

На правах рукописи

ГРИГОРЬЕВА ЛЮДМИЛА ВИКТОРОВНА

**АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПОВЫШЕНИЯ
ПРОДУКТИВНОСТИ ЯБЛОНИ В НАСАЖДЕНИЯХ ЦЧР РФ**

Специальность 06.01.08 – плодоводство, виноградарство

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
доктора сельскохозяйственных наук

Краснодар, 2015

Диссертационная работа выполнена в ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет» Министерства сельского хозяйства РФ

- Научный консультант:** доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Бобрович Лариса Викторовна
- Официальные оппоненты:** **Савин Евгений Захарович,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Оренбургский государственный университет», кафедра общей биологии,
профессор
- Кладь Александр Анатольевич,**
доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», кафедра плодоводства,
профессор
- Ноздрачева Раиса Григорьевна,**
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,
ФГБОУ ВПО «Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I»,
кафедра плодоводства и овощеводства,
заведующая
- Ведущая организация:** ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства»

Защита состоится 25 сентября 2015 г. в 10⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 006.056.01 в ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства» по адресу: 350901, г.Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБНУ «Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский институт садоводства и виноградарства» <http://www.kubansad.ru>.

Автореферат разослан «__» _____ 2015 г.

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенные печатью организации, с указанием почтового адреса, телефона, электронной почты организации, сайта организации, фамилии, имени, отчества, должности лица, подготовившего отзыв, просим направлять ученому секретарю диссертационного совета по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39, тел./факс 8(861) 257-57-02, e-mail: kubansad@kubannet.ru.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 006.056.01,
кандидат с.-х. наук

В.В. Соколова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Современное плодоводство РФ должно базироваться на интенсивных технологиях возделывания садов, которые объединят в себе слаборослость, скороплодность, стабильную экономически целесообразную урожайность и высокое качество плодов (Куликов, 2002; Егоров, 2009). Такие насаждения следует закладывать качественным посадочным материалом, получение которого возможно только при своевременном и квалифицированном выполнении в питомниках всего комплекса современных агроприемов (Борисова, 2012; Гаджиев и др., 2002; Муханин И.В., 2011).

Актуальность исследований заключается в решении основных вопросов, связанных с созданием и возделыванием высокопродуктивных насаждений яблони, что обеспечит повышение эффективности отрасли плодоводства в условиях ЦЧР. Исследования, направленные на высокую реализацию потенциала продуктивности яблони в садах интенсивного типа являются первостепенными, т.к. решение этих вопросов позволит добиться улучшения обеспечения населения свежими плодами и продуктами их переработки.

Степень разработанности темы исследований. Разработкой элементов технологии возделывания насаждений яблони разного типа (маточники, питомники, сады) занимались многие отечественные ученые. Большой вклад в исследования по развитию питомниководства внесли известные селекционеры – В.И. Будаговский (1975), Г.В. Трусевич (1978), Г.В. Еремин (2012), С.Н. Степанов (1981) и технологи – А.А. Борисова (2000), В.А. Потапов (1988), Ю.Б. Рябушкин (2003), Е.З. Савин (2000), В.Г. Муханин и др. (2002), С.Г. Гаджиев (1999), В.А. Грязев (1998) и др.

Вопросы, связанные с изучением биологии роста и развития плодовых растений в плодоносящих насаждениях исследованы Н.В. Агафоновым (1982), В.В. Грищенко (1982), Р.П. Кудрявец (1987), В.И. Бабук и др. (1987), М.Д. Кушниренко (1975), Б.С. Гегечкори (1998), И.А. Драгавцевой и др. (2013), Т.Н. Дорошенко и др. (2005), В.В. Хроменко (2000) и др.

Всесторонняя проработка многих технологических аспектов возделывания садов разного типа В.А. Гудковским и А.А. Кладь (2001), П.С. Гельфандбейн (1965), А.С. Девятовым и др. (1984), Н.П. Донских (1977), Е.А. Егоровым и др. (2014), Г.В. Ереминым (2013), В.Ф. Воробьевым (2005), В.А. Колесниковым и др. (1972), В.Г. Колтуновым и В.И. Черепахиным (1972), И.М. Куликовым (2002), З.А. Метлицким и др. (1970), В.Г. Муханиным и др. (2006), Е.Н. Седовым (2006), А.Н. Фисенко и др. (1999), В.И. Якушевым (1980) и другими учеными позволила начать перевод российского садоводства на интенсивные технологии в разных природно-климатических зонах.

Цель проводимых исследований – разработать новые теоретические подходы по управлению продуктивностью и качеством продукции современных насаждений яблони разной конструкции на основе разработанного комплекса биологически-обоснованных эффективных элементов технологии (на примере ЦЧР РФ).

В задачи исследований входило:

1. Раскрыть биологические особенности формирования качества посадочного материала яблони в полном цикле его производства для садов разной конструкции.

