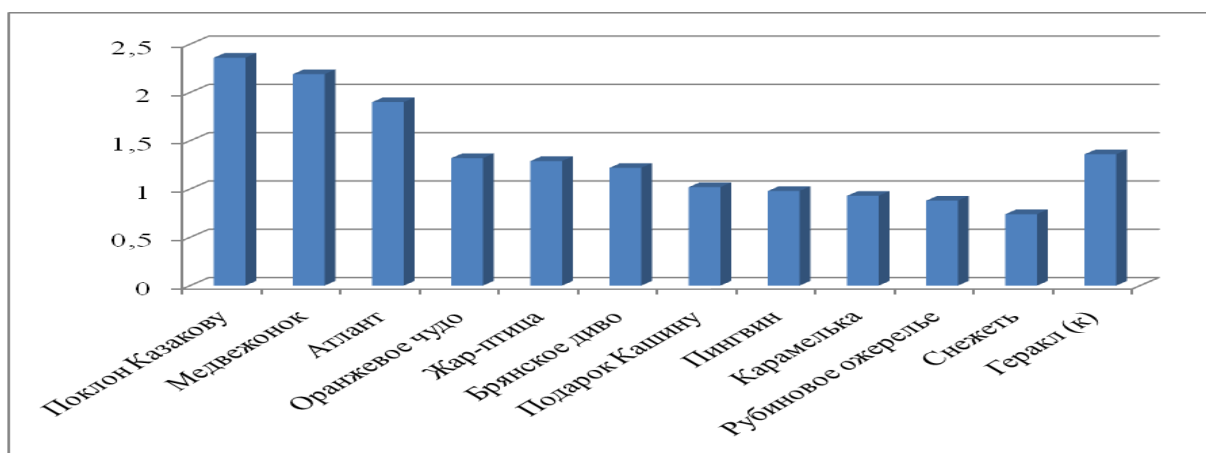


Рисунок 17. Общая листовая поверхность ремонтантных сортов малины в сентябре, м^2 (среднее за 2018-2020 гг.)

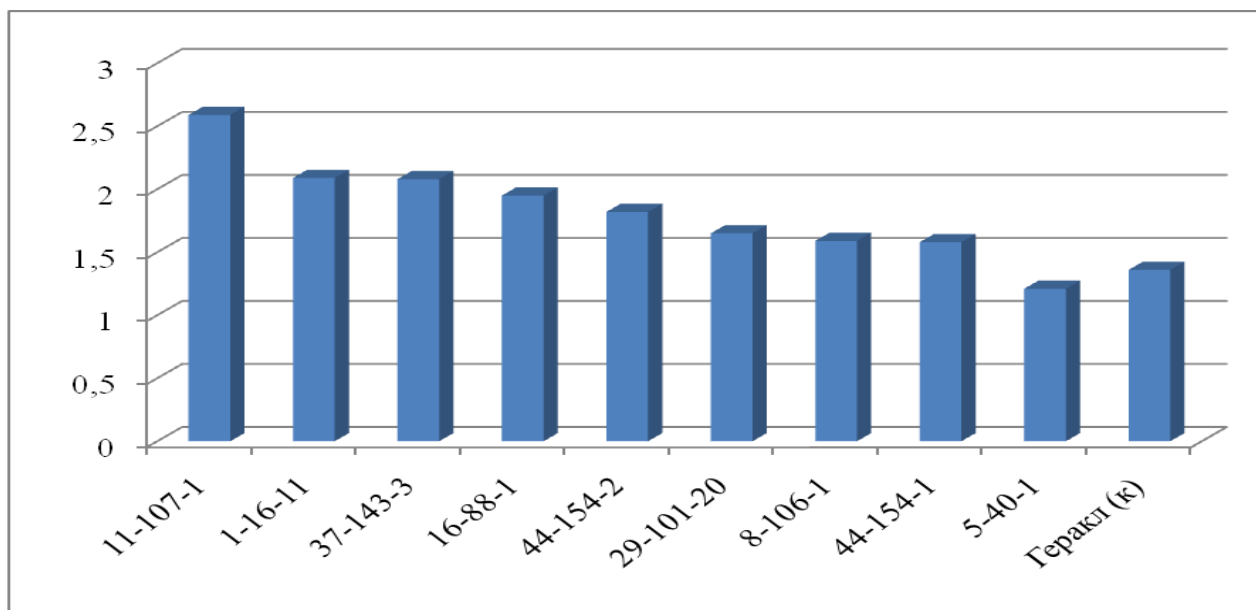


Рисунок 18. Общая листовая поверхность отборных форм малины ремонтантной в сентябре, м² (среднее за 2018-2020 гг.)

Таким образом, на основании полученных и приведённых в работе данных по показателям площади листьев можно выделить сортообразцы ремонтантного типа плодоношения Атлант, 16-88-1, 37-143-3, 1-16-11, 11-107-1, Медвежонок, Поклон Казакову, а также традиционные генотипы Гусар, 4-122-2, которые формируют наибольшую листовую поверхность, а, следовательно, вырабатывают больше пластических веществ относительно других. Выделенные сорта и отборные формы можно включить в селекционный процесс по созданию высокопродуктивного потомства.

4.2. Удельная поверхностная плотность листьев

Удельная поверхностная плотность является интегральным показателем содержания структурных и функциональных элементов их мезоструктуры. Этот показатель выражает отношение сухой массы листа к его площади и косвенно характеризует толщину листа (Миракилов и др., 2013). Величина УППЛ зависит от эколого-географических, генетических, физиолого-биохимических, климатических, агротехнических и других факторов (Мокроносов и др., 2006). Этот показатель важен для характеристики фотосинтетической деятельности

растений, так как, по мнению Х. Г. Тооминга (1977), существует высокая положительная корреляция между удельной поверхностной плотностью листьев и интенсивностью фотосинтеза. В научной литературе встречаются сведения о том, что УППЛ тесно связана со скоростью роста (Poorter, Remkes, 1990), возрастом листьев (Shipley, Vu, 2002), уровнем нетто-фотосинтеза (Ellsworth, Reich, 1992) и содержанием азота в листьях (Wright et al., 2002). В связи с этим, величину показателя «удельная поверхностная плотность листьев» можно использовать для оценки биологических особенностей различного уровня продуктивности фотосинтеза, а также при отборе перспективных генотипов с достаточно высокой фотосинтетической активностью листового аппарата.

Изучение показателя «удельная поверхностная плотность листьев» проводилось в период плодоношения у сортов с традиционным типом плодоношения (июнь) Жёлтый гигант, Лазаревская, Улыбка, Патриция, Бригантина, Гусар, Шоша, а также ремонтантных сортов (конец августа – начало сентября) Подарок Кашину, Геракл, Пингвин, Атлант, Поклон Казакову, Жар-птица, Оранжевое чудо, Снежеть, Карамелька, Похвалинка. В результате проведённых исследований было обнаружено, что среднее значение УППЛ по ремонтантным сортам было на 15% выше, чем по традиционным. Это может быть связано с меньшим содержанием сухого вещества в листьях однолетних побегов, так как их ткани на момент плодоношения ещё молодые. В среднем за период исследований наибольшее значение УППЛ относительно контрольного сорта Бригантина ($0,76 \text{ г/дм}^2$) было только у сорта Шоша ($0,81 \text{ г/дм}^2$) (таблица 25). Почти на уровне контроля удельная поверхностная плотность листьев отмечена у генотипа Гусар ($0,77 \text{ г/дм}^2$). Остальные традиционные сорта малины характеризовались относительно низким значением изучаемого показателя.

Таблица 25. Удельная поверхностная плотность листьев (г/дм^2) малины в период плодоношения (2018-2020 гг.)

Сорт	2018	2019	2020	Среднее	Сорт	2018	2019	Среднее
Подарок Кашину	0,73	0,75	0,78	0,75	Жёлтый гигант	0,61	0,57	0,59
Геракл (к)	0,80	0,84	0,80	0,81	Лазаревская	0,64	0,65	0,65
Пингвин	0,81	0,80	0,84	0,82	Улыбка	0,66	0,61	0,64
Атлант	0,84	0,89	0,91	0,88	Патриция	0,69	0,66	0,68
Поклон Казакову	0,88	0,90	0,93	0,90	Бригантина (к)	0,72	0,79	0,76
Жар-птица	0,85	0,90	0,92	0,89	Гусар	0,74	0,80	0,77
Оранжевое чудо	0,83	0,88	0,94	0,88	Шоша	0,79	0,83	0,81
Снежеть	0,76	0,70	0,82	0,76	Среднее	0,69	0,70	0,70
Карамелька	0,69	0,70	0,72	0,70	НСР ₀₅	0,08	0,06	0,07
Похвалинка	0,81	0,85	0,88	0,85				
Среднее	0,80	0,82	0,85	0,82				
НСР ₀₅	0,03	0,05	0,05	0,04				

Наибольшее значение УППЛ относительно контрольного сорта ремонтантного типа плодоношения Геракл ($0,81 \text{ г/дм}^2$) было у сортов Похвалинка ($0,85 \text{ г/дм}^2$), Оранжевое чудо ($0,88 \text{ г/дм}^2$), Атлант ($0,88 \text{ г/дм}^2$), Жар-птица ($0,89 \text{ г/дм}^2$) и Поклон Казакову ($0,9 \text{ г/дм}^2$). У сорта пингвин значение изучаемого показателя было примерно на уровне контроля ($0,82 \text{ г/дм}^2$). Самая наименьшая удельная поверхностная плотность листьев была у сортов Карамелька ($0,7 \text{ г/дм}^2$), Подарок Кашину ($0,75 \text{ г/дм}^2$) и Снежеть ($0,76 \text{ г/дм}^2$).

Результаты проведённых исследований по определению удельной поверхностной плотности листьев согласуются с полученными ранее данными в Институте ботаники, физиологии и генетики растений академии наук Республики Таджикистан на гранате обыкновенном и хурме кавказской научными сотрудниками И.А. Бобоевым, З. Шариповым, А. Абдуллаевым и М.Б. Фардеевой (2015).

Таким образом, на основании изучения удельной поверхностной плотности можно сделать вывод о том, что её значения у ремонтантных сортообразцов

выше, чем у традиционных. Генетическими источниками высокой УППЛ являются сорта Шоша, Гусар, Похвалинка, Оранжевое чудо, Атлант, Жар-птица и Поклон Казакову.

4.3. Биологическая продуктивность малины

Одним из ключевых параметров ценности любого сорта является величина урожая, которая зависит от целого ряда факторов: биологических, физиолого-генетических, климатических, агротехнических, а также от ряда других свойств, таких как устойчивость к вредителям и болезням, к абиотическим стрессовым факторам и т.д. (Еремин и др., 2004; Stephens et al., 2012). Авторы И.В. Казаков и С.Н. Евдокименко (2010) отмечают, что устойчивыми к засухе можно считать такие генотипы, которые могли бы сформировать высокую продуктивность в засушливых условиях.

Основными структурными составляющими для расчёта общей величины урожая являются средняя масса ягоды и количество генеративных органов (Казаков и др., 1999). В среднем за 2018-2020 гг. существенно большее относительно контроля (151 шт.) количество генеративных органов на двухлетнем стебле было сформировано у генотипов Улыбка (202 шт.), Гусар (256 шт.) и 6-125-4 (191 шт.), а у сортов Жёлтый гигант, Шоша и отборов 18-11-2, 18-11-3 оно было наименьшим (94, 71, 106 и 87 шт. соответственно) (приложение 5). Почти на уровне контроля значение показателя «количество генеративных органов» было у отбора 2-90-3 (155 шт.). Средняя масса плода в среднем за годы исследований составила 3,07 г по изученным генотипам. При этом практически у всех она была выше уровня контроля (2,4 г), и составила от 2,6 г у отборной формы 6-125-4 до 3,9 г у сорта Жёлтый гигант и отбора 18-11-3. Исключение составил сорт Лазаревская со средней массой ягоды 2,4 г (на уровне контроля).

В среднем за 2018-2020 гг. наибольшее количество генеративных органов на одном типичном стебле относительно контрольного сорта Геракл (89 шт.) было сформировано у сортов Медвежонок (138 шт.), Жар-птица (142 шт.), По-

дарок Кашину (163 шт.) и отборной формы 1-16-11 (149 шт.) (рис. 19, 20). Число плодовых образований почти на уровне контроля отмечено у генотипов Карамелька (85 шт.), 44-154-2 (87 шт.), 16-88-1 (92 шт.). Наименьшее количество генеративных органов на типичном стебле развилось у отборной формы 44-154-1 и сорта Пингвин, которое составило по 80 штук у каждого.

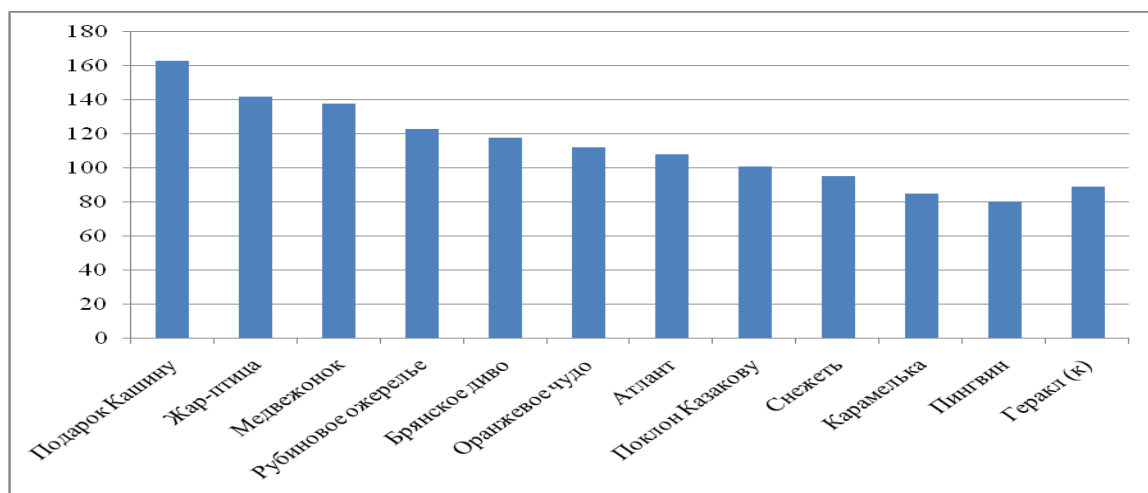


Рисунок 19. Количество генеративных органов у сортов малины ремонтантной, шт. (среднее за 2018-2020 гг.)

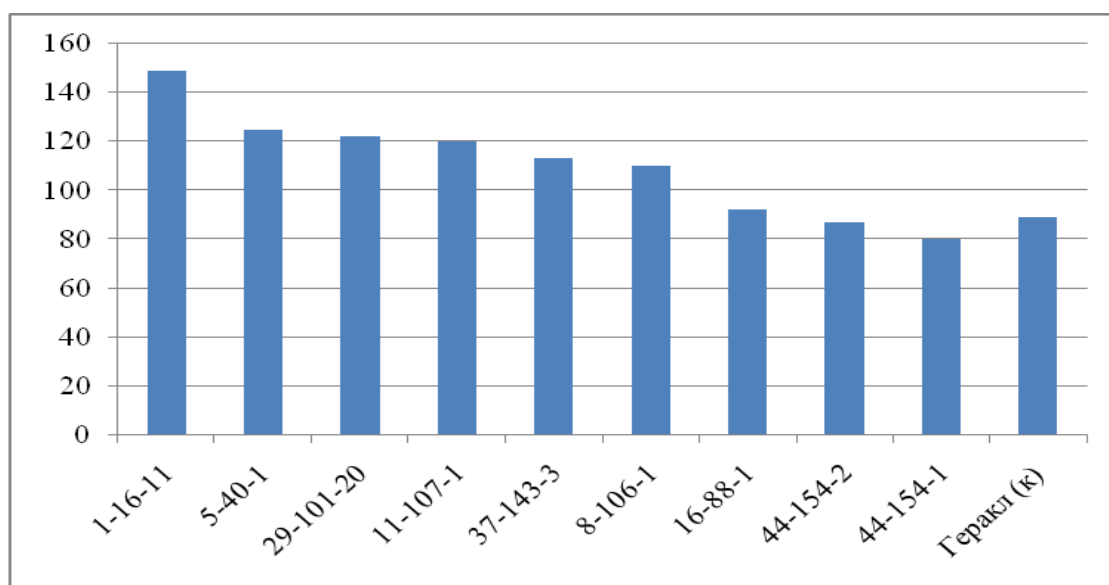


Рисунок 20. Количество генеративных органов у отборных форм малины ремонтантной, шт. (среднее за 2018-2020 гг.)

В результате определения средней массы ягод малины ремонтантной было установлено следующее. Абсолютное большинство сортов и отборных форм

малины ремонтантной имело относительно высокие значения этого структурного критерия продуктивности по сравнению с эталоном (3,8 г). Наиболее существенные различия параметра «средняя масса ягоды» за период исследований (2018-2020 гг.) по сравнению с контрольным сортом Геракл в большую сторону были выявлены у генотипов: 5-40-1 (5,1 г), Подарок Кашину (5,1 г), Поклон Казакову (5,2 г), 8-106-1 (5,2 г), 44-154-2 (5,2 г) и Медвежонок (5,3 г) (рис. 21, 22). Почти на уровне контроля значение изученного критерия было у сорта Пингвин (3,6 г), а у отборных форм 11-107-1 и 1-16-11 оно оказалось ниже, составив 3,3 и 3,1 г соответственно.