2. Создать агробиологические модели привойно-подвойных комбинаций яблони для садов разного типа, внедрение которых обеспечит высокую стабильную продуктивность насаждений.

3. Разработать методические подходы к оценке формирования продуктивности и устойчивости привойно-подвойных комбинаций яблони к абиотическим стрессорам, на основе этого отобрать лучшие для эффективного использования в современных садах региона.

4. Отработать и предложить новые эффективные агротехнические мероприятия, обеспечивающие целесообразно максимальную реализацию потенциальной продуктивности яблони и высокое качество получаемой продукции в насаждениях разной конструкции.

5. Провести экономическую оценку эффективности применения разработанных агроприемов возделывания яблони в зависимости от различных конструкций насаждений в условиях ЦЧР.

Научная новизна исследований. Впервые разработаны теоретические подходы к формированию насаждений яблони разной конструкции с интенсивными технологиями и управлению их продуктивностью (на примере ЦЧР РФ).

Созданы агробиологические модели привойно-подвойных комбинаций яблони для садов интенсивного типа с целью управления их продуктивностью.

Разработана система основных критериев оптимального физиологического состояния деревьев яблони на клоновых подвоях в саду интенсивного типа.

Математически подтверждены зависимости между агробиологическими параметрами, обеспечивающими формирование высокой продуктивности привойно-подвойных комбинаций яблони.

Теоретическая значимость исследований. Предложена система основных критериев (биологические модели) оптимального физиологического состояния растений в агроценозах яблони, представляющая существенный вклад в создание высокопродуктивных и стабильно функционирующих насаждений.

Получены новые знания, позволяющие раскрыть биологические закономерности роста и развития привойно-подвойных комбинаций яблони. Сформирован комплекс основных биологических составляющих продуктивности яблони в насаждениях разной конструкции.

Практическая значимость исследований. Использование результатов проведенных исследований позволило решить ряд производственно-важных задач. Отработаны эффективные агроприемы возделывания насаждений яблони разной конструкции, обеспечивающие получение стабильных и высоких урожаев качественных плодов в садах различного типа. Технологические приемы прошли производственные испытания и внедрены при возделывании маточников (16 га), питомников (90 га), садов (~6000 га) в специализированных садоводческих хозяйствах ЦФО РФ: ООО «Снежеток», ООО Агрофирма «Мичуринские сады», ФГУП учхоз-племзавод «Комсомолец» (Тамбовская область); ЗАО «Корочанский плодпитомник», ООО «Федосеевские сады» (Белгородская область); ООО «Агроном-сад», ЗАО «Агрофирма им. 15 лет Октября», ООО «Агросад» (Липецкая область); ОАО «Новонадеждинское», ЗАО «Острогжсксадпитомник» (Воронежская область), ООО «Ровенские сады» (Тульская область) и др.

Научно обоснованные подходы к закладке и возделыванию насаждений яблони разных конструкций обобщены в монографии и 4 методических рекомендациях, которые используются с.-х. предприятиями и в учебном процессе.

По результатам исследований предложены усовершенствованные методические подходы к закладке и проведению однофакторных полевых опытов с плодовыми деревьями в промышленных садах, закладываемых по методу дерево-делянка, к оценке некоторых биометрических показателей и определения рациональных схем размещения деревьев.

Методология и методы исследований базируются на системном подходе и общепризнанных апробированных методиках, применяемых в научных исследованиях с плодовыми культурами.

Основные результаты получены с использованием полевых, лабораторных методов и наблюдений, статистических методов планирования исследований и обработки полученных данных, экономического анализа.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Система формирования высококачественного посадочного материала яблони в полном цикле его производства на основе изучения биологических особенностей роста растений (корневой системы, площади листьев, накопления вегетативной массы, чистой продуктивности фотосинтеза).

2. Создание и использование агробиологических моделей для оценки привойно-подвойных комбинаций яблони в садах разного типа в целях управления их продуктивностью.

3. Применение комплекса разработанных технологических приемов при создании современных насаждений в условиях ЦЧР в целях более полной реализации биологического потенциала яблони для обеспечения высокой скороплодности и урожайности (на уровне 25-35 т/га).

Степень достоверности и апробация результатов исследований. Основные исследования выполнены в соответствии с тематическими планами НИР ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ МСХ РФ и ФГБНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина, их результаты отражены в научных отчетах и ежегодно докладывались на Ученых советах, где были одобрены и утверждены. Достоверность и обоснованность полученных результатов подтверждены 25-летними исследованиями, проведенными лично автором или при его участии, и большим объемом экспериментального материала, статистически проанализированного. Результаты исследований были доложены на многочисленных международных и всероссийских форумах, научных, научно-практических и производственных совещаниях и конференциях: Минск, 1997; Киев, 1991; Алма-Ата, 1990; Орел, 1996, 2000, 2001, 2008, 2009, 2010, 2012; Воронеж, 1996, 2005, 2006, 2009, 2010, 2014; Тарту, 2000; Москва, 2001, 2002, 2006, 2007, 2008, 2012, 2013; Краснодар, 2001, 2010; С.-Петербург, 2002; Нальчик, 2009; Белгород, 2008, 2009, 2014; Кишинев, 2010; Брянск, 2012; Саратов, 2011; Мичуринск 1990, 1995, 1998, 1999, 2000, 2001, 2003, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 145 научных работ с долей автора объемом 51,2 п. л., в том числе 50 – в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России, 8 – в иностранных изданиях, 1 монография (17 п. л.), 4 рекомендации производству (25,4 п. л.).

Личный вклад автора. Всесторонний анализ состояния отрасли плодоводства и путей его развития, на основе этого постановка проблемы исследования, ее цели и задач, разработка плана исследований и схемы опытов, постановка и проведение экспериментов, сбор, анализ и обобщение полученных результатов, их апробация и внедрение, расчет экономической эффективности выполнены лично автором. При многоплановом характере исследований и большом объеме проведенных опытов часть исследований была выполнена в сотрудничестве с доктором с.-х. наук, профессором В.Г. Муханиным, кандидатом с.-х. наук И.В. Муханиным, аспирантом В.Н. Муханиным, а также аспирантами автора – Е.А. Каплиным, А.Ю. Чупрыниным, О.А. Ершовой и А.А. Балашовым.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 446 страницах компьютерного текста, состоит из введения, основной части, заключения, рекомендаций, списка использованной литературы, состоящего из 795 источников, в т.ч. 192 на иностранном языке. Работа содержит 60 таблиц, 72 рисунка, 26 страниц приложений.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Условия, объекты, место и методика проведения исследований

Основные исследования выполнены в условиях Тамбовской области, в Центрально-Черноземном районе в 1990-2012 годы в соответствии с планами НИР на базе экспериментальных насаждений ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ МСХ РФ и ФГБНУ ВНИИС им. И.В. Мичурина – садов, питомников, маточников. Научно-производственные опыты заложены в хозяйствах ООО «Снежеток», ООО Агрофирма «Мичуринские сады», ФГУП учхоз-племзавод «Комсомолец» Тамбовской, ООО «Федосеевские сады» и ЗАО «Корочанский плодopитомник» Белгородской, ЗАО «Острогожсксадпитомник» Воронежской, ЗАО «Агрофирма им. 15 лет Октября», ООО «Агроном-сад» Липецкой областей.

С 1990 по 1998 годы изучались физиологические закономерности формирования продуктивности у привойно-подвойных комбинаций яблони в зависимости от разных форм подвоев (54-118, 62-396, В9) и видов обрезки.

С 1998 по 2012 годы исследования проводились в садах 1998, 2000, 2003, 2005 и 2007 годов посадки на 15 сортах яблони, привитых на клоновые подвои 62-396, 54-118, 57-545, МБ, Р14, Р60, Р59, Р16, Р22. Кроны деревьев формировались по веретеновидному типу. В садах установлена шпалера с индивидуальной опорой для дерева. Междурядья находились под задернением злаковыми травами и черным паром. Приствольные полосы содержались под гербицидным паром.

С 1996 по 2011 годы исследования проводились в отводковых маточниках клоновых подвоев яблони с горизонтально ориентированными маточными растениями и применением органического субстрата (опилки хвойных пород), со схемой посадки 1,6x0,2 м. Объектами являлись разные по силе роста клоновые подвои яблони: 62-396, 57-545, 54-118, МБ, Р60, Р59, Р22, Р16, М 9 и М 26.

В полях питомника научная работа велась с 1997 года на клоновых подвоях яблони: 62-396 (полукарликовый), 54-118 (среднерослый) и Р60 (карликовый). Сорта: Лобо, Орлик, Мартовское и Красивое. Основная схема посадки 0,9x0,2 м.

Климатограмма за период исследований показывает, что наиболее засушливы 2002 и 2010 годы, когда с апреля по октябрь выпало осадков в 2,5 раза меньше

среднегодовой нормы (ГТК= 0,57 и 0,38, соответственно). Наиболее влагообеспеченным был 1990 год, когда за вегетацию (апрель-октябрь) выпало осадков на 48% больше нормы (ГТК=2,12). Влажным вегетационным периодом характеризовались 1997, 2000, 2001 и 2007 годы (осадков на 17-28% выше нормы). Самые жаркие вегетационные периоды наблюдались в 1995, 1999, 2007 и 2010 годах (сумма среднесуточных температур на 7-30% выше нормы). Самой сложной была зима 2005-2006 годов, отличительной особенностью которой стал длительный морозный период с критически низкой температурой. Остальные годы по метеорологическим показателям мало чем отличались от среднегодовых данных. В целом, почвенно-климатические условия ЦЧР пригодны для возделывания плодовых насаждений, в том числе, при условии орошения, на клоновых подвоях.