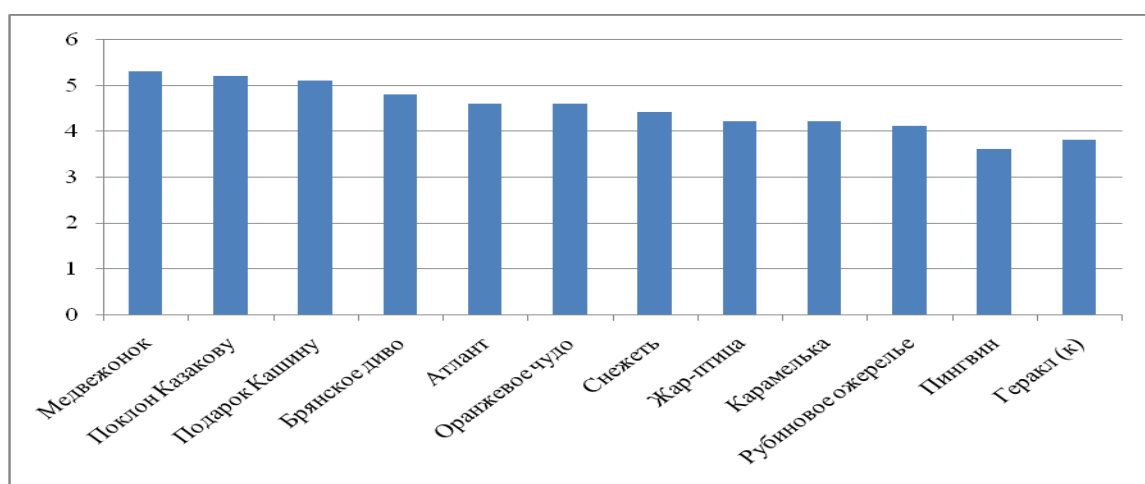


Рисунок 21. Средняя масса ягоды сортов ремонтантной малины, г (среднее за 2018-2020 гг.)

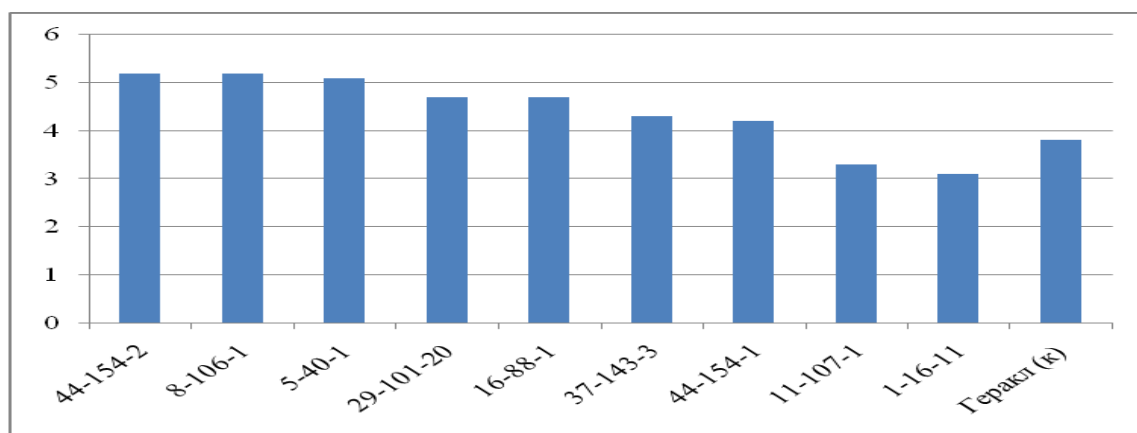


Рисунок 22. Средняя масса ягоды отборных форм ремонтантной малины, г (среднее за 2018-2020 гг.)

Данные по биологической продуктивности (в кг/куст) сортов и отборных форм малины представлены в таблице 26 и приложении 5.

Таблица 26. Биологическая продуктивность сортообразцов ремонтантного типа плодоношения

Сорт / отборная форма	2018	2019	2020	Среднее за 2018-2020
Геракл (контроль)	2,31	1,64	2,02	1,99
Карамелька	1,26	2,21	1,99	1,82
Пингвин	1,45	1,92	1,55	1,64
Снежеть	1,70	-	2,48	2,09
Рубиновое ожерелье	2,24	-	2,23	2,24
Брянское диво	2,37	2,22	2,67	2,42
Оранжевое чудо	2,40	2,41	2,60	2,47
29-101-20	2,43	2,43	2,85	2,57
16-88-1	2,53	1,00	2,62	2,05
Жар-птица	2,55	2,96	2,99	2,83
44-154-1	2,68	2,03	2,16	2,29
44-154-2	2,69	2,38	2,63	2,57
5-40-1	2,76	2,82	3,20	2,93
8-106-1	2,80	-	2,84	2,82
1-16-11	2,84	1,82	2,63	2,43
Поклон Казакову	2,94	2,44	2,78	2,72
Атлант	3,05	3,08	2,87	3,00
Медвежонок	3,14	2,75	3,17	3,02
11-107-1	3,28	3,23	-	3,36
37-143-3	3,51	-	3,15	3,33
Подарок Кашину	3,58	3,18	2,73	3,16
Среднее	2,6	2,38	2,61	2,53
Дост-сть Ф*	4,66*			

*Примечание. Знак * означает, что статистическая обработка проводилась по неодинаковому количеству повторений (Плохинский, 1970).*

В среднем за годы исследований наиболее высокая биологическая продуктивность относительно контрольного сорта традиционной малины Бригантина (1,37 кг/куст) отмечена у сортов Улыбка (3,03 кг/куст), Гусар (2,65

кг/куст), Патриция (2,65 кг/куст), а также отборов 2-90-3 (2,96 кг/куст) и 6-125-4 (2,2 кг/куст). Сорта Лазаревская и Шоша характеризовались наименьшей массой ягод на одном кусте (1,26 и 1,31 кг соответственно).

Все сорта малины ремонтантной показали высокую продуктивность относительно контроля (1,37 кг/куст). В среднем за 2018-2020 гг. существенно большей массой ягод на одном кусте в сравнении с контрольным ремонтантным сортом Геракл (1,99 кг/куст) характеризовались сорта Атлант (3,0 кг/куст), Медвежонок (3,02 кг/куст), Подарок Кашину (3,16 кг/куст) и отборные формы 37-143-3 (3,33 кг/куст), 11-107-1 (3,36 кг /куст). Наименьшая продуктивность в среднем за три года отмечена у сортов Карамелька (1,82 кг/куст) и Пингвин (1,64 кг/куст).

Как было отмечено ранее, биологическая продуктивность малины во многом обусловлена влиянием различных факторов. В результате проведённого анализа были выявлены линейные взаимосвязи величины урожая с некоторыми параметрами водного обмена и площадью листовой поверхности (рис. 23, 24). Значение коэффициента корреляции (r) между парами составило:

- 1) биологическая продуктивность и общая оводнённость листьев = 0,77;
- 2) биологическая продуктивность и водный дефицит = -0,8;
- 3) биологическая продуктивность и потери воды = -0,71;
- 4) биологическая продуктивность и общая листовая поверхность = 0,68;
- 5) количество генеративных органов на одном стебле и площадью листьев на нём = 0,58;
- 6) количество генеративных органов и удельная облиственность = 0,35.

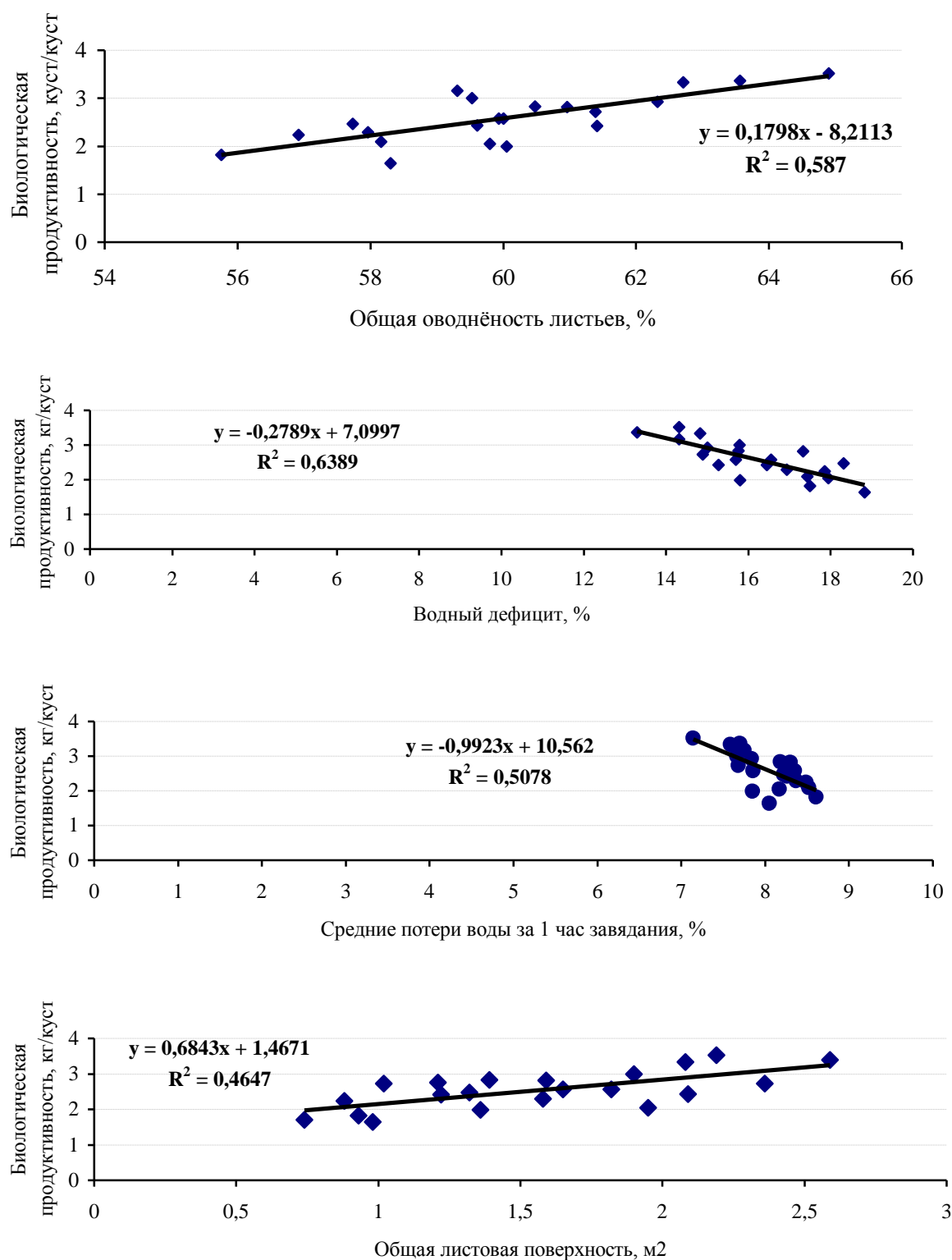


Рисунок 23. Связь биологической продуктивности с общей оводнённостью, водным дефицитом, средними потерями воды за 1 час завядания и общей их площадью (среднее за 2018-2020 гг.)

Связь между первыми тремя парами показателей оценивается как сильная ($r = 0,7$ и выше), а между вторыми тремя – средняя ($r =$ от $0,3$ до $0,69$) (Наследов, 2011). Из рисунка 23 следует, что наибольшую линейную корреляцию биологическая продуктивность имеет с водным дефицитом ($r=0,8$), а наименьшую – с площадью листьев ($r=0,68$).

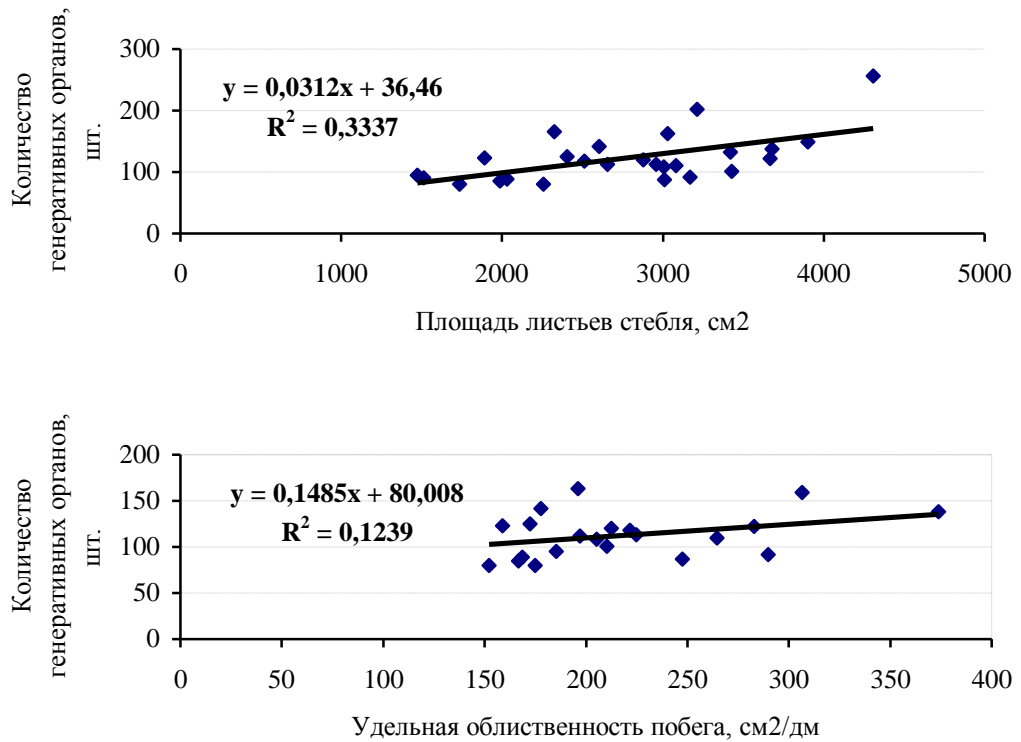


Рисунок 24. Связь общего числа генеративных органов на стебле с удельной облиственностью и общей площадью листьев типичного побега

Таким образом, величина урожая имеет наиболее тесную связь с показателями водного обмена растений. Генетическими источниками высокой продуктивности являются сорта Улыбка, Атлант, Медвежонок, Подарок Кашину, а также отборные формы 37-143-3 и 11-107-1.

ГЛАВА 5. ВОЗМОЖНОСТИ СОВМЕЩЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТИ И ПРОДУКТИВНОСТИ

Результат селекционной работы в значительной степени достигается за счёт объективной разработки параметров модели сорта. Модель сорта – это научный прогноз, который показывает определённый уровень сочетания нескольких требуемых производством признаков и свойств в одном растении (Боросевич, 1984; Вавилов, 1987). В некоторых зарубежных источниках встречается ещё и понятие «indiotype», которое трактуется как биологическая модель, определяющая высокую продуктивность растения в стрессовых условиях среды (Donald, 1968). Для создания модели сорта ключевым моментом является детальная проработка основных её параметров. Она должна основываться, прежде всего, на уже достигнутых уровнях совмещения нескольких составляющих компонентов в ранее созданных сортах, а кроме этого – должна учитывать тенденции и результаты современных исследований, которые направлены на новое решение поставленных селекционных задач. Уровень параметров сорта в модели должен удовлетворять базовым требованиям сельскохозяйственного производства. По приведённым ранее сведениям, сорт малины в Центральной России должен иметь биологическую продуктивность не менее 1,8 кг/куст (ремонтантный сорт – не менее 2,4 кг/куст), отличаться хорошей зимостойкостью, качественными показателями урожая, устойчивостью к комплексу основных вредителей и заболеваний, пригодностью к механизированной уборке ягод (Якуб, 2015; Богомолова, 2018). С учётом меняющихся требований производства и тематики диссертационной работы необходимо отметить, что уровни засухоустойчивости и жаростойкости этой культуры также должны соответствовать определённым требованиям.

В результате проведённых исследований было установлено, что при низком первоначальном дефиците воды в засушливых условиях (менее 15%) относительно высокой и стабильной биологической продуктивностью (в том числе

и относительно среднемноголетних её значений) характеризовались сорта малины летней Жёлтый гигант, Патриция, Улыбка, Гусар и отборы 6-125-4, 4-122-2, 18-11-3, 19-15-6. Общая масса ягод с одного куста более 2,4 кг при относительно низких значениях дефицита воды в листьях за период исследований отмечена у ремонтантных сортов Медвежонок, Поклон Казакову, Подарок Кашину, а также отборов 37-143-3 и 11-107-1. У высокопродуктивных форм 5-40-1 и 1-16-11 значение показателя «водный дефицит» было чуть выше 15%, но максимально приближалось к этому значению. Наименьшее значение средних водопотерь за 1 час завядания отмечено у ремонтантных генотипов с высокой массой ягод на кусте Медвежонок, Поклон Казакову, Подарок Кашину, Атлант, 11-107-1, 5-40-1, 44-154-2, 37-143-3. Относительно низкая потеря воды и высокая степень её восстановления после температурного «шока» +50°C была отмечена у высокопродуктивных генотипов малины летней Улыбка, Гусар, 4-122-2, 19-15-6, а также ремонтантной – Брянское диво, 11-107-1, Медвежонок, Поклон Казакову, Подарок Кашину, 44-154-2, 5-40-1, 1-16-11 и 37-143-3. У сорта ремонтантной малины Геракл значения водного дефицита и разных потерь воды находились на низком уровне, степень восстановления воды была одной из самых высоких, но биологическая продуктивность не соответствовала заявленным требованиям (таблица 27, 28).