Исследования проводились с использованием стандартных методик с учетом «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1973, 1999), в соответствии с «Программно-методическими указаниями по агротехническим опытам с плодовыми и ягодными культурами» (1956) и методическими указаниями С. Пирса (1969). Показатели: биометрические, урожая, водного режима, светового режима, продуктивности фотосинтеза, устойчивости растений, биохимического состава и товарных качеств плодов, экономической эффективности агроприемов определяли по общепринятым методикам. Экспериментальный материал обработан методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову (1979, 1985) с использованием статистических программ: Microsoft Excel, Bas, STATISTICA.

Пути формирования высококачественного посадочного материала яблони в полном цикле его производства

Особенность производственного процесса при выращивании посадочного материала заключается в том, что все вырабатываемые саженцами ассимиляты (за исключением затрат на дыхание) идут на увеличение их вегетативной массы. Коэффициент хозяйственного использования ассимилятов ($K_{хоз.}$) в питомнике очень высок и приближается к 100 %. При выращивании подвоев в отводковом маточнике $K_{хоз.}$ несколько ниже, т.к. часть ассимилятов идет на рост материнского растения, функционирующего всю ротацию маточника.

Основные агротехнические элементы возделывания маточников горизонтальных отводков клоновых подвоев разрабатывались на протяжении пятнадцати лет (Муханин, Григорьева, 2002; Григорьева, Муханин, 2008; Григорьева, Каплин, 2011). Отличительными особенностями данной интенсивной технологии получения клоновых подвоев яблони являются наличие горизонтально ориентированных многолетних маточных растений и применение в качестве субстрата для окулировки отводков перепревших опилок хвойных пород. Это позволило значительно повысить общий выход отводков и их стандартность, снизить их себестоимость. По результатам проведенных исследований изданы рекомендации по возделыванию горизонтального маточника клоновых подвоев (Григорьева, Муханин, 2007, 2011).

Выявлены закономерности формирования и роста отводков 6 форм подвоев в отводковых маточниках с применением органического субстрата. Установлено,

что накопление вегетативной массы отводками на 86% обусловлено сформированной площадью листьев. Доля влияния силы роста подвоев на формирование листовой поверхности в расчете на единицу площади маточника составила 83%. Высота отводков на 67% определялась силой роста данного подвоя ($r = 0,82$). Отводки подвоя 54-118 имели в 1,6-1,7 раза, а подвоя 62-396 – в 1,9-2,1 раза большую длину корней по сравнению с другими формами. У подвоя Р60 чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) листьев на 18 и 12% ниже по сравнению с подвоями 62-396 и 54-118, соответственно. Высокая оводненность (60-65%) и низкий водный дефицит (5-12%) отводков обеспечивались хорошим водным режимом маточных растений, благодаря наличию в маточнике высокой мульчи из перепревших опилок. По высокой засухоустойчивости можно выделить подвои 54-118 и Р16.

Лучшие показатели по качеству отводков определены у форм 62-396, Р60 и 54-118, выход 1 и 2 сорта составил у них 55-58% (рисунок 1).

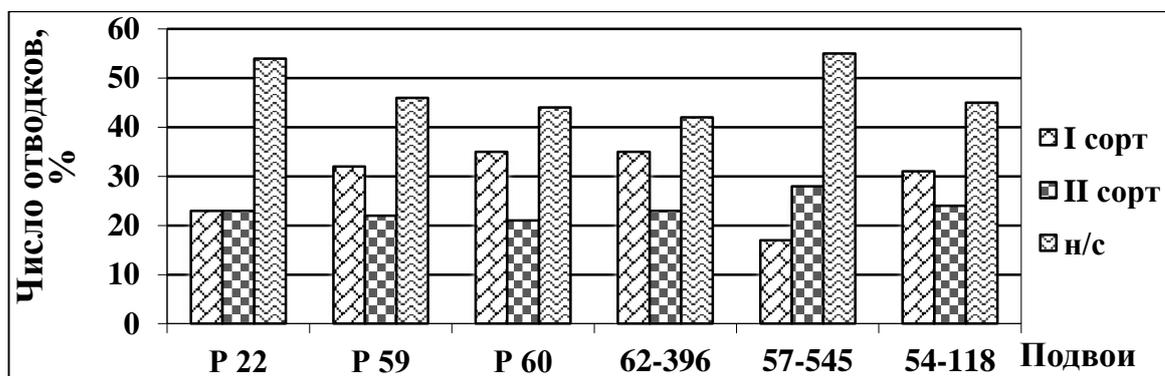


Рисунок 1 – Сравнительная оценка качества отводков разных форм подвоев в горизонтальном маточнике (2000–2007 гг.)

Показаны основные факторы, влияющие на продуктивность маточника и качество получаемых отводков. Определена экономическая эффективность применения разработанных агроприемов. Установлено (Каплин, Григорьева, 2008), что наибольшая продуктивность обеспечивается при открытии маточника в период с 15 по 28 апреля (сумма среднесуточных температур воздуха 200°C). При данных сроках разокучивания диаметр штамба отводков на 20%, высота отводков на 20-40%, высота зоны окоренения в 1,5-2 раза больше в сравнении с более поздними сроками. При ранних сроках открытия маточника (1-15 апреля) возможно повреждение (до гибели) отрастающих молодых побегов возвратными заморозками, при поздних – происходит их выломка.

При окучивании одревесневших побегов снижалась активность ризогенеза: число корней отводков подвоев 62-396, Р59 и Р60 уменьшилось в среднем на 50%, их длина – на 20-50%, а у отводков подвоев 54-118 и 57-545 наблюдалось уменьшение их числа на 20-50% и длины – на 30-60% даже при окучивании полуодревесневших побегов, по сравнению с травянистыми (рисунок 2). Наиболее эффективно начинать окучивание подвоев 54-118 и 57-545 только в травянистом состоянии (высота 15-20 см), что обеспечивает получение 140-160 тыс. шт./га (26-34%) стандартных подвоев. У подвоев 62-396, Р60 и Р59 этот агроприем можно проводить на отводках, как в травянистом, так и в полуодревесневшем состоянии (высота 15-35 см), получая 170-200 тыс. шт./га (48-56%) стандартных подвоев.

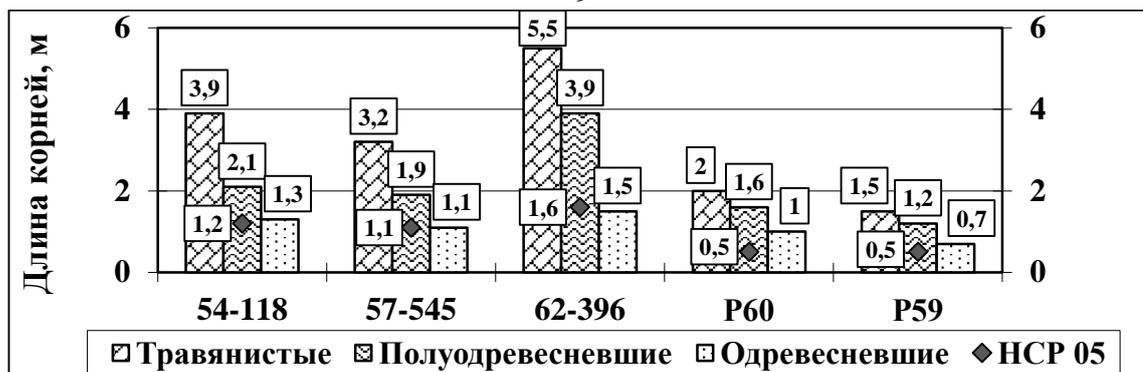


Рисунок 2 – Длина корней первого порядка ветвления у отводков при разных сроках окучивания (2000-2002 гг.)

Установлено (Григорьева, Каплин, 2011), что при высоком первом окучивании (3/4-4/5 прироста) высота зоны окоренения существенно увеличивается, образуется большее число корней, а их суммарная длина превышает у подвоев 54-118 на 39%, у 62-396 – на 31%, у P60 – на 43% аналогичные показатели при окучивании на 1/2 побега. При практически одинаковом общем выходе отводков высокое первое окучивание увеличивает число стандартных отводков у подвоев 54-118 на 51%, у 62-396 – на 43%, у P60 – на 30% по сравнению с окучиванием на 1/2 побега, благодаря хорошему росту корней.

Высота завершающего окучивания отводков (Григорьева, Каплин, Медведев, 2009) не повлияла на их общий выход, но существенно повысила их стандартность: при окучивании на 25-30 см, в сравнении с окучиванием на 10-15 и 15-20 см – на 50-100%, за счет лучшего развития корневой системы в более благоприятных условиях (рисунок 3). У отводков при окучивании на 25-30 см существенно увеличена высота зоны окоренения – в 2,2-3,5 раза, суммарная длина корней – в 2,1-3,1 раза, в сравнении с окучиванием на 10-15 см. Таким образом, высота субстрата в 25-30 см способствует получению у формы 54-118 – 162, у 57-545 – 164, у 62-396 – 230, у P59 – 214, у P60 – 232 тыс. шт./га стандартных подвоев.