Таким образом, на основании изучения возможностей совмещения в одном генотипе оптимального уровня нескольких параметров можно выделить сорта и отборные формы малины летней Гусар, Улыбка, 4-122-2 и 19-15-6, а также ремонтантные сорта Брянское диво, Медвежонок, Поклон Казакову, Подарок Кашину и отборы 11-107-1, 44-154-2, 5-40-1, 1-16-11, 37-143-3. Выделенные генотипы можно использовать в селекционной работе в качестве комплексных источников, успешно совмещающих в себе высокую продуктивность и устойчивость к неблагоприятным факторам вегетационного периода (засухе и высоким температурам).

Таблица 27. Значения критериев засухоустойчивости и жаростойкости у высокопродуктивных сортов и отборных форм традиционной малины за период исследований

Сорт / отборная форма	Водный дефицит, %	Потери воды, %	Степень восстановления оводнённости, %	Продуктивность, кг/куст
Бригантина (контроль)	13,84	31,67	86,17	1,37
Жёлтый гигант	12,89	36,28	84,52	2,22
Патриция	14,01	35,44	89,28	2,65
Улыбка	12,22	27,46	100,51	3,22
Гусар	13,18	27,41	97,89	3,11
Newburg	15,63	34,53	85,57	1,94
6-125-4	14,60	33,26	94,93	2,55
4-122-2	14,12	29,94	94,82	1,97
18-11-3	14,63	33,28	93,7	1,93
6-125-3	16,45	33,13	91,41	1,82
2-90-3	15,68	33,4	91,1	2,93
19-15-6	14,04	29,89	90,26	2,13

Таблица 28. Сравнительные значения критериев засухоустойчивости, жаростойкости и продуктивности малины ремонтантной (среднее за 2018-2020 гг.)

Сорт / отборная форма	Водный дефицит, %	Средняя потеря воды за 1 час завядания, %	Потери воды и степень её восстановления после температурного «шока» +50°C		Продуктивность, кг/куст
			ПВ	СВО	
Геракл (к)	14,8	7,85	17,51	113,05	1,99
Жар-птица	15,76	8,18	23,85	99,79	2,83
Брянское диво	16,45	8,27	20,43	100,18	2,42
11-107-1	13,3	7,7	20,14	112,15	3,26
Медвежонок	14,32	7,14	18,57	114,24	3,02
29-101-20	15,69	8,36	23,59	96,57	2,57
Поклон Казакову	14,89	7,68	16,18	112,21	2,72
Подарок Кашину	14,32	7,75	20,08	101,89	3,16
44-154-2	16,55	7,86	19,59	108,61	2,57
5-40-1	15,01	7,84	20,78	107,79	2,93
1-16-11	15,27	8,26	19,78	104,4	2,43
Атлант	15,79	7,66	24,58	101,59	3,00
8-106-1	17,33	8,3	23,62	104,33	2,82
37-143-3	14,83	7,59	19,97	108,23	3,33

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате комплексного изучения исходного материала малины выявлены физиологические свойства, характеризующие устойчивость сортов и отборов к недостатку влаги. Водный дефицит достоверно определяет толерантность к засухе.
2. Оценка влияния стрессовых факторов вегетационного периода на показатели водного обмена (общая оводнённость листьев и водный дефицит) позволила выявить генотипические различия засухоустойчивости малины. Лучшую способность переносить недостаток влаги проявили сорта Лазаревская, Геракл, Медвежонок, Подарок Кашину и Поклон Казакову, а также отборные формы 1-16-11, 5-40-1, 11-107-1.
3. Водоудерживающая способность растений является проявлением защитного механизма в условиях недостаточного водообеспечения, и слабо зависит от погодных условий. Генетическими источниками низкого и стабильного значения средних водопотерь за 1 час завядания являются сорта Поклон Казакову, Медвежонок, Атлант и отборы 1-16-11, 11-107-1, 37-143-3.
4. Выявлены сортовые различия общей листовой поверхности малины по типу плодоношения. Её значение у малины летней выше, чем ремонтантной, ввиду наличия побегов, как первого, так и второго года роста. Наибольшая площадь листьев на одном кусте в период плодоношения формировалась у летнего сорта Гусар ($4,09 \text{ м}^2$) и отборной формы 4-122-2 ($2,97 \text{ м}^2$).
5. Значение удельной поверхностной плотности листьев у традиционной малины ниже, чем у ремонтантной. Генетическими источниками высокого её значения являются сорта Атлант, Жар-птица, Оранжевое чудо, Поклон Казакову, Похвалинка.
6. Наиболее продуктивными ($3,0\text{--}3,36 \text{ кг/куст}$) являются генотипы Атлант, Медвежонок, Подарок Кашину, Улыбка, 37-143-3 и 11-107-1.

7. Определена степень влияния физиологических показателей засухоустойчивости и листовой поверхности на формирование потенциально возможного урожая. Наибольшую положительную связь биологическая продуктивность имеет с оводнённостью листьев ($r=0,77$), а наименьшую с общей листовой поверхностью ($r=0,68$), сильную отрицательную корреляцию между водным дефицитом ($r = -0,8$) и средними потерями воды ($r = -0,71$).
8. Доказана возможность совмещения в одном генотипе оптимального уровня физиологических показателей засухоустойчивости и высокой продуктивности. Комплексными генетическими источниками засухоустойчивости и продуктивности являются генотипы Гусар, Улыбка, 4-122-2, 19-15-6, Брянское диво, Медвежонок, Поклон Казакову, Подарок Кашину, 11-107-1, 44-154-2, 5-40-1, 1-16-11, 37-143-3.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА

1. В селекции малины на высокую жаро- и засухоустойчивость необходимо использовать сорта Лазаревская, Медвежонок, Поклон Казакову и Улыбка.
2. В селекции малины на высокую продуктивность необходимо использовать высокоурожайные сорта Атлант, Медвежонок, Подарок Кашину и Улыбка.
3. Рекомендовать в элиту и рассматривать как претенденты в сорта отборные формы малины летней 6-125-4 и 18-11-4, а также ремонтантные отборы 5-40-1, 1-16-11, 37-143-3 и 44-154-2, которые обладают комплексом хозяйственно-ценных свойств на высоком уровне.
4. Для закладки промышленных насаждений малины в регионах с дефицитом осадков и повышенным температурным режимом использовать наиболее урожайные и адаптированные к стрессовым факторам вегетационного периода ремонтантные сорта Атлант, Медвежонок, Поклон Казакову и Подарок Кашину, а также сорта малины летней Гусар и Улыбка.

Перспективы дальнейшей разработки темы

Перспективы дальнейшей разработки темы видятся в продолжении исследований по изучению засухоустойчивости и продуктивности отборных форм малины, их хозяйственно-биологической оценке, с целью выделения для дальнейшей селекционной работы и поэтапной передачи в Государственное сортоиспытание. Ещё одной из последующих задач является выявление взаимосвязи морфологических признаков растений (маркерные признаки) с засухоустойчивостью. Предполагается также углубленное изучение биологических особенностей водного обмена, строения листового аппарата и фотосинтетической деятельности растений (фракционный состав воды, толщина листа, количество устьиц, чистая продуктивность фотосинтеза, коэффициент использования ФАР и т.д.) для более строгой оценки и имеющей длительную перспективу работы по созданию новых сортов и их внедрения в сельскохозяйственное производство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абиляфазова, Ю.С. Фотосинтетическая активность листьев мандарина в условиях влажных субтропиков Краснодарского края / Ю.С. Абиляфазова // European Scientific Conference: сборник статей VI Международной научно-практической конференции. 2017. – с. 46-49.
2. Авдеева, З.А. Жаро- и засухоустойчивость селекционно-ценных сортов земляники в условиях Оренбуржья / З.А. Авдеева, Г.Р. Мурсалимова, Ф.К. Джураева // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. - №4(54). – с. 13-16.
3. Авдеева, З.А. Оценка засухоустойчивости *Fragaria ananassa* Duch. В условиях Приуралья / З.А. Авдеева, Г.Р. Мурсалимова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – том 51. – с. 111-115.
4. Агроклиматический справочник по Брянской области. Л.: Гидрометеиздат, 1960.
5. Агрометеорологический бюллетень // Метеостанция БГАУ, с. Кокино, 2018-2020.
6. Адамень, Ф.Ф. Фундук в условиях восточной части предгорного Крыма / Ф.Ф. Адамень, Е.А. Сидоренко // Научный форум: Медицина, биология и химия. Сборник статей по материалам IV международной заочной научно-практической конференции. – 2017. – С. 27-31.
7. Айтжанова, С.Д. Адаптивный потенциал сортов земляники садовой селекции Кокинского опорного пункта ВСТИСП / С.Д. Айтжанова, Н.В. Андропова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 34. - №1. – С. 3-6.
8. Айтжанова, С.Д. Поиск и создание исходного материала земляники садовой для приоритетных направлений селекции / С.Д. Айтжанова, Н.В. Андропова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – том 48. - №2. – с. 13-17.

9. Албанов, Н.С. Засухоустойчивость интродуцированных сортов алычи в условиях чуйской долины / Н.С. Албанов, И.В. Солдатов // Современные научные исследования и разработки. – 2018. - №8(25). – с. 9-12.
10. Алексеенко, И.В. Изучение листовой поверхности сортообразцов малины / И.В. Алексеенко // Плодоводство и ягодоводство России. 2019. – т. 57. – с. 9-15.
11. Алехин, Н.Д. Физиология растений / Н.Д. Алехин, Ю.В. Балнокин [и др.] (Учебник). – М.: Академия, 2005. – 305 с.
12. Аминова, Е.В. Оценка устойчивости сортов малины к абиотическим стрессорам южного Урала / Е.В. Аминова, З.А. Авдеева, Ф.К. Джураева // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – том 49. – с. 28-31.
13. Андреева, Г.В. Результаты сортоизучения малины в условиях Среднего Урала / Г.В. Андреева // Плодоводство и ягодоводство России. – 2009. – т. 22. - №1. – с. 189-193.
14. Андрианова, Н.Г. Водный обмен плодово-ягодных культур в условиях Центрального Казахстана / Н.Г. Андрианова // Вестник КарГУ. – 2010. - №4(60). – с. 123-130.
15. Андросова, А.В. Параметры водного режима малины обыкновенной в условиях засухи и теплового шока / А.В. Андросова, З.Е. Ожерельева // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2020. – т. 7. - №1-2. – с. 10-13.
16. Антипенко, М.И. История и современные достижения в селекции ягодных культур в ГБУ СО НИИ «Жигулевские сады» / М.И. Антипенко, Л.Г. Деменина // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XIV Международной научной конференции. – Брянск, 2017. – с. 279-282.
17. Артанова, М.П. Оценка новых сортов земляники на устойчивость к комплексу вредных видов в предгорной зоне Кабардино-Балкарии / М.П. Ар-

- танова, А.В. Канаметова, Э.М. Оршокдугова // Центральный научный вестник. – 2018. – т. 3. - №4(45). – 15-17.
- 18.Артюх, С.Н. Засухоустойчивость сортов яблони мутационной коллекции и выделенные генетические источники и доноры / С.Н. Артюх, Г.К. Киселёва // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2017. - №61. – с. 77-83.
 - 19.Ахматов, М.К. Водоудерживающая способность, устойчивость листьев к обезвоживанию и водный дефицит – как критерии устойчивости древесных растений к засухе / А.К. Ахматов // Школа науки. М.: – 2018. - №6(6). – с. 4-8.
 - 20.Бжецева, Н.Р. Состояние водного режима и засухоустойчивости растений смородины в разные годы исследований (влажный вегетационный период) / Н.Р. Бжецева, М.Д. Шехмирзова // Прикладные аспекты геологии, геофизики и геоэкологии с использованием современных информационных технологий: материалы Международной научно-практической конференции. Майкоп. – 2011. – с. 58-60.
 - 21.Бобоев, И.А. Удельная поверхностная плотность листа *Punica granatum* и *Diospyros lotus* L. в разных условиях Таджикистана / И.А. Бобоев, З. Шарипов, А. Абдуллаев, М.Б. Фардеева // Вестник Удмуртского университета. Серия Биология. Науки о Земле. 2015. – т.25. - №3. – с. 141-143.
 - 22.Богомоллова, Н.И. Жаростойкость малины красной в условиях Центральной России (Орловская область) / Н.И. Богомоллова, З.Е. Ожерельева // Конкурентноспособные сорта и технологии для высокоэффективного садоводства: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию ВНИИСПК. – 2015. – с. 20-23.
 - 23.Богомоллова, Н.И. Компоненты продуктивности сортов малины как основной критерий урожайности растений / Н.И. Богомоллова // Современное садоводство. – 2018. - № 4(28). – с. 80-88.

24. Богомолова, Н.И. Жаростойкость и засухоустойчивость малины красной в условиях Центральной России (на примере Орловской области) / Н.И. Богомолова, З.Е. Ожерельева, С.В. Резвякова, М.В. Лупин // Инновации в АПК: проблемы и перспективы. – 2019. - №4(24). – с. 192-202.
25. Болотова, А.С. Содержание воды в различных сортах сладкого миндаля в южном Кыргызстане / А.С. Болотова, К.Т. Шалпыков // Международный студенческий научный вестник. – 2018. - №2. – с. 122-131.
26. Боросевич, С. Принципы и методы селекции растений. М.: Колос, 1984. – 344 с.
27. Ботаника. Учебник для вузов. В 4 т. Т. 2. Физиология растений / П.Зитте, Э.В. Вайлер, И.В. Кодерайт [и др.]. – 35 изд., М.: Академия, 2008. – 495 с.
28. Вавилов, Н.И. Генетика на службе социалистического земледелия // Теоретические основы селекции. М.: Наука, 1987. – с. 142-167.
29. Воробьев, Г.Т. Почвы Брянской области. Брянск.: «Грани», 1993. – 160 с.
30. Галашева, А.М. Содержание свободной и связанной воды в листьях и тканях однолетних побегов яблони на слаборослых подвоях / А.М. Галашева, Н.Г. Красова, М.А. Макаркина, Т.В. Янчук // Современное садоводство. – 2017. - №1. – с. 17-25.
31. Гасанова, Т.А. Продуктивность сортов груши обыкновенной и восточно-азиатских видов в связи с адаптивностью к абиотическим стрессорам вегетационного периода в условиях юга России / Т.А. Гасанова, И.С. Чепинога // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2018. - №64. - С. 137-144.
32. Гладышева, М.Б. Хозяйственно-биологические особенности сортов и форм рябины и их пригодность для производства и селекции: автореф. Дисс. Канд. наук: 06.01.05 / МичГАУ. Мичуринск, 2006. – 24 с.
33. Говорова, Г.Ф. Засухоустойчивость и жаростойкость новых сортов и гибридов земляники ананасной / Г.Ф. Говорова, А.Е. Буланов // Научные ведомости. – 2011. - №3(98). – выпуск 14. – с. 175-179.

- 34.Голяева, О.Д. Засухоустойчивость сортов красной смородины / О.Д. Голяева, А.В. Петров // Селекция и сорторазведение садовых культур. – Орёл: ВНИИСПК, 2007. – с. 64-74.
- 35.Гончарова, Э.А. Физиологический и молекулярно-генетический базис водного статуса растений / Э.А. Гончарова, М.Н. Ситников // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – 2017. - №3. – с. 138-141.
- 36.Горина, В.М. Особенности водного режима генотипов абрикоса в условиях южного берега Крыма / В.М. Горина, В.В. Корзин, Н.В. Месяц // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2017. - №2 (64). – с. 215-217.
- 37.Горина, В.М. Особенности водного режима сортов и селекционных форм абрикоса в условиях южного берега Крыма / В.М. Горина, В.В. Корзин, Н.В. Месяц, Р.А. Пилькевич // Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты): материалы VIII Международной научно-практической конференции. Симферополь. – 2018. – с. 36-37.
- 38.ГОСТ 17.4.3.01-83 Общие требования к отбору проб, ИПС Издательство стандартов, Москва, 2004.
- 39.Грюнер, Л.А. Показатели оводнённости растений ежевики в условиях различной водообеспеченности периода созревания ягод / Л.А. Грюнер, О.В. Кулешова, Т.А. Роева, С.Д. Князев // Современное садоводство. – 2018. - №2. – с. 42-47.
- 40.Гурин, А.Г. Оводнённость и транспирация листьев саженцев плодовых и декоративных пород в зависимости от условий выращивания / А.Г. Гурин, С.В. Резвякова // Современное садоводство. – 2014. - №1. – с. 1-7.

41. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям (Методическое руководство) / под ред. Г.В. Удовенко. – Ленинград: ВИР, 1988. – 230 с.
42. Доанг Хоанг Жанг. Исследование засухоустойчивости перспективных для интродукции видов *Momordica charantia* L. и *M. balsamina* L. (cucurbitaceae) / Доанг Хоанг Жанг, В.К. Тохтарь // Научные ведомости. – 2011. – №9 (104). – вып. 15. – с. 43-47.
43. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследования / Б.А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
44. Евдокименко, С.Н. Использование потенциала продуктивности ремонтантных форм малины в селекции / С.Н. Евдокименко // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук. 2009. - № 3. - С. 22-25.
45. Евдокименко, С.Н. Генетическая коллекция ремонтантной малины Коккинского опорного пункта ВСТИСП и использование её в селекции / С.Н. Евдокименко // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – т. 34. - №1. – с. 275-282.
46. Евдокименко, С.Н. Генетические источники адаптивности в селекции малины ремонтантного типа / С.Н. Евдокименко // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – т. 40. - №1. – с. 126-129.
47. Евдокименко, С.Н. Оценка и создание исходного материала малины ремонтантного типа для приоритетных направлений селекции / С.Н. Евдокименко // Конкурентоспособные сорта и технологии для высокоэффективного садоводства: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 170-летию ВНИИСПК. – Орел, 2015. – с. 62-65.
48. Евдокименко, С.Н. Создание исходного материала ремонтантной малины в селекции на повышение качественных показателей плодов / С.Н. Евдокименко, А.А. Никулин // Проблемы научного обеспечения садоводства и

- картофелеводства: сборник трудов научно-практической конференции, посвященной 85-летию ФГБНУ ЮУНИИСК. – Челябинск, 2016. – с. 79-90.
49. Евдокименко, С.Н. Роль научного наследия академика И.В. Казакова в селекции и современном садоводстве / С.М. Евдокименко, И.М. Куликов, Н.М. Белоус // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – т. 48. - №1. – с. 92-97.
50. Евдокименко, С.Н. Новые сорта ягодных культур для Центрального региона России / С.Н. Евдокименко, Ф.Ф. Сазонов, Н.В. Андропова // Садоводство и виноградарство. – 2017. - №1. – с. 31-38.
51. Евдокименко, С.Н. Изучение особенностей водообмена ремонтантной малины в связи с селекцией на засухоустойчивость / С.Н. Евдокименко, И.В. Алексеенко // Садоводство и виноградарство, 2018, №1. – с. 24-29.
52. Евдокименко, С.Н. Биологический потенциал ремонтантной малины в селекции на продуктивность / С.Н. Евдокименко, И.В. Алексеенко // Сборник научных трудов Государственного Никитского ботанического сада. 2019. - Т. 148. - С. 170-179.
53. Евдокименко, С.Н. Оценка сортов малины ремонтантного типа по товарно-технологическим свойствам // С.Н. Евдокименко, К.И. Горбачев // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVII Международной научной конференции. – Брянск, 2020. – с. 433-439.
54. Ерёмин, Г.В., Гасанова, Т.А. Изучение жаростойкости и засухоустойчивости сортов // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. Орёл: ВНИИСПК, 1999. – с. 80-85.
55. Ерёмин, Г.В. Общая и частная селекция и сортоведение плодовых и ягодных культур / Г.В. Ерёмин, А.В. Исачкин, И.В. Казаков [под ред. Г.В. Еремина]. – М.: Мир, 2004. – 422 с.

- 56.Еремин, Г.В. Специфические проявления абиотических стрессов у плодовых растений на юге России и возможности минимизации их последствий / Г.В. Еремин, Т.А. Гасанова // Плодоводство и виноградарство юга России. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011. - №12(6). – С. 1-10.
- 57.Жидёхина, Т.В. Продуктивность фотосинтеза листьев боярышника и особенности её определения / Т.В. Жидёхина, Т.В. Карпачева // Аграрная Россия. – 2001. - №6. – с. 67-69.
- 58.Жидёхина, Т.В. Фотосинтетическая деятельность сортов смородины чёрной в изменяющихся условиях внешней среды / Т.В. Жидёхина // Плодоводство и ягодоводство России. – 2011. Т. 28. - №1. - с. 208-215.
- 59.Жидёхина, Т.В. Биоэнергетический потенциал смородины чёрной как фактор повышения величины и качества урожая / Т.В. Жидёхина // Научные ведомости. – 2012. - №21(140). – выпуск 21/1. – с. 87-91.
- 60.Жидёхина, Т.В. Продуктивный потенциал крупноплодных сортов малины селекции В.В. Кичины при интродукции в ЦЧР / Т.В. Жидёхина // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. – т. 31. №1. – с. 195-202.
- 61.Жидёхина, Т.В. Продуктивность фотосинтеза листьев у новых сортов смородины чёрной и их исходных форм / Т.В. Жидёхина // Плодоводство и ягодоводство России. 2012. – Т. 32. №1.– с. 145-151.
- 62.Жидёхина, Т.В. Влияние ограничения площади листьев на продуктивность фотосинтеза смородины чёрной / Т.В. Жидёхина // Плодоводство и ягодоводство России. – 2013. – Т. 37. - №1. – с. 153-156.
- 63.Жидёхина, Т.В. Продуктивность фотосинтеза и использование ФАР у новых образцов смородины чёрной / Т.В. Жидёхина // Плодоводство и ягодоводство России. 2014. – Т. 40. – ч 2. – с. 117-120.
- 64.Жидёхина, Т.В. Продуктивность фотосинтеза листьев перспективных сеянцев смородины чёрной / Т.В. Жидёхина // Вестник КрасГАУ. – 2016. - №7. – с. 62-67.

65. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (Эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – т. 1, 2. – М., 2001. – 767 с.
66. Зарицкий, А.В. Использование водоудерживающей способности листьев для оценки засухоустойчивости смородины чёрной / А.В. Зарицкий, А.Г. Саяпина // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2012. - №7 (93). – с. 39-42.
67. Зацепина, И.В. Засухоустойчивость и жаростойкость сортов смородины чёрной и красной / И.В. Зацепина // Интенсификация плодовоговодства Белоруси: традиции, достижения, перспективы: материалы Международной научной конференции. – Самохваловичи. – 2010. – с. 88-90.
68. Иваненко, Е.Н. Засухоустойчивость сорта яблони Ренет Симиренко на слаборослых подвоях в условиях аридного климата / Е.Н. Иваненко, Т.В. Меншутина, Л.В. Попова, О.С. Суховетченко // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2017. - №3 (47). – с. 1-7.
69. Иващенко, Ю.А. Засухоустойчивость сортов персика иностранной селекции в условиях Никитского ботанического сада / Ю.А. Иващенко, А.В. Смыков, О.С. Фёдорова, Р.А. Пилькевич // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – том 51. – с. 140-145.
70. Казаков, И.В., Кичина В.В. Малина. Изд-во Россельхозиздат, 1976. – 76 с.
71. Казаков, И.В. Селекция малины в средней полосе РСФСР. Тула: Приок. кн. изд-во, 1989, 217 с.
72. Казаков, И.В., Грюнер, Л.А., Кичина, В.В. Малина, ежевика и их гибриды // Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е.Н. Седова, Т.П. Огольцовой. – Орёл: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
73. Казаков, И.В. Достижения и перспективы практической селекции плодовых и ягодных культур / И.В. Казаков // Наука и образование - возрождению сельского хозяйства России в XXI веке: материалы Международной научно-практической конференции. – Брянск, 2000. – с. 13-16.

74. Казаков, И.В. Малина. Ежевика / И.В. Казаков – Фолио, 2001, 256 с.
75. Казаков, И.В. Малина ремонтантная / И.В. Казаков, С.Н. Евдокименко. – М.: ГНУ ВСТИСП Россельхозакадемии, 2007. – 288 с.
76. Казаков, И.В. Результаты и перспективы селекции малины в Центральном регионе России / И.В. Казаков, В.Л. Кулагина, С.Н. Евдокименко // Плодоводство и ягодоводство России. 2009. Т. 22 №2. С. 55-63.
77. Казаков, И.В. Селекционные возможности реализации потенциала продуктивности ремонтантных сортов и форм малины в условиях Брянской области / И.В. Казаков, С.Н. Евдокименко // Садоводство и виноградарство. – 2010. - №2. – с.21-22.
78. Казаков, О.Г. Оценка новых сортов и гибридов малины ремонтантного типа в связи с их использованием в селекции и производстве: Автореф. дис...канд. с.-х. наук: 06.01.05; Брян. гос. с.-х. акад. : Брянск, 2004. - 24 с.
79. Кириллов, Р.Е. Устойчивость сортов и форм груши и рябины к действию абиотических факторов / Р.Е. Кириллов, В.В. Чивилев, А.И. Масленников // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Т. 43. – С. 277-280.
80. Кириллов, Р.Е. Устойчивость гибридных сеянцев груши к недостатку влаги и перегреву / Р.Е. Кириллов, В.В. Чивилев // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2018. – Т.5., №1. – с. 42-45.
81. Киселева, Г.К. Оценка засухоустойчивости интродуцированных сортов гибискуса сирийского в Краснодарском Крае / Г.К. Киселева, Н.И. Ненько, Е.Л. Тыщенко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2012. - №15. – с. 122-128.
82. Кичина, В.В. Крупноплодные малины России. – М. – 2005. – 208 с.
83. Колосов, М.И. Оценка и создание исходного материала ремонтантной малины в селекции на высокую продуктивность: Автореф. дис...канд. с.-х. наук: 06.01.05; Брян. гос. с.-х. акад. : Брянск, 2011. - 22 с.
84. Кольцов, С.В. Засухоустойчивость некоторых представителей рода *Sambucus L.* в условиях Белгородской области / С.В. Кольцов, В.Н. Сороко-

- пудов // Научные ведомости. – 2011. - №9(104). – выпуск 15/1. – с. 313-315.
85. Корзин, В.В. Изучение засухоустойчивости перспективных гибридов абрикоса / В.В. Корзин // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – том 50. – с. 171-174.
86. Корнилов, Б.Б. Зимостойкость и засухоустойчивость некоторых форм декоративной яблони генофонда ФГБНУ ВНИИСПК / Б.Б. Корнилов, З.Е. Ожерельева // Современное садоводство. – 2017. - №4. – с. 49-56.
87. Корнилов, Б.Б. Жаро- и засухоустойчивость некоторых декоративных сортообразцов груши генофонда ВНИИСПК / Б.Б. Корнилов, З.Е. Ожерельева, Е.А. Долматов, Т.А. Хрыкина // Современное садоводство. – 2018. - №3. – с. 39-46.
88. Кружков, А.В. Засухоустойчивость генотипов вишни / А.В. Кружков, М.Л. Дубровский, А.С. Лыжин, Р.Е. Кириллов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Т. 42. – с. 232-234.
89. Кузнецова, Т.А. Исследование водного режима *Rosa canina* L. в разных условиях влагообеспечения / Т.А. Кузнецова, В.Н. Сорокопудов, С.Н. Шлапакова, Е.С. Лукашова, А.О. Филлиповская // Известия Горского государственного аграрного университета. – 2018. – Т. 55. - №3. – С. 106-110.
90. Кузнецов, В.В. Физиология растений / В.В. Кузнецов, Г.А. Дмитриева. – М.: Высшая школа, 2005. – 736 с.
91. Кушниренко, М.Д., Гончарова, Э.А., Бондарь, Е.М. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений. - Кишинев: Штиинца, 1970. – 79 с.
92. Легкая, Л.В. Засухоустойчивость малины и ежевики в центральной зоне плодоводства Республики Беларусь / Л.В. Легкая // Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микобиоты: материалы научно-практической конференции. – 2013. - с. 160-162.

93. Леонченко, В.Г. Евсеева, Р.П., Жбанова, Е.В., Черенкова, Т.А. Лабораторный метод комплексной оценки жаро- и засухоустойчивости плодовых культур // Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на экологическую устойчивость и биохимическую ценность плодов (метод. реком.). Мичуринск: ВНИИС, 2007. С. 34-39.
94. Литченко, Н.А. Колонновидная яблоня в Крыму / Н.А. Литченко, Э.С. Халилов, Э.Ф. Челебиев // International Innovation Research. Сборник статей IX Международной научно-практической конференции. 2017. – с. 114-118.
95. Макова, Н.Е. Статистическая интерпретация показателей роста и плодоношения малины: дис. ... к. с.-х. наук: Мичуринск: МичГАУ, 2006, 164 с.
96. Маламова, Х.Э. Особенности водного режима перспективных сортов яблони в условиях Чеченской Республики / Х.Э. Маламова, Р.Ш. Заремук // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2014. - №27(03). – с. 1-9.
97. Медведев, С.С. Физиология растений. – СПб.: Изд-во БХВ-Петербург, 2012. – 336 с.
98. Минеев, В.Г. Практикум по агрохимии / В.Г. Минеев, В.Г. Сычѳв, О.А. Амелянчик, Т.Н. Большева и др. // М.: Изд-во МГУ, 2001. – 689 с.
99. Миракилов, Х.М. Удельная поверхностная плотность листа стародавних и современных сортов тонковолокнистого хлопчатника / Х.М. Миракилов, Б.Б. Гиясидионов, Х.А. Абдуллаев, Х.Х. Каримов, Б.А. Солиева, Э.А. Эргашева, И.С. Каспарова // Доклады академии наук Республики Таджикистан. – Душанбе, 2013. – т. 56. - №3. – с. 250-255.
100. Можар, Н.В. Поиск засухоустойчивых сортов груши для условий Центральной зоны Краснодарского края / Н.В. Можар // Научные труды ГНУ СКЗНИИСиВ. – 2014. – Том 5. – с. 39-44.
101. Можар, Н.В. Использование физиологических методов в поиске адаптивных сортов айвы / Н.В. Можар // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2017. - №62. – с. 207-211.

102. Можар, Н.В. Формирование адаптивного сортимента на основе генетических ресурсов груши / Н.В. Можар // Генетические основы селекции сельскохозяйственных культур: материалы международной научно-практической конференции, посвящённой памяти академика Н.И. Савельева. – 2017. – с. 210-215.
103. Можар, Н.В. Результаты изучения генетических ресурсов груши в СКФНЦСВВ / Н.В. Можар // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2018. – Том 14. – с. 78-82.
104. Мокроносов, А.Т. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты / А.Т. Мокроносов, В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова [под ред. И.П. Ермакова]. – М.: Академия, 2006. – 448 с.
105. Мурсалимова, Г.Р. Засухоустойчивость вегетативно размножаемых подвоев яблони в условиях Южного Урала / Г.Р. Мурсалимова, С.В. Хардикова // Вестник ОГУ. – 2012. - №6. – с. 63-65.
106. Наследов, А.Д. SPSS 19. Профессиональный статистический анализ данных. – СПб.: Питер, 2011. – 400 с.
107. Ненько, Н.И. Сравнительная физиолого-биохимическая характеристика устойчивости сортов яблони различного эколого-географического происхождения к абиотическим стрессам / Н.И. Ненько, Г.К. Киселёва, Е.В. Ульяновская // Садоводство и виноградарство. – 2016. - №1.- с. 29-33.
108. Ненько, Н.И. Адаптационная устойчивость сортов яблони к гидро-термическим условиям зимнего и летнего периодов / Н.И. Ненько, Г.К. Киселёва, В.В. Шестакова, А.В. Караваева, Е.В. Ульяновская // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2017. - № 45(03). – с. 1-16.
109. Ненько, Н.И. Устойчивость яблони к экстремальным температурам и низкой влагообеспеченности / Н.И. Ненько, Е.В. Ульяновская, Г.К. Киселёва // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2018. - №1. – с. 27-30.

110. Нигматянова, С.Э. Водный режим и засухоустойчивость декоративных культур рода *Malus* Mill. в условиях Приуралья / С.Э. Нигматянова, Г.Р. Мурсалимова // Современное садоводство. – 2017. - №4. – с. 57-62.
111. Овсянников, А.С. Оценка фотосинтетической деятельности плодовых, ягодных и нетрадиционных садовых культур в связи с формированием урожая (методические рекомендации) / А.С. Овсянников, Т.В. Жидёхина, М.К. Скрипникова. – Мичуринск; Воронеж: Кварта, 2010. – 52 с.
112. Ожерельева, З.Е. Влияние недостатка воды и избытка тепла на растения малины / З.Е. Ожерельева, Н.И. Богомолова // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений. – Красноярск. – 2013. – с. 123-126.
113. Ожерельева, З.Е. Влияние обезвоживания и теплового шока на водный режим яблони / З.Е. Ожерельева, Н.Г. Красова, А.М. Галашева // Научное обозрение. – 2013. - №1. – с. 10-13.
114. Ожерельева, З.Е. Изучение водного режима сортов яблони в летний период в связи с их засухоустойчивостью и жаростойкостью / З.Е. Ожерельева, Н.Г. Красова, А.М. Галашева // Достижения науки и техники АПК. – 2013. - №1. – с. 17-19.
115. Ожерельева, З.Е. Изучение водного режима листьев малины красной в условиях Орловской области / З.Е. Ожерельева, Н.И. Богомолова // Современное садоводство. – 2014. - №2. – с. 70-75.
116. Ожерельева, З.Е. Изучение параметров водного режима вишни в условиях засухи и теплового шока / З.Е. Ожерельева, А.А. Гуляева // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – том 31. - №8. – с. 46-48.
117. Ожерельева, З.Е. Изучение водного режима сортов малины в период созревания ягод / З.Е. Ожерельева, Н.И. Богомолова // Современные исследования в сфере естественных, технических и физико-математических наук: сборник результатов научных исследований. - Киров, 2018. – с. 225-232.