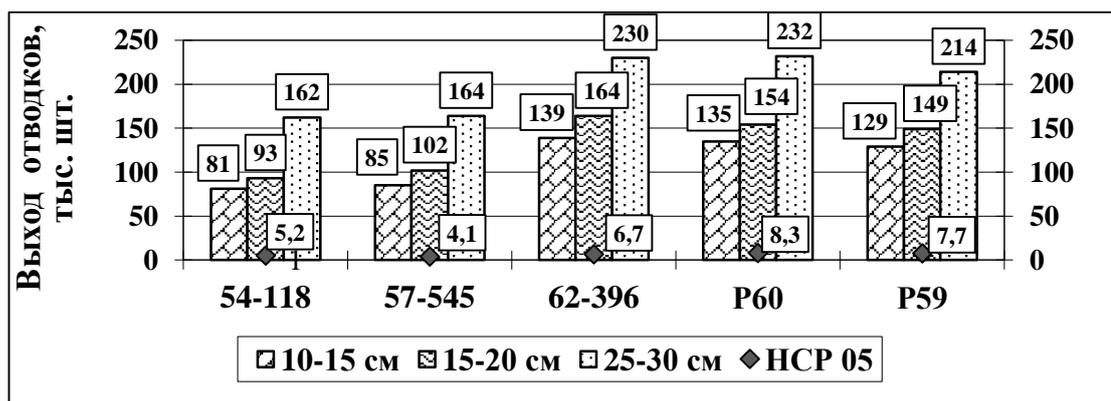


Рисунок 3 – Выход стандартных отводков при разной высоте окучивания (2001-2003 гг.)

Снижение продуктивности маточника и качества отводков связано с неполным раскрытием маточных растений весной и недостаточным разокучиванием осенью перед отделением отводков. Это приводит к образованию высоких пеньков, снижению высоты окучивания, слабому развитию корневой системы и уменьшению выхода стандартных отводков. В таких случаях необходимо проводить омоложение маточных растений.

Рано весной при открытии маточной косички вырезались многолетние пеньки на высоте 1-1,5 см от уровня почвы. В год проведения омоложения общий выход отводков снизился у подвоев 62-396 на 40%, у МБ – на 42% за счет уменьшения нестандартной продукции. Высота растений увеличилась на 10 и 12%, диаметр – на 11 и 15%, высота зоны окоренения – в 1,9 и 2,1 раза, соответственно, что в среднем за два года привело к увеличению выхода стандартных отводков с 35-40% до 64-68% в зависимости от подвоя.

Разработан перечень показателей, наиболее полно отражающих качество отводков, их биометрические и физиологические характеристики, приведены их оптимальные значения; выявлены особенности продукционного процесса при выращивании разных форм подвоев, формирования у них корневой системы, площади листьев, их фотосинтетической деятельности.

Установлено, что стандартность отводков в маточнике интенсивного типа в первую очередь определяется развитием их корневой системы (высота зоны окоренения, число бернот и длина корней). В связи с этим разработанные агроприемы создают оптимальные условия для процесса формирования и роста корней отводков. Однако анализ значимости качественных показателей выявил, что большее значение имеет диаметр подвоев, чем развитие корневой системы, которую, в первую очередь, необходимо оценивать по наличию на побеге бернот. Развитие мочки корней имеет значение только при отсутствии в питомнике постоянного орошения, поэтому при отборе подвоев для закладки питомника, прежде всего, нужно обращать внимание на их диаметр.

Разработаны параметры агробиологической модели горизонтального отводкового маточника клоновых подвоев яблони интенсивного типа. Определены пути оптимизации факторов продукционного процесса, влияющих на повышение продуктивности фотосинтеза, что непосредственно отражается на качестве получаемых подвоев. Отработан основной комплекс агроприемов ведения маточника. Число стандартных отводков увеличивается при разокучивании маточника в конце апреля в 1,5-2,5 раза, при окучивании побегов в травянистом состоянии – в 2-2,5 раза, при высоком первом окучивании – на 30-50%, при окучивании на высоту 25-30 см – в 1,7-2,1 раза, при омоложении маточника – на 28-29% по сравнению с другими вариантами.

Эффективность первого окучивания при высоте растений 15-20 см обеспечивает высокую рентабельность (315-383%) и получение прибыли от 1570 до 1936 тыс. руб./га. У подвоев 57-545 и 54-118 прибыль снижается при окучивании полудревесневших побегов в 2,3 и 2,7 раза, а одревесневших – в 3,8 и 4,9 раза, соответственно. У других подвоев существенное снижение прибыли – в 1,9-3,6 раза, отмечено только при окучивании одревесневших побегов.

Выход стандартных отводков при конечной высоте окучивания 25-30 см существенно увеличивается, что повышает прибыль в 1,9-3,4 раза, в зависимости от формы подвоя, по сравнению с высотой окучивания 10-15 см (рисунок 4).