118. Ожерельева, З.Е. Изучение фракционного состава воды растений малины обыкновенной в осенний период / З.Е. Ожерельева, Н.И. Богомолова // Селекция и сорторазведение садовых культур. – 2018. – т. 5. - №1. – с. 89-92.
119. Опанасенко, Н.Е. О распространении и засухоустойчивости персика / Н.Е. Опанасенко, Т.С. Елманова // Бюллетень ГНБС. – 2017. – Вып. 123. – с. 65-71.
120. Охунджонов, А.Х. Засухоустойчивость подвоев абрикоса в условиях северного Таджикистана / А.Х. Охунджонов, Д. Янгибаев, А.С. Фелалиев // Доклады академии наук Республики Таджикистан. – 2017. – Том 60. - №5-6. – с. 269-274.
121. Панфилова, О.В. К вопросу засухоустойчивости и зимостойкости смородины красной (обзор) / О.В. Панфилова // Современное садоводство. – 2011. - №1. – с. 1-7.
122. Панфилова, О.В. Влияние засухоустойчивости на показатели водного режима смородины красной / О.В. Панфилова, О.Д. Голяева // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – т. 31. №2. – с. 119-126.
123. Панфилова, О.В. Оценка устойчивости генотипов смородины красной к экстремально высоким температурам вегетационного периода / О.В. Панфилова, З.Е. Ожерельева, О.Д. Голяева // Современные сорта и технологии для интенсивных садов: материалы науч.-практ. конф. (15-18 июля 2013 г., Орёл). – Орёл: ВНИИСПК, 2013. – с. 171-173.
124. Панфилова, О.В. Оценка адаптивности красной смородины к абиотическим факторам северо-запада Центрально-Чернозёмного региона: дисс. Канд. с.-х. наук: 06.01.05 / Орловский государственный аграрный университет. Орел, 2014. – 135 с.
125. Панфилова, О.В. Влияние абиотических факторов летнего периода ЦЧР на фотосинтетический аппарат смородины красной (*Ribes rubrum* L.) / О.В. Панфилова, О.Д. Голяева // Проблемы и перспективы исследований

- растительного мира: материалы Международной научно-практической конференции молодых учёных. – Ялта. – 2014. – с. 235.
126. Панфилова, О.В. Сравнительная оценка адаптивного потенциала генотипов смородины красной (*Ribes Rubrun* L.) к абиотическим факторам вегетационного периода / О.В. Панфилова, З.Е. Ожерельева, О.Д. Голяева // Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин: Науково-практичний журнал. – 2014. - №1 (22) – с. 24-27.
 127. Панфилова, О.В. Адаптация смородины к действию засухи и аномально высоким температурам (обзор) / О.В. Панфилова, О.Д. Голяева // Современное садоводство. – 2015. - №2. – с. 88-98.
 128. Панфилова, О.В. Физиологические особенности адаптации сортов и отборных форм смородины красной к засухе и повышенным температурам / О.В. Панфилова, О.Д. Голяева // Сельскохозяйственная биология. – 2017. - №5. – с. 1056-1064.
 129. Пиловец, Г.И. Метеорология и климатология: учеб. пособие / Г.И. Пиловец. – Минск: Новое знание; М.: ИНФРА-М, 2013. – 399 с.
 130. Пиянина, Н.А. Подбор засухоустойчивых сортов и гибридов ремонтантной малины для возделывания в предгорной зоне Северного Кавказа / Н.А. Пиянина, Т.А. Гасанова // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2018. - №64. – с. 125-131.
 131. Плохинский, Н.А. Биометрия. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 367 с.
 132. Потаракина, О.В. Устойчивость сортов груши к абиотическим факторам в условиях ЦЧР (обзор) / О.В. Потаракина // Актуальные проблемы естественнонаучного образования, защиты окружающей среды и здоровья человека. – 2017. – т. 6. - №6. – с. 58-60.
 133. Прищепина, Г.А. Засухоустойчивость *Lonicera caeruleae* L. в условиях Алтайского края / Г.А. Прищепина, В.Н. Сорокопудов // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – том 50. – с. 246-251.
 134. Прудников, П.В. Агрохимическое и агроэкологическое состояние почв Брянской области / Прудников П.В., Карпеченко С.В., Новиков

- А.А., Поликарпов Н.Г. – Брянск.: Изд-во ГУП «Клинцовская типография». 2007. – 608 с.
135. Резанова, Т.А. Засухоустойчивость некоторых видов рода *Juglans* в условиях юго-запада Среднерусской возвышенности / Т.А. Резанова, В.Н. Сорокопудов, Н.В. Назарова // Научные ведомости. – 2011. - №9(104). - выпуск 15/1. – с. 302-307.
 136. Роева, Т.А. Водный режим и засухоустойчивость яблони при использовании некорневых подкормок / Т.А. Роева, Е.В. Леоничева, Л.И. Леонтьева // Вестник аграрной науки. – 2017. - №6(69). – с. 23-30.
 137. Рожнов, Н.И. Селекционные возможности создания высокопродуктивных ремонтантных форм малины для средней полосы России: Автореф. дис...канд. с.-х. наук: 06.01.05; ВСТИСП: Москва, 1996. - 24 с.
 138. Росстат. <https://showdata.gks.ru/finder/>
 139. Савин, Е.З. Засухоустойчивость клоновых подвоев яблони в степной зоне Южного Урала / Е.З Савин, Н.А. Жамурина // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2018. - №2(214). – с. 102-107.
 140. Сатибалов, А.В. Адаптивность сортов груши к погодноклиматическим условиям предгорий Кабардино-Балкарии / А.В. Сатибалов // Субтропическое и декоративное садоводство. – 2018. - №64. - с. 65-70.
 141. Семёнова, Л.Г. Водный режим сортов рода *Rubus* L. и их реакция на засуху и высокую температуру воздуха в период созревания плодов / Л.Г. Семёнова, Е.А. Добренков, Е.Л. Добренкова // Новые технологии. – 2010. - №1. – с. 50-54.
 142. Сорокопудов, В.Н. Засухоустойчивость некоторых видов рода *Juglans* L. в условиях Брянской области / В.Н. Сорокопудов, С.Н. Шлапакова, Н.Г. Тьук // Плодоводство и ягодоводство России. – 2014. – Том XXXX. Часть 1. – с. 301-305.

143. Сотник, А.И. Результаты изучения засухо- и жароустойчивости отечественных и зарубежных сортов груши (*Pyrus communis* L.) в условиях Крыма / А.И. Сотник, Р.Д. Бабина, П.Г. Хоружий, Т.С. Науменко, У.И. Канцаева // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. - №73. – с. 210-213.
144. Софронов, А.П. Засухоустойчивость лещины обыкновенной в условиях Кировской области / А.П. Софронов, Г.А. Пленкина, С.В. Фирсова // Аграрная наука Евро Северо-Востока. – 2015. - №1 (44). – с. 9-13.
145. Тооминг, Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая / Х.Г. Тооминг / Ленинград, 1977. – 199 с.
146. Третьяков, Н.Н., Паничкин, Л.А., Кондратьев, М.Н. Практикум по физиологии растений. М.: Колос, 2003. – 288 с.
147. Трунов, Ю.В. Достижения ВНИИС им. И.В. Мичурина в области совершенствования сортимента и технологий возделывания ягодных культур / Ю.В. Трунов, Т.В. Жидёхина, Е.Ю. Ковешникова, И.И. Козлова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2009. – т. 22. - №2. – с. 317-325.
148. Тулинова, Е.А. Изучение засухоустойчивости растений земляники *Fragaria ananassa* duch / Е.А. Тулинова // Аграрный вестник Урала. – 2009. - №2(56). – с. 54-56.
149. Тургунбаев, К.Т. Динамика изменения продуктивности фотосинтеза, нарастание площади листовой поверхности и пигментная система культурных сортов яблони (*Malus domestica* borkh.) Южного Кыргызстана / К.Т. Тургунбаев // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2018. - №2. – с. 157-160.
150. Упадышева, Г.Ю. Влияние стресс-факторов летнего периода на продуктивность современных сортов косточковых культур в Подмосковье / Г.Ю. Упадышева // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – Т. 31. – Ч. 2. – С. 277-283.

151. Физиология и биохимия сельскохозяйственных растений / Третьяков Н.Н., Кошкин Е.И., Макрушин Н.М. и др.; под ред. Н.Н. Третьякова. – М.: КолосС, 2005. – 305 с.
152. Фомин, Л.В. Регуляция водного режима / Л.В. Фомин // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – №8(106). – 2013. – с. 63-69.
153. ФТС. <https://customs.gov.ru/>
154. Цюпка, С.Ю. Засухоустойчивость интродуцированных сортов нектарина / С.Ю. Цюпка, Е.П. Шоферистов, Ю.А. Иващенко // Плодоводство и ягодоводство России. – 2017. – том 50. – с. 291-294.
155. Ченцова, Е.С. Перспективы интродукции и использования некоторых видов и клонов хурмы в Прикубанской зоне плодоводства: 06.01.07 – Плодоводство, виноградарство: автореф. Дис. На соиск. Учен. Степ. Канд. биол. Наук / Е.С. Ченцова. – Краснодар, 2008. – 24 с.
156. Чиркова, Т.В. Физиологические основы устойчивости растений / Т.В. Чиркова. – изд. СПб ГУ, 2002. – 147 с.
157. Шарафутдинова, Е.И. Перспективы селекции малины / Е.И. Шарафутдинова, А.А. Данилова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2012. – т. 22. - №2. – с. 377-380.
158. Шишкина, Е.Л. Оценка засухоустойчивости сортов и форм фейхоа по водоудерживающей способности и стойкости к обезвоживанию листьев / Е.Л. Шишкина // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2018. - №73. – с. 261-266.
159. Шокаева, Д.Б. Устойчивость генотипов земляники к засухе и её связь с содержанием и перераспределением воды в листьях / Д.Б. Шокаева // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2017. - №8(154). – с. 38-43.
160. Юшков, А.Н. Устойчивость плодовых и ягодных растений к обезвоживанию и перегреву / А.Н. Юшков, В.В. Чивилев, Н.В. Борzych, В.В.

- Абызов, А.В. Хожайнов // Адаптивный потенциал и качество продукции сортов и сорто-подвойных комбинаций плодовых культур: материалы междунар.науч.-практ. конф. (24-27 июля 2012 г., Орёл). – Орёл: ВНИИСПК, 2012. – с. 287-291.
161. Юшков, А.Н. Адаптивный потенциал и селекция плодовых растений на устойчивость к абиотическим стрессорам: дис. Д-ра с.-х. наук: 06.01.05 / А.Н. Юшков. – Мичуринск, 2017. – 382 с.
162. Яговцева, Н.Д. Малина западная (*Rubus occidentalis* L.) в Алтайском Крае / Н.Д. Яговцева, Г.Ю. Нихайчик // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – М.: Изд-во ВНИИССОК, 2015. - №11. – с. 93-100.
163. Ягодные культуры в Центральном регионе России: монография / И.В. Казаков, С.Д. Айтжанова, С.Н. Евдокименко, Ф.Ф. Сазонов, В.Л. Кулагина, Н.В. Андропова. – М.: ФГБНУ ВСТИСП, 2016 (2-е издание, переработанное и дополненное), - 233 с.
164. Якуб, И.А. Компоненты адаптивности и продуктивность малины ремонтантного типа, их связь и возможности совмещения / И.А. Якуб // Материалы V Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию заслуженного агронома БССР, почетного профессора БГСХА А.М. Богомолова. Горки, 19-20 февраля 2015 г., - с. 281-285.
165. Arifova, Z.L. Drought resistance of apple tree and raspberry varieties and forms promising for the Crimea region / Z.L. Arifova, E.F. Chelebiev, A.V. Smykov, E.S. Khalilov, M.K. Uskov // E3S Web of Conferences: International scientific and practical conference: Fundamental and applied research in biology and agriculture current issues achievements and innovations «FARBA 2021», Orel. – 2021. – vol. 254. - p. 1015.
166. Birgi, J. Raspberries and gooseberries in south Patagonia: Production fruit quality morphology and phenology in two environmental conditions / J.Birgi, P.L. Peri, V. Gargaglione // Scientia Horticulturae. – 2019. – vol. 258.

- p. 108574.
167. Chaves, M. Understanding to Drought – from Genes to the Whole Plant / M. Chaves, J. Maroco, J. Pereirs // *Plant Biol.* – 2003. – V. 30. – P. 239-264.
 168. Chen, T. Chemopreventive properties of black raspberries in N-nitrosomethylbenzylamine-induced rat esophageal tumorigenesis: down-regulation of cyclooxygenase-2, inducible nitric oxide synthase, and c-Jun / T. Chen, H. Hwang, M.E. Rose, R.G. Nines, G.D. Stoner // *Cancer Research.* – 2006. – vol. 66. - p 2853-2859.
 169. Demmig-Adams, B. Photoprotection and Other Responses of Plants to High Light Stress / B. Demmig-Adams, W. W. Adams // *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* – 1992. – V. 43. – P. 599-626.
 170. Donald, C.M. The breeding of crop ideotypes / C.M. Donald // *Euphytica.* – 1968. – vol. 17, p. 385-403.
 171. Ellsworth, D.S. Leaf mass per area, nitrogen content and photosynthetic carbon gain in *Acer saccharum* seedlings in contrasting forest light environments / D.S. Ellsworth, P.B. Reich // *Functional Ecology.* – 1992. – vol. 6. – p. 423-435.
 172. Evdokimenko, S.N. Some aspects of raspberry breeding with predominant fruiting on annual shoots / S.N. Evdokimenko, I.M. Kulikov, M.A. Podgaetsky // *E3S Web of Conferences: International scientific and practical conference: Fundamental and applied research in biology and agriculture current issues achievements and innovations «FARBA 2021»*, Orel. – 2021. – vol. 254. - p. 1019.
 173. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>
 174. Hecht, S.S. Identification of cyanidin glycosides as constituents of freeze-dried black raspberries which inhibit anti-benzo[a]pyrene-7,8-diol-9,10-epoxide induced NFB and AP-1 activity / S.S. Hecht, C. Huang, G.D. Stoner, P.M. Kenney, S.J. Sturla, S.G. Carmella // *Carcinogenesis.* – 2006. - vol. 27. – p. 1517–1525.

175. Huynh, N.K. Recent advances in postharvest technologies to extend the shelf life of blueberries (*Vaccinium* sp.), raspberries (*Rubus idaeus* L.) and blackberries (*Rubus* sp.) / N.K. Huynh, M.D. Wilson, A. Eyles, R.A. Stanley // *Journal of Berry Research*. – 2019. – vol. 9(4). – p. 709-724.
176. Jyothi, H. Soil moisture stress on growth and physiological of different strains of Rangpur lime // H. Jyothi, S. B. Rajadhar // *J. Maharashtra Agric. University Coll. Agric.* – 2004. – V. 29. – P. 263-266.
177. Lichtenthaler, H. K. Vegetation Stress An Introduction to the Stress Concept in Plants / H. K. Lichtenthaler // *J. Plant Physiol.* – 1996. – V. 148. – P. 4-14.
178. Morales, C.G. Phenological and physiological responses to drought stress and subsequent rehydration cycles in two raspberry cultivars / G.G. Morales, M.T. Pino, A.D. Poz // *Scientia Horticulturae*. – 2013. – vol. 162. – p. 234-241.
179. Omprakash, R. Resistance/Tolerance Mechanism under Water Deficit (Drought) Condition in Plants / R. Omprakash, P. Gobu, M. Bisen, K.N. Baghel, Chourasia // *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. – 2017. – vol. 6(4). – p. 66-78.
180. Pooter, H. Leaf area ratio and net assimilation rate of 24 wild species differing in relative growth rate / H. Poorter, C. Remkes // *Oecologia*. – 1990. – vol. 83. – p. 553-559.
181. Shipley, B. Dry matter content as a measure of dry matter concentration in plants and their parts / B. Shipley, T. Vu // *New Phyt.* – 2002. – vol. 153. – p. 359-364.
182. Stephens, J.M. Genetic parameters and breeding for yield in Red raspberry / J.M. Stephens, P.A. Alspach, R.A. Beaton, C. Winefield, E.J. Buck // *Journal of the American Society for Horticultural Science*. – 2012. – vol. 137(4). – p. 229-235.

183. Stoner, G.D. Cancer prevention with freeze-dried berries and berry components. / G.D. Stoner, L.S. Wang, N. Zikri, T. Chjen // *Seminars in Cancer Biology*. – 2007. – vol. 17. – p. 403-410.
184. Stoner, G.D. Foodstuffs for preventing cancer: The preclinical and clinical development of berries. / G.D. Stoner // *Cancer Prevention Research*. – 2009. – vol. 2. – p. 187-194.
185. Wright, I.J. Convergence towards higher leaf mass per unit area in dry and nutrientpoor habitats has different consequences for leaf life span / I.J. Wright, M. Westoby, P.B. Reich // *Jorn. Ecology*. – 2002. – vol. 90. – p. 534-543.
186. Yang, Yi-ling. Evaluation of drought-resistance traits of citrus rootstock seedlings by multiple statistics analysis / Yi-ling Yang, , Huang Chun-hui, , Gu Qing-qing, , Qu Xue-yan, Xu Xiao-biao // *Acta Hortic*. – 2015. – vol. 1065(47). – p. 379-386.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Общая оводнённость листьев малины неремонтантной в 2018-2019 гг., %

Сорт / отбор- ная форма	2018 год		2019 год		Среднее 2018-2019 гг.	
	май	июнь	май	июнь	май	июнь
Лазаревская	68,62	61,75	71,48	63,85	70,05	62,8
Жёлтый ги- гант	65,98	60,5	64,12	62,88	65,05	61,69
Патриция	67,85	61,61	69,31	67,6	68,58	64,61
Шоша	68,47	60,93	66,18	68,0	67,33	64,47
Улыбка	68,65	61,25	67,39	68,4	62,02	64,83
Гусар	69,66	64,35	68,36	65,76	69,0	65,06
Бригантина	60,43	54,97	63,59	57,18	62,01	56,08
Ньюбург	60,3	54,27	63,02	56,31	61,66	55,29
6-125-4	68,92	65,56	72,68	65,43	70,8	65,5
18-11-4	69,22	65,33	71,55	63,9	70,39	64,62
18-11-2	64,77	63,5	70,42	63,91	67,6	63,71
4-122-2	63,68	63,23	69,33	62,11	66,51	62,67
18-11-3	61,0	59,77	68,76	57,89	64,88	58,83
6-125-3	63,94	61,39	69,34	61,97	66,64	61,68
2-90-3	64,71	60,48	66,97	60,97	65,84	60,73
19-15-6	59,65	56,9	63,39	58,91	61,52	57,91
Среднее	65,37	60,99	67,86	62,82	66,62	61,9
НСР ₀₅	3,37	0,9	2,67	4,18	3,02	2,54

Приложение 2.