При оценке энергетической эффективности технологии возделывания горизонтальных отводковых маточников (Курьянова, Григорьева, Бобрович, 2012; Курьянова и др., 2014) установлено, что наибольшие затраты энергии приходятся на оборотные средства производства (до 76%). Энергозатраты на один полученный

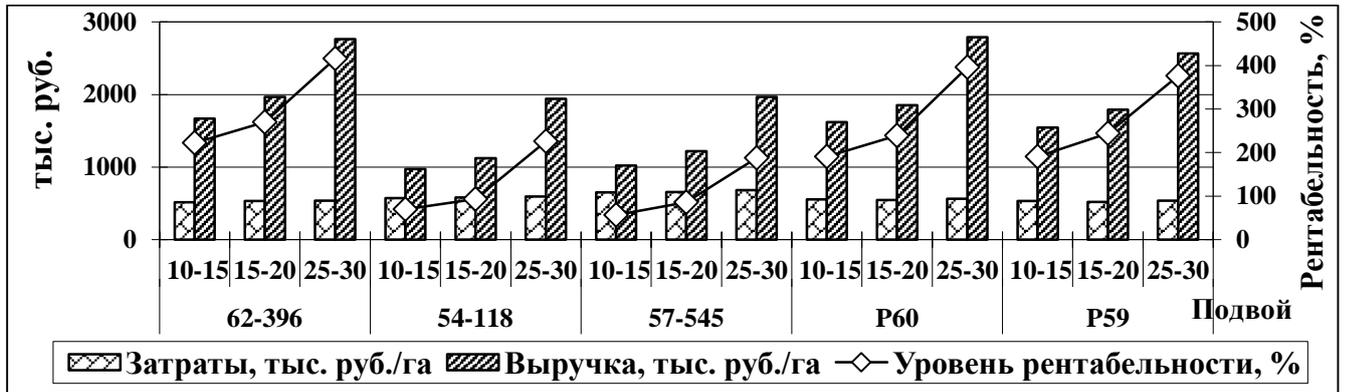


Рисунок 4 – Экономическая эффективность выращивания подвоев при разной высоте окуливания органическим субстратом (перепревшие опилки)

отводок в зависимости от формы подвоя в среднем составили 1,4 МДж.

Рентабельность возделывания вертикального маточника клоновых подвоев яблони при себестоимости отводка 5,16 руб. и прибыли 174 тыс. руб./га составила всего 51,8% с окупаемостью на третий продуктивный год. Низкие экономические показатели такого типа маточника объясняются значительной разницей в выходе стандартной продукции и более высокой энергозатратностью (3,5 МДж/подвой).

Экономическая эффективность получения подвоев в горизонтальном маточнике с применением органического субстрата за 8 продуктивных лет показала, что затраты в среднем составили 473-670 тыс. руб./га, прибыль – 1,4-2,3 млн. руб./га. Себестоимость стандартного отводка равна 2,41-2,77 руб., при учете нестандартного материала она снижалась до 1,40-1,50 руб. Рентабельность производства в данном маточнике достаточно высока, особенно у подвоев 62-396 (365%) и P60 (343%).

Современные технологические регламенты формирования саженцев разработаны на основе изучения их основных агробиологических параметров, что позволяет получать посадочный материал для закладки садов разного типа.

Установлено (Григорьева, Чупрынин, 2010), что более высокие темпы роста корней подвоев в питомнике наблюдались в первой половине вегетации (22.05.-22.07.), когда их объем увеличился у подвоев 54-118 в 2,8, у 62-396 – в 2,3 и у P60 – в 2,4 раза, затем (23.07-23.09.) активность их роста снизилась у всех подвоев, увеличение составило 1,6 раза. В таблице 1 представлены данные, полученные по результатам всего вегетационного периода.

Влияние биологических особенностей подвоев на рост корней, формирование площади листьев и накопление вегетативной массы составило 20, 33 и 23%, а основным источником дисперсии являлись погодные условия, влияние которых составило 74, 62 и 65%, соответственно.

ЧПФ подвоев в течение вегетации равнялась 2,4-5,3 г/м² в сутки, самые высокие значения отмечены у формы 54-118. Во второй половине вегетации изучаемые подвои продуцировали менее активно (в 1,8-1,9 раза). В начале вегетации корреляция между ЧПФ и площадью листьев на растении была положительной с минимальными значениями, а во второй половине вегетации она приобрела отрицательный характер, т.е. с увеличением площади листьев подвоев их ассимиляционная активность снижалась.

Накопление сухих веществ за вегетацию является результирующим показа-

телем физиологического состояния и ростовой активности растений, что характеризует их энергетический потенциал. Характер распределения сухих веществ в подвоях показал, что в корневой мочке у формы 54-118 их 19,6%, у 62-396 – 16,4%, а у Р60 – всего 11,3%, данная зависимость сохранялась и с учетом корневого стержня. Наибольший процент сухих веществ, затраченных на формирование и рост листьев, отмечен у подвоя 62-396 – 19,1%, у 54-118 этот показатель был минимальным (12,6%).

Таблица 1 – Морфофизиологические показатели растений яблони в питомнике (2005-2008 гг.)