Водный дефицит малины неремонтантной в мае 2018-2019 гг., %

Сорт / отборная форма	2018 год	2019 год	Среднее 2018-2019 гг.
Лазаревская	11,87	9,91	10,89
18-11-3	16,29	12,97	14,63
18-11-4	16,71	13,59	15,15
Улыбка	11,91	12,53	12,22
Гусар	12,15	14,21	13,18
19-15-6	12,51	15,57	14,04
18-11-2	17,67	12,73	15,2
4-122-2	13,63	14,61	14,12
Шоша	18,01	13,83	15,92
Ньюбург	17,51	13,75	15,63
Бригантина	16,17	11,51	13,84
2-90-3	18,6	12,76	15,68
6-125-4	17,0	12,2	14,6
6-125-3	19,56	13,34	16,45
Патриция	16,62	11,4	14,01
Жёлтый гигант	13,09	12,69	12,89
Среднее	15,58	12,98	14,28
НСР ₀₅	1,67	1,88	1,78

Приложение 3.

Потеря воды после температурного «шока» +50°С и степень восстановления оводнённости листьями малины неремонтантной в 2018-2019 гг., %

Сорт / отборная форма	2018				2019		Среднее 2018-2019			
	май		июнь		май		май		июнь	
	ПВ	СВО	ПВ	СВО	ПВ	СВО	ПВ	СВО	ПВ	СВО
Улыбка	30,45	93,95	24,29	103,98	24,47	107,07	27,46	100,51	24,29	103,98
Гусар	33,38	88,74	29,97	102,76	21,44	107,04	27,41	97,89	29,97	102,76
18-11-3	37,16	83,69	29,94	104,43	29,41	103,71	33,29	93,7	29,94	104,43
18-11-4	37,38	85,81	27,75	99,01	26,38	106,82	31,88	96,32	27,75	99,01
19-15-6	36,49	97,94	26,2	97,86	23,28	82,58	29,89	90,26	26,2	97,86
Лазаревская	35,33	98,62	29,95	106,27	25,54	106,06	30,44	102,34	29,95	106,27
4-122-2	34,47	93,04	33,84	93,57	25,41	96,6	29,94	94,82	33,84	93,57
18-11-2	39,44	80,12	31,75	96,49	29,07	102,84	34,26	91,48	31,75	96,49
Шоша	39,16	76,96	30,06	98,11	27,95	102,54	33,56	89,75	30,06	98,11
Бригантина	34,47	78,42	33,84	95,84	28,87	93,92	31,67	86,17	33,84	95,84
Ньюбург	40,23	75,71	34,16	102,26	28,82	95,43	34,53	85,57	34,16	102,26
6-125-4	36,76	97,18	30,0	97,18	29,76	92,68	33,26	94,93	30,0	97,18
6-125-3	38,85	90,38	30,84	93,88	29,4	92,44	34,13	91,41	30,84	93,88
2-90-3	35,15	92,96	31,53	93,0	31,66	89,25	33,41	91,11	31,53	93,0
Патриция	40,46	86,62	32,51	92,72	30,43	91,94	35,45	89,28	32,51	92,72
Желтый гигант	41,8	75,19	33,76	90,21	30,76	93,85	36,28	84,52	33,76	90,21
Среднее	36,94	87,21	30,65	97,97	27,67	97,8	32,31	92,5	29,78	100,9
НСР ₀₅	2,38	4,58	1,97	2,45	2,78	2,04	2,58	3,31	1,97	2,45

Приложение 4.

Средняя масса ягоды у малины неремонтантной за период исследований (2018-2020 гг.)

Сорт / форма	Средняя масса ягод, г			
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	Среднее
Бригантина (к)	2,4	2,5	2,3	2,4
Жёлтый гигант	3,7	3,7	4,2	3,9
Гусар	3,1	2,9	2,6	2,9
Улыбка	3,1	3,1	3,5	3,2
Шоша	3,1	2,4	3,7	3,0
Лазаревская	2,3	2,0	3,0	2,4
Ньюбург	3,2	2,4	3,5	3,0
Патриция	3,2	3,5	3,5	3,4
4-122-2	3,2	3,2	3,0	3,1
18-11-2	3,3	2,7	3,0	3,0
6-125-3	3,1	2,7	-	2,9
18-11-3	3,9	3,9	3,8	3,9
2-90-3	3,7	3,7	3,8	3,7
19-15-6	2,9	2,2	3,1	2,7
6-125-4	3,3	2,1	2,3	2,6
среднее	3,07			

Приложение 5.

Количество стеблей в кусте, число генеративных органов на стебле и биологическая продуктивность малины неремонтантной в 2018, 2019 и 2020 годах

Сорт / отборная форма	Количество стеблей в кусте, шт.				Количество генеративных органов на стебель, шт.				Биологическая продуктивность, кг/куст			
	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее
Жёлтый гигант	5	6	6	6	81	100	100	94	1,93	2,22	2,21	2,12
Бригантина	5	3	6	5	190	144	119	151	1,3	1,04	1,79	1,37
Улыбка	5	6	5	5	196	190	220	202	2,67	3,02	3,41	3,03
Гусар	4	6	3	4	255	224	288	256	1,73	2,78	3,45	2,65
Шоша	6	5	4	5	120	63	30	71	2,67	0,98	0,29	1,31
Лазаревская	5	4	4	4	117	135	96	116	1,76	1,24	0,77	1,26
Ньюбург	5	5	6	5	104	90	170	121	1,82	1,44	2,45	1,9
Патриция	5	4	5	5	171	144	198	171	2,65	1,84	3,47	2,65
4-122-2	5	6	6	6	178	154	154	162	1,86	1,97	1,97	1,93
18-11-2	5	6	4	5	110	90	117	106	1,71	1,78	1,26	1,58
6-125-3	4	3	4	4	183	204	162	183	1,82	1,9	1,75	1,82
18-11-3	4	5	5	5	60	100	100	87	0,79	1,93	1,93	1,55
2-90-3	5	4	6	5	154	140	171	155	3,0	2,07	3,8	2,96
19-15-6	4	4	5	4	152	180	198	177	1,89	2,09	2,18	2,05
6-125-4	4	5	5	5	170	143	261	191	1,5	2,36	2,74	2,2

Приложение 6.

Средняя масса ягод у сортов и отборных форм малины ремонтантной за период исследований (2018-2020 гг.)

Сорт, форма	Средняя масса ягод, г			
	2018 г	2019 г	2020 г	среднее
Карамелька	4,0	4,0	4,7	4,2
Пингвин	3,6	3,3	4,0	3,6
Снежеть	4,5	4,3	4,3	4,4
Рубиновое ожерелье	3,9	4,3	4,0	4,1
Геракл	4,0	3,7	3,6	3,8
Брянское диво	5,3	4,6	4,4	4,8
Оранжевое чудо	4,8	4,6	4,3	4,6
29-101-20	4,6	5,1	4,5	4,7
16-88-1	5,2	4,4	4,4	4,7
Жар-птица	4,4	4,2	4,0	4,2
44-154-1	4,0	4,2	4,5	4,2
44-154-2	4,7	5,6	5,4	5,2
5-40-1	5,2	5,3	4,8	5,1
8-106-1	5,3	5,0	5,2	5,2
1-16-11	3,5	3,2	2,6	3,1
Поклон Казакову	5,1	5,5	5,0	5,2
Атлант	4,5	4,5	4,7	4,6
Медвежонок	5,3	5,6	5,0	5,3
11-107-1	3,3	3,0	3,5	3,3
37-143-3	4,1	4,5	4,3	4,3
Подарок Кашину	5,0	5,3	5,0	5,1
среднее	4,5			

Приложение 7.

Количество побегов и генеративных органов у малины ремонтантной за период исследований (2018-2020 гг.)

Объект	Количество стеблей в кусте, шт.				Количество генеративных органов на стебель, шт.			
	2018	2019	2020	среднее	2018	2019	2020	среднее
Медвежонок	5	5	4	5	120	112	183	138
Поклон Казакову	6	6	4	5	91	89	122	101
16-88-1	6	5	3	5	84	115	76	92
1-16-11	6	6	4	5	125	148	175	149
29-101-20	5	4	5	5	124	119	-	122
8-106-1	5	5	5	5	107	112	-	110
Оранжевое чудо	5	6	4	5	108	87	140	112
44-154-2	8	6	4	6	70	80	110	87
37-143-3	8	6	7	7	96	130	-	113
Атлант	8	6	5	6	80	113	131	108
Жар-птица	5	6	4	5	139	101	185	142
Брянское диво	4	5	4	4	126	103	125	118
Геракл	5	7	6	6	101	89	76	89
44-154-1	9	7	5	7	60	91	90	80
Карамелька	5	5	4	5	99	63	94	85
Рубиновое ожерелье	5	4	5	5	115	130	-	123
Подарок Кашину	5	5	3	4	136	140	212	163
Пингвин	6	6	5	6	72	73	96	80
Снежеть	5	5	5	5	110	79	-	95
11-107-1	9	7	11	9	-	156	84	120
5-40-1	5	5	4	5	123	104	147	125

Приложение 8.

Общая листовая поверхность ремонтантных сортов и отборных форм в 2018,
2019 и 2020 годах

Объект	Общая листовая поверхность, м ²			
	2018	2019	2020	среднее
Медвежонок	2,32	1,83	2,41	2,19
Поклон Казакову	2,59	1,76	2,73	2,36
16-88-1	2,03	1,25	2,56	1,95
1-16-11	2,34	1,5	2,44	2,09
29-101-20	1,48	1,63	1,85	1,65
8-106-1	1,51	1,69	1,57	1,59
Оранжевое чуло	1,35	1,03	1,57	1,32
44-154-2	1,79	1,18	2,49	1,82
37-143-3	1,77	2,01	2,47	2,08
Атлант	1,8	1,49	2,42	1,9
Жар-птица	1,43	1,07	1,37	1,29
Брянское диво	1,56	1,01	1,08	1,22
Геракл	1,74	1,09	1,25	1,36
44-154-1	1,55	1,12	2,08	1,58
Карамелька	0,94	0,8	1,04	0,93
Рубиновое ожерелье	0,72	0,9	1,03	0,88
Подарок Кашину	1,03	0,99	1,03	1,02
Пингвин	1,01	0,86	1,08	0,98
Снежеть	0,72	0,66	0,83	0,74
11-107-1	1,97	3,07	2,72	2,59
5-40-1	1,17	0,91	1,55	1,21
среднее	1,56	1,33	1,79	1,56
НСР ₀₅	0,31	0,48	0,67	0,49

Приложение 9.

Высота побегов ремонтантной малины в 2018, 2019 и 2020 годах, использованная при расчёте удельной облиственности

Сорт / отборная форма	Высота побегов, см		
	2018	2019	2020
Карамелька	127	138	130
Брянское диво	113	115	115
Снежеть	86	85	90
Пингвин	96	135	132
Рубиновое ожерелье	111	110	111
Оранжевое чудо	117	150	144
Атлант	153	166	160
Геракл	110	125	114
Жар-птица	146	165	159
Поклон Казакову	140	167	160
Подарок Кашину	150	165	150
29-101-1	135	131	140
Медвежонок	116	143	138
16-88-1	135	147	141
44-154-1	156	155	150
44-154-2	115	138	126
5-40-1	126	162	149
8-106-1	122	128	120
1-16-11	118	135	127
11-107-1	130	158	150
37-143-3	145	149	155

Приложение 10.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента общей оводнённости листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2018 г.

Результаты анализа

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Карамелька	3	56,4300003	1,34169912	1,15831733	0,66875	1,18510509
Жар-птица	3	58,6800003	0,97230226	0,98605388	0,5693	0,97017455
Снежеть	3	55,3400002	8,93919659	2,98984885	1,72619	3,11924481
Рубиновое ожерелье	3	55,7600021	2,25810051	1,50269771	0,86758	1,55592334
Брянское диво	3	61,25	1,51319885	1,23012149	0,71021	1,15952814
11-107-1	3	62,8199997	2,24109697	1,49702942	0,86431	1,37585211
Медвежонок	3	60,329998	5,04990196	2,24719858	1,29742	2,15054011
Геракл	3	57,6100006	2,33319449	1,52747977	0,88189	1,53079474
29-101-20	3	60	2,87369823	1,69519854	0,97872	1,63120556
Поклон Казакову	3	55,75	5,91669655	2,43242598	1,40436	2,51903462
16-88-1	3	61,3100014	2,27110314	1,50701797	0,87008	1,41914403
Подарок Кашину	3	57,6899986	2,59290481	1,61024988	0,92968	1,6115067
Оранжевое чудо	3	55,7099991	4,23489809	2,05788684	1,18812	2,13268995
44-154-2	3	60,6500015	3,50590301	1,87240565	1,08103	1,78241372
5-40-1	3	62,2400017	2,85879922	1,6907984	0,97618	1,56841731
44-154-1	3	58,2799988	4,44689655	2,10876656	1,2175	2,08904767
Пингвин	3	58,4700012	4,11369371	2,02822423	1,171	2,00272918
1-16-11	3	59,3499985	5,13489771	2,26603127	1,30829	2,2043705
Атлант	3	56,5499992	3,12279749	1,76714385	1,02026	1,80417502
8-106-1	3	62,2600021	4,0202961	2,00506759	1,15763	1,85934186
37-143-3	3	55,7000008	2,68390059	1,63826144	0,94585	1,69811606
По опыту	63	58,6752396	8,28008366	2,87751341	0,36253	0,61786306

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	513,37933	62				100
Повторений	74,185371	2				14,4504013
Вариантов	368,52704	20	18,4263515	10,4299736	1,8	71,7845459
Случайное	70,666916	40	1,76667285			13,765049

Ош.ср.=

0,76739234

Точ.опыта%=

1,30786395

Ош. разно-

сти=

1,08202314

Кр.Стюдента=

2

НСР=

2,16404629

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Гр.моделирования...СНИИСХ. (8-253)3-22-04

Приложение 11.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента общей оводнённости листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2019 г.

Результаты анализа

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Карамелька	3	55,25	1,3125	1,14564395	0,66144	1,1971726
Жар-птица	3	59,5099983	7	2,64575124	1,52753	2,5668377
Снежеть	3	57,3600006	30,672699	5,53829384	3,19754	5,5745039
Рубиновое ожерелье	3	52,2000008	18,1199894	4,25675821	2,45764	4,7081232
Брянское диво	3	57,7999992	1,571702	1,25367534	0,72381	1,2522660
11-107-1	3	61,1599998	5,51229763	2,34782839	1,35552	2,2163493
Медвежонок	3	66,0566711	9,88361931	3,14382243	1,81509	2,7477719
Геракл	3	62,1133347	22,8054237	4,77550268	2,75714	4,4388823
29-101-20	3	57,25	4,44190168	2,10758185	1,21681	2,1254375
Поклон Казакову	3	61,6399994	12,4587927	3,52970147	2,03787	3,3060901
16-88-1	3	56,5800018	9,05789948	3,00963449	1,73761	3,0710732
Подарок Кашину	3	58,8400002	9,67330074	3,11019301	1,79567	3,0517857
Оранжевое чудо	3	56,7200012	2,76070118	1,66153574	0,95929	1,6912695
44-154-2	3	56,1800003	1,13070202	1,06334472	0,61392	1,0927773
5-40-1	3	57,1399994	7,37669373	2,71600699	1,56809	2,7442901
44-154-1	3	56,2599983	7,34829903	2,71077466	1,56507	2,7818458
Пингвин	3	54,9599991	11,6088963	3,40718293	1,96714	3,5792174
1-16-11	3	58,1800003	3,06389928	1,75039971	1,01059	1,7370122
Атлант	3	58,3100014	16,5042992	4,06254816	2,34551	4,0224890
8-106-1	3	57,9500008	1,52709675	1,23575759	0,71346	1,2311734
37-143-3	3	57,1899986	1,11370301	1,05532134	0,60929	1,0653786
						0,8192834
По опыту	63	58,0309525	14,2405996	3,77367187	0,47544	3

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	882,90576	62				100
Повторений	21,500595	2				2,4352083
Вариантов	513,0238	20	25,6511898	2,94518518	1,8	58,106292
Случайное	348,38135	40	8,70953369			39,458496
	Ош.ср.=	1,70387149	Точ.опыта%		Ош. разности=	
	Кр.Стьюдента		=	2,93614244		2,4024586
	=	2	НСР=	4,80491734		

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Гр.моделирования...СНИИСХ. (8-253)З-22-04

Приложение 12.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента общей оводнённости листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2020 г.

Результаты анализа

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Карамелька	3	55,6000023	2,92840004	1,71125686	0,98799	1,7769686
Жар-птица	3	63,2400017	2,79490137	1,67179585	0,96521	1,5262678
Снежеть	3	60,7700005	3,34630179	1,82928991	1,05614	1,7379316
Рубиновое ожерелье	3	62,7999992	5,1853013	2,2771256	1,3147	2,0934698
Брянское диво	3	65,1800003	2,51590538	1,58616054	0,91577	1,4049865
11-107-1	3	66,7000046	3,55210352	1,88470244	1,08813	1,6313843
Медвежонок	3	64,9800034	5,64490366	2,37590051	1,37173	2,1109983
Геракл	3	60,75	1,08250153	1,04043329	0,60069	0,9887973
29-101-20	3	62,5400009	7,05731106	2,65655994	1,53377	2,4524552
Поклон Казакову	3	66,7799988	2,95990229	1,72043669	0,99329	1,4874132
16-88-1	3	61,4899979	4,9075036	2,21528864	1,279	2,0800089
Подарок Кашину	3	61,4000015	1,62369967	1,27424479	0,73569	1,1981849
Оранжевое чудо	3	60,7600021	4,07080269	2,01762295	1,16488	1,9171743
44-154-2	3	63,1599998	8,00439739	2,82920432	1,63344	2,5861969
5-40-1	3	65,5699997	2,48289418	1,57572019	0,90974	1,3874371
44-154-1	3	59,3400002	2,75489974	1,65978909	0,95828	1,6148966
Пингвин	3	61,4700012	1,76890004	1,33000004	0,76788	1,2491880
1-16-11	3	60,5900002	2,01810122	1,42059886	0,82018	1,3536609
Атлант	3	63,7200012	3,37510228	1,83714509	1,06068	1,6645891
8-106-1	3	62,6500015	3,41469765	1,84789002	1,06688	1,7029205
37-143-3	3	60,2399979	1,02760041	1,01370633	0,58526	0,9715531
По опыту	63	62,3680992	9,09686661	3,01610112	0,37999	0,6092746

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	564,0246	62				100
Повторений	89,559044	2				15,878570
Вариантов	418,98523	20	20,9492607	15,103919	1,8	74,284919
Случайное	55,480331	40	1,38700831			9,8365097

Ош.ср.=	0,67995304	Точ.опыта%=	1,0902257	Ош. разности=	0,9587337
Кр.Стьюдента=	2	НСР=	1,91746747		

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

[Гр.моделирования...СНИИСХ. \(8-253\)3-22-04](#)

Приложение 13.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента водного дефицита листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2018 г.

Результаты анализа						
Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Геракл	3	14,0699997	0,01889995	0,13747708	0,07937	0,5641253
Атлант	3	15,6199999	0,55829954	0,74719447	0,43139	2,7617986
Поклон Казакову	3	14,04	1,13590026	1,06578624	0,61533	4,3827061
Медвежонок	3	12,9200001	0,04690007	0,21656424	0,12503	0,9677509
11-107-1	3	12,6900005	0,24490027	0,494874	0,28572	2,2515022
1-16-11	3	14,3299999	1,20430028	1,09740615	0,63359	4,4214077
29-101-20	3	14,4899998	0,5079	0,71267104	0,41146	2,8396191
44-154-1	3	17,9500008	0,75640011	0,86971265	0,50213	2,7973749
Подарок Кашину	3	12,1999998	0,45369986	0,67357248	0,38889	3,1876006
37-143-3	3	15,3499994	0,62530023	0,79075927	0,45655	2,9742353
44-154-2	3	14,8000002	0,77070022	0,87789536	0,50685	3,4246830
Рубиновое ожерелье	3	19,9699993	1,07310033	1,0359056	0,59808	2,9948945
Оранжевое чудо	3	18,5100002	2,10360146	1,45037973	0,83738	4,5239176
Пингвин	3	17,0300007	0,32410005	0,56929785	0,32868	1,9300308
8-106-1	3	17,5599995	0,43570027	0,66007596	0,3811	2,1702451
16-88-1	3	16,9400005	0,7616998	0,87275416	0,50388	2,9745268
Снежеть	3	16,1599998	0,60039985	0,77485472	0,44736	2,7683327
Карамелька	3	17,3999996	0,31390014	0,56026793	0,32347	1,8590278
Брянское диво	3	16,2299995	0,67889923	0,82395339	0,47571	2,9310519
5-40-1	3	15,8000002	0,35890022	0,59908283	0,34588	2,1891179
Жар-птица	3	16,6199989	0,54729962	0,739797	0,42712	2,5699279
По опыту	63	15,7466669	4,34977102	2,08561039	0,26276	1,6686847
Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	269,68671	62				100
Повторений	10,429075	2				3,8671076
Вариантов	242,64499	20	12,1322498	29,2120667	1,8	89,972908
Случайное	16,612654	40	0,41531634			6,1599822
	Ош.ср.=	0,37207362	Точ.опыта%=	2,36287236	Ош. разно-сти=	0,5246238
	Кр.Стьюдента=	2	НСР=	1,04924762		

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Гр.моделирования...СНИИСХ. (8-253)3-22-04

Приложение 14.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента водного дефицита листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2019 г.

Результаты анализа

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Геракл	3	16,3400002	0,82869983	0,91032952	0,52558	3,2165176
Атлант	3	16,8400002	0,5484004	0,74054062	0,42755	2,5389034
Поклон Казакову	3	15,1599998	0,84640014	0,92000008	0,53116	3,5037088
Медвежонок	3	16,7200012	0,45129994	0,67178863	0,38786	2,3197207
11-107-1	3	15,29	0,79029924	0,88898778	0,51326	3,3568170
1-16-11	3	17,5	0,42009899	0,64815044	0,37421	2,1383419
29-101-20	3	19,75	0,40089917	0,63316602	0,36556	1,8509295
44-154-1	3	16,4099998	0,2724998	0,52201515	0,30139	1,8365970
Подарок Кашину	3	17,1100006	0,12040051	0,34698775	0,20033	1,170856
37-143-3	3	15,3500004	0,48610064	0,69720918	0,40253	2,6223707
44-154-2	3	17,6900005	0,50889957	0,71337199	0,41187	2,3282389
Рубиновое ожерелье	3	18,3600006	0,3410992	0,58403701	0,33719	1,8365682
Оранжевое чудо	3	19,5599995	0,64889956	0,80554301	0,46508	2,3777120
Пингвин	3	17,8800011	0,77529955	0,88051099	0,50836	2,8431947
8-106-1	3	17,25	1,23240137	1,11013579	0,64094	3,7155780
16-88-1	3	18,0499992	0,26410064	0,51390725	0,2967	1,6437922
Снежеть	3	20,3699989	0,21969989	0,46872154	0,27062	1,3285052
Карамелька	3	17,7299995	0,17370011	0,41677344	0,24062	1,3571589
Брянское диво	3	16,5200005	0,23709966	0,48692882	0,28113	1,7017463
5-40-1	3	14,6899996	0,52839994	0,72691125	0,41968	2,8569259
Жар-птица	3	15,4400005	1,1739012	1,08346725	0,62554	4,0514254
По опыту	63	17,1433334	2,68712401	1,63924491	0,20653	1,2046983

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	166,60219	62				100
Повторений	8,4910069	2				5,0965757
Вариантов	144,06497	20	7,2032485	20,5130062	1,8	86,472435
Случайное	14,046207	40	0,35115519			8,4309864

Ош.ср.=	0,34212825	Точ.опыта%=	1,99569261	Ош. разности=	0,4824008
Кр.Стьюдента=	2	НСР=	0,96480161		

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

[Гр.моделирования...СНИИСХ. \(8-253\)3-22-04](#)

Приложение 15.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента водного дефицита листьев ремонтантной малины в период плодоношения (сентябрь), %, 2020 г.

Результаты анализа						
Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Геракл	3	13,9799995	1,16729903	1,08041608	0,62378	4,4619350
Атлант	3	14,8999996	3,61809802	1,90212989	1,0982	7,3704376
Поклон Казакову	3	15,4599991	0,98039955	0,99015129	0,57166	3,6976981
Медвежонок	3	13,3199997	5,22520018	2,2858696	1,31975	9,9080143
11-107-1	3	11,9099998	1,90930021	1,38177431	0,79777	6,6983017
1-16-11	3	13,9800005	2,32679987	1,52538514	0,88068	6,2995815
29-101-20	3	12,8299999	1,09689951	1,04732966	0,60468	4,7129855
44-154-1	3	16,4400005	0,91469961	0,95639932	0,55218	3,3587434
Подарок Кашину	3	13,6599998	1,64919901	1,2842114	0,74144	5,4278173
37-143-3	3	13,79	1,21569955	1,1025877	0,63658	4,6162390
44-154-2	3	17,1499996	1,0163995	1,00816643	0,58207	3,3939659
Рубиновое ожерелье	3	15,2200003	2,54229879	1,59445882	0,92056	6,0483655
Оранжевое чудо	3	16,8999996	1,40680003	1,18608606	0,68479	4,0519948
Пингвин	3	15,5699997	0,49630055	0,70448601	0,40674	2,6123004
8-106-1	3	17,1900005	1,50310063	1,22601008	0,70784	4,1177268
16-88-1	3	18,8500004	1,55640018	1,24755764	0,72028	3,8211019
Снежеть	3	15,7700005	3,31390119	1,8204124	1,05102	6,6646518
Карамелька	3	17,3799992	1,21169841	1,10077178	0,63553	3,6566796
Брянское диво	3	16,6000004	0,1872001	0,43266627	0,2498	1,5048191
5-40-1	3	14,54	1,33409941	1,15503216	0,66686	4,5863695
Жар-птица	3	15,2299995	2,64789915	1,6272366	0,93949	6,1686506
По опыту	63	15,2700005	4,13082886	2,032444	0,25606	1,6769081
Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	256,11072	62				100
Повторений	1,5246198	2				0,5952972
Вариантов	181,47121	20	9,07356071	4,96400309	1,8	70,856552
Случайное	73,114868	40	1,82787168			28,548151
Ош.ср.=		0,78057069	Точ.опыта%=	5,11179209	Ош. разно-сти=	1,1006046
Кр.Стьюдента=		2	НСР=	2,20120931		

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Гр.моделирования...СНИИСХ. (8-253)3-22-04

Приложение 16.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента потерь воды листьями после 6 часов завядания в сентябре, %, 2018 г.

Результаты анализа

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Поклон Казакову	2	50,4000015	7,21999693	2,68700528	1,9	3,7698404
Атлант	2	54,0699997	3,07519889	1,75362456	1,24	2,2933230
37-143-3	2	49,6100006	0,48019955	0,69296432	0,49	0,9877036
Оранжевое чудо	2	53,2000008	8,90420532	2,98399162	2,11	3,9661665
Подарок Кашину	2	52,8000031	17,0528011	4,12950373	2,92	5,530303
11-107-1	2	50	12,0050077	3,46482444	2,45	4,9000015
Медвежонок	2	47,4599991	14,0449963	3,74766541	2,65	5,5836486
29-101-20	2	53,3799973	6,1952014	2,48901606	1,76	3,2971153
Карамелька	2	54,3499985	4,62079096	2,14960241	1,52	2,7966852
Жар-птица	2	54,7099991	1,41120052	1,18793964	0,84	1,5353685
Брянское диво	2	48,2400017	7,29619884	2,70114779	1,91	3,9593696
5-40-1	2	48,2300034	9,4178009	3,0688436	2,17	4,4992742
Рубиновое ожерелье	2	53,1599998	10,4882088	3,23855042	2,29	4,3077521
Пингвин	2	52,3700027	10,6721954	3,26683259	2,31	4,4109211
44-154-1	2	51,9099998	5,11999035	2,26273966	1,6	3,0822551
44-154-2	2	49,5999985	1,34479904	1,15965474	0,82	1,6532253
1-16-11	2	50,3300018	8,32319164	2,88499427	2,04	4,0532465
8-106-1	2	51,7700005	1,92079818	1,38592863	0,98	1,8929873
16-88-1	2	52,6800003	2	1,41421354	1	1,8982535
Геракл	2	52,2999992	0,64979929	0,80610126	0,57	1,0898655
Снежеть	2	53,1500015	0,48019955	0,69296432	0,49	0,9219186
По опыту	42	51,6057167	7,67980623	2,77124643	0,42761	0,8286147

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	314,867	41				100
Повторений	16,343925	1				5,1907391
Вариантов	182,14536	20	9,10726738	1,56512213	2,1	57,848346
Случайное	116,37773	20	5,81888676			36,960914
Ош.ср.=		1,70570898	Точ.опыта%=	3,30527163	Ош. разно-сти=	2,4050498
Кр.Стьюдента=		2,0999999				

В опыте НЕ выявлено СУЩЕСТВЕННЫХ различий вариантов!

Гр.моделирования...СНИИСХ.

(8-253)3-22-04

Приложение 17.

Повторности опыта (потери воды и степень восстановления оводнённости), май 2018 и 2019 гг.

Варианты	2018 год						2019 год					
	Потери воды			Степень вос-я оводн			Потери воды			Степень вос-я оводн		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Поклон Казакову	33,64	30,52	32,8	97,35	102,76	104,93	21,48	19,79	18,67	95,79	101,44	94,85
44-154-2	29,36	26,25	28,84	95,01	99	96,18	24,86	20,84	24,38	90,35	95,86	91,26
Медвежонок	33,78	30,49	31,7	94,6	98,97	95,72	21,34	19,58	21	95,89	99,29	93,03
Брянское диво	33,67	31,87	31,72	81,45	86,88	81,42	24,03	20,32	23,9	83,3	89,13	82,6
Подарок Кашину	33,58	29,26	32,26	80,09	77,44	81,75	22,42	20,14	22,06	95,85	98,95	93,32
37-143-3	29,6	27,94	28,71	90,98	95,52	95,2	27,31	24,96	22,97	89,01	94,03	91,64
Геракл	31,95	28,63	30,17	100,44	106,17	111,12	22,74	20,24	20,56	101,14	97,84	98,89
11-107-1	36,32	33,86	36,77	86,73	92,38	85,79	26,39	24,88	23,64	100,47	105,73	106,52
1-16-11	33,3	31,94	33,34	83,54	87,61	85,77	26,27	23,96	24,59	93,39	98,99	93,28
Пингвин	36,76	32,19	35,45	86,81	90,29	89,03	24,45	26,31	24,84	89,48	94,47	86,86
Рубиновое ожере- лье	29,33	26,72	29,57	86,42	90,9	93,94	29,37	25,39	28,73	80,24	86,14	77,22
5-40-1	28,16	26,86	28,17	85,76	90,75	83,11	28,08	24,65	25,72	96,17	103,65	104,98
Карамелька	38,62	34,57	36,1	83,28	87,48	84,75	29,29	27,16	29,02	80,65	87,36	84,32
Оранжевое чудо	30,97	28,12	29,56	84,36	89,24	86,65	30,15	27,09	30,3	90,58	85,54	92,11
8-106-1	40,75	38,33	40,59	82,29	87,18	83,37	30,53	27,33	27,25	90,65	97,42	97,77
Жар-птица	38,58	36,27	35,85	86,02	93,63	86,15	32,71	30,56	32,28	95,89	105,67	106,48
44-154-1	37,09	34,44	34,76	90,81	95,54	91,15	31,79	29,34	30,55	77,8	83,22	77
Атлант	35,83	33,69	32,92	84,85	88,3	82,42	32,16	30,08	32,95	95,76	98,77	99,32
16-88-1	43,41	41,86	42,77	90,21	96,46	98,15	29,61	31,42	29,63	86,25	82,39	83,3
Снежеть	42,37	39,98	38,28	85,1	89,93	87,95	28,88	30,61	29,22	80,48	87,55	73,23
29-101-20	39,18	37,29	38,07	87,98	91,67	85,1	29,97	31,7	28,9	87,21	94,48	86,06

Приложение 18.

Повторности опыта (потери воды и степень восстановления оводнённости), сентябрь 2018-2020 гг.

Варианты	2018						2019						2020					
	ПВ			СВО			ПВ			СВО			ПВ			СВО		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Поклон Каза- кову	19,98	20,06	17,81	111,56	103,92	111,79	13,9	14,97	11,39	110,71	115,62	113,21	16,35	14,24	16,96	110,75	116,22	116,11
44-154-2	19,11	25,91	17,14	100,67	107,33	110,42	15,57	19,42	17,6	111,48	118,78	120,65	21,42	19,7	20,44	100,92	105,63	101,58
Медвежонок	17,81	19,64	14,57	108,26	115,81	120,33	16,18	19,25	21,54	114,13	123,09	128,06	20,67	18,02	19,48	101,13	110,58	106,79
Брянское диво	20,64	23,72	18,7	95,65	101,23	100,72	21,61	17,3	18,51	100,49	106,81	104,31	23,06	20,55	19,78	94,89	101,45	96,1
Подарок Ка- шину	19,96	23,45	21,33	98,77	103,31	103,47	17,96	20,91	16,72	92,02	97,19	95,61	23,59	19,36	17,47	104,54	110,14	111,99
37-143-3	19,1	23,58	22,72	104,56	115,96	114,76	16,95	19,95	16,86	110,7	117,36	114,84	22,24	19,54	18,76	95,62	103,71	96,53
Геракл	17,15	19,87	20,73	105,17	116,38	110,31	14,66	18,51	16,66	111,54	120,75	115,98	18,7	15,01	16,27	107,21	116,76	113,35
11-107-1	22,17	25,03	24,25	103,67	111,56	111,14	13,51	19,19	13,14	113,89	118,68	115,22	22,64	20,78	20,51	108,37	113,55	113,27
1-16-11	21,75	24,37	21,98	98,39	106,25	96,17	13,24	18,04	10,99	107,63	115,3	105,72	24,6	20,96	22,06	100,58	107,82	101,77
Пингвин	20,54	22,68	17,95	104,98	110,12	106,59	20,68	15,68	22,74	112,22	118,22	120,5	25,33	21,31	24,97	105,49	113,94	113,51
Рубиновое ожерелье	26,91	22,51	23,03	96,49	105,78	102,38	23,82	18,39	24,15	100,95	106,36	97,76	25,95	20,69	23,11	101,07	109,42	108,77
5-40-1	21,56	19,38	20,41	100,16	108,42	109,24	18,48	21,26	22,57	112,16	117,12	118,66	24,58	20,43	18,35	100,16	105,85	98,34
Карамелька	23,57	27,85	23,91	90,55	97,46	93,9	22,44	19,21	22,73	100,7	96,84	95,86	25,84	20,35	24,85	97,8	104,29	97,85
Оранжевое чу- до	24,18	20,8	23,3	96,24	102,91	103,7	17,39	20,62	19,68	102,44	97,76	101,45	26,2	21,85	28,21	101,5	107,33	103,8
8-106-1	27,65	25,97	27,05	101,13	107,65	105,68	16,4	21,75	23,74	105,96	114,72	109,29	25,95	22,22	21,85	95,44	103,68	95,39
Жар-птица	28,42	25,46	27,93	95,97	103,31	99,64	19,28	22,11	22,63	95,34	103,91	96,64	24,49	21,16	23,2	98,62	105,95	98,7
44-154-1	26,35	23,04	23,66	96,24	100,19	98,62	24,12	22,48	24,59	98,51	105,17	101,21	25,21	23,82	24,38	97,28	104,63	98,48
Атлант	26,38	24,77	24,09	93,68	99,24	89,65	24,95	22,54	22,92	109,38	115,59	108,36	26,52	24,12	24,93	95,45	102,92	100,07
16-88-1	30,46	28,42	28,72	93,14	98,08	97,62	23,16	21,65	23,26	110,96	117,68	114,8	28,04	25,91	26,84	95,33	100,19	96,95
Снежить	30,02	27,75	27,52	94,18	98,51	100,74	23,45	20,07	24,1	71,27	78,98	68,78	26,12	23,48	26,93	93,61	97,81	98,14
29-101-20	27,54	25,59	26,79	94,51	97,8	94,88	24,86	22,69	22,2	95,9	103,52	95,51	21,55	20,33	20,76	93,96	97,23	95,79

Приложение 19.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента площади листьев типичного однолетнего побега традиционной малины, см², 2018 г.

Варианты	I	II
Желтый гигант	1978	3352
Бригантина (к)	2055	3271
Улыбка	3520	2822
Гусар	4829	4619
4-122-2	2160	3594

Результаты анализа

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Желтый гигант	2	2665	943938	971,564697	687	25,7786121
Бригантина (к)	2	2663	739328	859,841858	608	22,8313923
Улыбка	2	3171	243602	493,560547	349	11,0059919
Гусар	2	4724	22050	148,492432	105	2,22269273
4-122-2	2	2877	1028178	1013,99115	717	24,921793
По опыту	10	3220	997530,25	998,764343	315,837	9,80860233

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	8977774	9				100
Повторений	970946,19	1				10,8149996
Вариантов	6000680	4	1500170	2,99114561	6,4	66,8392868
Случайное	2006147,8	4	501536,938			22,3457146

Ош.ср.=	500,767883	Точ.опыта%=	15,5517979	Ош. разно- сти=	706,082703
Кр.Стьюдента=	2,79999995				

В опыте НЕ выявлено СУЩЕСТВЕННЫХ различий вариантов!

Гр.моделирования...СНИИСХ. (8-253)3-22-04

Приложение 20.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента площади листьев типичного двухлетнего побега традиционной малины, см², 2018 г.

	I	II
Желтый гигант	1277	1533
Бригантина (к)	3293	3643
Улыбка	2768	3392
Гусар	4022	4668
4-122-2	2089	2839

Результаты анализа

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Желтый гигант	2	1405	32768	181,019333	128	9,11032009
Бригантина (к)	2	3468	61250	247,487381	175	5,0461359
Улыбка	2	3080	194688	441,234619	312	10,1298704
Гусар	2	4345	208658	456,790985	323	7,43383217
4-122-2	2	2464	281250	530,330078	375	15,2191563
По опыту	10	2952,3999	1165277,13	1079,47998	341,362	11,5621719

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	10487496	9				100
Повторений	689587,5	1				6,57532978
Вариантов	9708882	4	2427220,5	109,056061	6,4	92,5757904
Случайное	89026,531	4	22256,6328			0,84888256

Ош.ср.=	105,490837	Точ.опыта%=	3,5730536	Ош. разно- сти=	148,742081
Кр.Стьюдента=	2,79999995	НСР=	416,477814		

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

[Гр.моделирования...СНИИСХ. \(8-253\)3-22-04](#)

Приложение 21.

Повторности опыта по определению площади листьев типичного побега ремонтантной малины, см²

Варианты	2018 год					2019 год			2020 год				
	I	II	III	IV	V	I	II	III	I	II	III	IV	V
Медвежонок	4054	5806	4276	4988	4031	4973	3938	4811	5442	3654	5378	4161	5490
Поклон Казакову	3980	4022	4979	5125	3494	4974	3953	4300	3684	6497	3475	5217	3887
16-88-1	3830	4122	4560	4977	2816	4607	3311	4616	5049	4506	3243	4710	3822
1-16-11	3009	3571	4267	4654	3959	4332	3251	3667	3615	4583	3988	4002	4122
29-101-20	3078	3379	4207	4440	3346	2924	3869	4046	4324	3110	3645	3971	3415
8-106-1	2579	2636	3482	3843	2585	2404	3355	3469	4476	2365	2582	3014	3268
Оранжевое чудо	1879	2072	2130	2633	2556	2055	2996	2680	2799	3050	3542	3196	3063
44-154-2	2136	3187	2568	3483	3511	2648	3256	2931	3359	2836	3142	3540	2683
37-143-3	2651	2767	3246	3429	2487	2517	3424	2660	4265	4005	2156	2809	2215
Атлант	2758	4116	3643	1487		2625	3144	3198	3720	2894	2451	3123	2922
Жар-птица	2044	2937	2177			2398	2782	2866	3366	2390	2459	3400	2075
Брянское диво	1900	2677	2356			1816	2909	2829	2145	3096	3278	2230	2796
Геракл (к)	1218	2156	1484	2302		1445	2122	1875	2740	1700	3032	2045	2938
44-154-1	1862	3014	2656	1332		2133	2959	1622	3223	1920	1803	2432	2197
Карамелька	1275	2224	2162			1429	2118	2438	1548	2163	1540	1949	3160
Рубиновое ожерелье	1329	2074	2030			1253	2346	1801	1817	1275	2265	2340	2588
Подарок Кашину	1476	2690	1993			1464	2385	2109	2639	1460	2062	2120	1989
Пингвин	1288	1979	1785			1162	1988	2034	1795	2050	1311	1644	2175
Снежить	1086	2070	1161			974	1533	1459	1453	1227	1383	1482	2721
11-107-1	2282	3556	2601			2391	3006	2979	2125	4100	2978	3420	2512
5-40-1	1885	3056	2103			2071	2955	1784	3189	1995	2367	3827	1572

Приложение 22.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента площади листьев типичного побега ремонтантной малины, см², 2018 г.

Результаты анализа

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Медвежонок	5	4631	581757	762,72998	341,103	7,36564922
Поклон Казакову	5	4320	492246,5	701,602783	313,766	7,26310873
16-88-1	5	4061	673791	820,847717	367,094	9,03950405
1-16-11	5	3892	402122	634,13092	283,592	7,28653574
29-101-20	5	3690	354847,5	595,690796	266,401	7,21954012
8-106-1	5	3025	355452,5	596,198364	266,628	8,81414986
Оранжевое чудо	5	2254	105992,5	325,56488	145,597	6,4594965
44-154-2	5	2977	364963,5	604,12207	270,172	9,07529736
37-143-3	5	2916	162134	402,658661	180,074	6,17539215
Атлант	4	3001	1335544,63	1155,65771	577,829	19,2545433
Жар-птица	3	2386	232123	481,791443	278,162	11,6581059
Брянское диво	3	2311	152451	390,449738	225,426	9,7544899
Геракл (к)	4	1790	272306,656	521,830078	260,915	14,5762596
44-154-1	4	2216	579058,688	760,959045	380,48	17,1696529
Карамелька	3	1887	281869	530,913391	306,523	16,2439308
Рубиновое ожерелье	3	1811	174727	418,003601	241,334	13,3260345
Подарок Кашину	3	2053	371149	609,219971	351,733	17,1326504
Пингвин	3	1684	127021	356,400055	205,768	12,2189827
Снежеть	3	1439	300027	547,747192	316,242	21,9765091
11-107-1	3	2813	439477	662,930603	382,743	13,6062269
5-40-1	3	2348	387829	622,759155	359,55	15,3130398
По опыту	84	2893,5	1165571,13	1079,61621	117,796	4,07104826

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	96742432	83				
Повторений						
Вариантов	71275136	20	3563756,75	8,81588078	1,7	73,6751556
Случайное	25467300	63	404242,844			
Ош.пок.силы влияния						
		0,08357094	Дост-ть Ф=	8,81588078		

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Гр.моделирования...СНИИСХ. (8-253)3-22-04

Приложение 23.

**Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента площади
листьев типичного побега ремонтантной малины, см², 2019 г.**

Результаты анализа

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Медвежонок	3	4574	309933	556,716248	321,42	7,0271158
Поклон Казакову	3	4409	269521	519,154114	299,734	6,7982254
16-88-1	3	4178	563787	750,857483	433,508	10,375964
1-16-11	3	3750	297307	545,258667	314,805	8,3948059
29-101-20	3	3613	363873	603,218872	348,269	9,6393184
8-106-1	3	3076	341937	584,753784	337,608	10,975544
Оранжевое чудо	3	2577	229327	478,880981	276,482	10,728834
44-154-2	3	2945	92563	304,241669	175,654	5,9644823
37-143-3	3	2867	237799	487,646393	281,543	9,8201179
Атлант	3	2989	100101	316,387421	182,666	6,1112871
Жар-птица	3	2682	62256	249,51152	144,056	5,3711986
Брянское диво	3	2518	371203	609,264282	351,759	13,969774
Геракл (к)	3	1814	117373	342,597443	197,799	10,904008
44-154-1	3	2238	455161	674,656189	389,513	17,404510
Карамелька	3	1995	265867	515,622925	297,695	14,922057
Рубиновое ожере- лье	3	1800	298663	546,500671	315,522	17,529016
Подарок Кашину	3	1986	223407	472,659485	272,89	13,740688
Пингвин	3	1728	240796	490,709686	283,311	16,395334
Снежить	3	1322	92197	303,639587	175,306	13,260695
11-107-1	3	2792	120783	347,538483	200,651	7,1866564
5-40-1	3	2270	372511	610,336792	352,378	15,523264
По опыту	63	2767,76196	981675,063	990,795166	124,828	4,5100865

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	60863820	62				100
Повторений	2231184	2				3,6658628
Вариантов	50011096	20	2500554,75	11,6014328	1,8	82,168846
Случайное	8621538	40	215538,453			14,165291
Ош.ср.=		268,041321	Точ.опыта%=	9,68440628	Ош. разно- сти=	377,93826
Кр.Стюдента=		2	НСР=	755,876526		

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

[Гр.моделирования...СНИИСХ. \(8-253\)3-22-04](#)

Приложение 24.

**Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента площади
листьев типичного побега ремонтантной малины, см², 2020 г.**

Результаты анализа

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Медвежонок	5	4825	735215	857,446777	383,462	7,9473958
Поклон Казакову	5	4552	1645207	1282,65625	573,621	12,601523
16-88-1	5	4266	527872,5	726,54834	324,922	7,6165564
1-16-11	5	4062	120981,5	347,823944	155,552	3,8294334
29-101-20	5	3693	223730,5	473,001587	211,533	5,7279377
8-106-1	5	3141	682285	826,005432	369,401	11,760612
Оранжевое чудо	5	3130	73637,5	271,362305	121,357	3,8772175
44-154-2	5	3112	126327,5	355,425812	158,951	5,1076879
37-143-3	5	3090	983698	991,815491	443,553	14,354477
Атлант	5	3022	212457,5	460,931122	206,135	6,8211336
Жар-птица	5	2738	367785,5	606,453186	271,214	9,9055557
Брянское диво	5	2709	257159	507,108459	226,786	8,3715686
Геракл (к)	5	2491	344772	587,172913	262,592	10,541618
44-154-1	5	2315	317561,5	563,52594	252,016	10,88624
Карамелька	5	2072	441188,5	664,220215	297,048	14,336308
Рубиновое ожерелье	5	2057	268609,5	518,275513	231,78	11,267859
Подарок Кашину	5	2054	175926,5	419,435944	187,577	9,1323003
Пингвин	5	1795	116620,5	341,497437	152,722	8,5082054
Снежеть	5	1653,19995	366060,188	605,029053	270,577	16,366876
11-107-1	5	3027	596752	772,497253	345,471	11,412992
5-40-1	5	2590	832262	912,283936	407,986	15,752347
По опыту	105	2971,15234	1129096,88	1062,58972	103,698	3,4901654

Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	117426008	104				100
Повторений	2176850,8	4				1,8538062
Вариантов	79761576	20	3988078,75	8,99036407	1,7	67,924964
Случайное	35487584	80	443594,813			30,221229
	Ош.ср.=	297,857269	Точ.опыта%=	10,0249748	Ош. разно-сти=	419,97876
	Кр.Стюдента=	2	НСР=	839,95752		

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

[Гр.моделирования...СНИИСХ. \(8-253\)3-22-04](#)

Приложение 25.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента общей листовой поверхности малины традиционной, см², 2018-2019 гг.

Вариант	сред 2018	сред 2019
Жёлтый гигант	24420	21043
Бригантина (к)	18393	34284
Улыбка	37506	31830
Гусар	54414	27402
4-122-2	32046	27363

Результаты анализа

Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл .	Ошибка	Точность%
Жёлтый гигант	2	22731,5	5702065	2387,9	1688,5	7,4280186
Бригантина (к)	2	26338,5	1,26E+08	11236,63	7945,5	30,166866
Улыбка	2	34668	16108488	4013,538	2838	8,186224
Гусар	2	40908	3,65E+08	19100,37	13505,99902	33,015545
4-122-2	2	29704,5	10965244	3311,381	2341,499756	7,8826432
По опыту	10	30870,1	1,03E+08	10167,98	3215,397217	10,415895

Ис-точ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	9,3E+08	9				100
Повторений	61787056	1				6,6402678
Вариантов	4,07E+08	4	1,02E+08	0,880006	6,400000095	43,700462
Случайное	4,62E+08	4	1,16E+08			49,659267

Ош.ср.=	7599,957	Точ.опыта%	24,61915	Ош. разности=	10715,938
Кр.Стьюдента		=			
=	2,8				

В опыте НЕ выявлено СУЩЕСТВЕННЫХ различий вариантов!

Приложение 26.

Результаты дисперсионного анализа однофакторного эксперимента продуктивности ремонтантной малины, кг/куст.

Результаты анализа						
Вариант	Кол-во	Среднее	Дисперсия	Ср.кв.откл.	Ошибка	Точность%
Геракл (к)	3	1,99000001	0,11289999	0,33600593	0,19399	9,74839687
Карамелька	3	1,82000005	0,24730003	0,4972927	0,28711	15,7753887
Пингвин	3	1,63999999	0,06129998	0,24758834	0,14295	8,71617031
Снежить	2	2,09000015	0,30419996	0,55154324	0,39	18,660284
Рубиновое ожерелье	2	2,23500013	5E-05	0,00707106	0,005	0,22371341
Брянское диво	3	2,42000008	0,05250002	0,22912882	0,13229	5,46642923
Оранжевое чудо	3	2,47000003	0,01269998	0,11269417	0,06506	2,63417029
29-101-20	3	2,56999993	0,05879996	0,24248703	0,14	5,44746923
16-88-1	3	2,04999995	0,82889992	0,91043943	0,52564	25,6410961
Жар-птица	3	2,83333325	0,06043335	0,24583197	0,14193	5,00933456
44-154-1	3	2,28999996	0,11830002	0,34394771	0,19858	8,67154121
44-154-2	3	2,56666684	0,02703333	0,16441815	0,09493	3,6984489
5-40-1	3	2,92666674	0,05693335	0,23860711	0,13776	4,70705748
8-106-1	2	2,81999993	0,0008	0,02828424	0,02	0,70921922
1-16-11	3	2,43000007	0,29009995	0,53860927	0,31097	12,7969627
Поклон Казакову	3	2,72000003	0,06519999	0,2553429	0,14742	5,41993761
Атлант	3	3	0,01290001	0,11357819	0,06557	2,18581343
Медвежонок	3	3,01999998	0,05490002	0,23430754	0,13528	4,47938824
11-107-1	2	3,25500011	0,00125	0,03535531	0,025	0,76804847
37-143-3	2	3,32999992	0,06479996	0,25455838	0,18	5,40540457
Подарок Кашину	3	3,16333342	0,18083329	0,42524499	0,24552	7,76128435
По опыту	58	2,53775859	0,29941097	0,54718459	0,07185	2,83119345
Источ.вариации	Сумма кв.	ст.свободы	Дисперсия	Fфакт	Fтаб095.	Влияние %
Общее	17,066412	57				
Повторений						
Вариантов	12,213242	20	0,6106621	4,65561581	1,9	71,5630341
Случайное	4,8531704	37	0,13116677			
Ош.пок.силы влияния		0,15371335	Дост-ть Ф=	4,65561581		

В опыте выявлены СУЩЕСТВЕННЫЕ различия вариантов!

Гр.моделирования...СНИИСХ. (8-253)3-22-04