Сорт	Подвой	Объем корней, мл	Площадь листьев, м ²	ЧПФ, г/м ² сутки	Сухие вещества, г			
					ствол, ветви	корни	листья	всего
I поле								
	62-396 (к)	23,0	0,171	3,65	23,2	20,4	10,3	53,9
	54-118	14,3	0,096	4,15	18,1	15,8	4,9	38,8
	Р60	14,5	0,149	3,30	24,2	18,3	9,3	51,8
	НСР ₀₅	3,7	0,036	0,81	2,2	1,7	1,1	6,2
II поле								
Лобо	62-396 (к)	43,0	0,27	4,20	44,0	37,7	23,1	104,8
	54-118	47,5	0,30	4,70	55,2	44,2	26,5	125,9
	Р60	26,0	0,27	3,45	47,4	31,7	18,3	97,4
	НСР ₀₅	10,7	0,02	0,7	4,5	2,2	2,4	15,5
Орлик	62-396 (к)	50,5	0,28	3,70	46,0	37,4	22,9	106,3
	54-118	41,0	0,36	4,65	66,3	38,8	29,2	134,3
	Р60	29,0	0,29	3,40	38,9	34,9	20,5	94,3
	НСР ₀₅	8,9	0,05	0,60	3,7	1,6	2,2	14,0
III поле								
Лобо	62-396 (к)	57,0	0,71	3,35	121,0	85,2	48,3	254,5
	54-118	62,5	0,63	2,99	123,5	90,3	30,6	244,4
	Р60	48,0	0,67	3,27	113,3	76,2	41,4	230,9
	НСР ₀₅	14,2	0,03	0,32	5,7	4,6	2,3	15,9
Орлик	62-396 (к)	66,5	0,72	3,51	123,6	91,5	54,2	269,3
	54-118	65,0	0,66	2,65	122,7	90,9	33,8	247,4
	Р60	71,0	0,67	3,00	120,7	79,8	45,7	246,2
	НСР ₀₅	10,6	0,07	0,55	3,4	5,5	1,9	22,4

Установлена зависимость накопления сухой вегетативной массы подвоев от площади листьев ($r = 0,94$). Наиболее тесная связь отмечена в мае и июле. Суммарная ЧПФ всего растения, т.е. количество ассимилятов, произведенных всей сформированной площадью листьев в течение суток, определяет сухую массу растений ($r = 0,90$).

Основные биометрические показатели однолетних саженцев яблони напрямую зависят от силы роста подвоев (Чупрынин, Григорьева, 2007; Григорьева, Чупрынин, 2009). Наибольшей ростовой активностью отличаются саженцы на подвое 54-118, они имеют самую высокую ЧПФ в разные периоды вегетации (6,2-6,5 г/м² сутки). Величина ЧПФ однолетних саженцев зависит от силы роста подвоев ($r = 0,92$). У саженцев сорта Лобо накопление сухой вегетативной массы к концу сентября на подвое 54-118 на 20 и 29%, у сорта Орлик – на 26 и 42% больше, чем на подвоях 62-396 и Р60, соответственно. Установлена зависимость накопления сухой массы однолетними саженцами за период вегетации от силы роста подвоев ($r = 0,97$), от ЧПФ листьев ($r = 0,73$), а суммарная ЧПФ листьев обуславливала ее на 83% ($r = 0,91$). Уровни влияния погодных условий и генотипа растений на площадь листьев составляют 60 и 23%, на объем корней – 29 и 54%, на накопление сухого вещества 31 и

54%, соответственно.

В третьем поле питомника (Григорьева, Чупрынин, 2012) высота, интенсивность ветвления, суммарный прирост ветвей и число генеративных почек саженцев сорта Лобо на всех подвоях выше, по сравнению с сортом Орлик.

Прирост сухой массы саженцев на подвоях 62-396 и 54-118 в начальный период вегетации составил 28-30% от общего, т.е. более активно они росли во вторую половину вегетации (70-72% прироста). Активный рост корней саженцев на подвоях 54-118 и Р60 происходил также во второй половине вегетации и составил 85,7 и 71,0% от общего прироста за сезон. Вегетативная масса саженца зависит от сформированной площади листьев ($r = 0,87$) и на 74% обусловлена суммарной продуктивностью фотосинтеза листьев всего растения.

Выявлено преобладающее влияние погодных условий на объем корней (64-70%), площадь листьев (80-90%), продуктивность фотосинтеза (78%), сухую вегетативную массу (93%) двухлетних саженцев.

При определении степени варьирования по годам площади листьев, объема корней, ЧПФ листьев, вегетативной массы саженцев установлено, что в 1 и 3 полях питомника доля влияния погодных условий очень высока – 65-93%, а влияние биологических особенностей растений наиболее выражено во 2 поле питомника.

Влияние сортности подвоев на их приживаемость и рост, выход и качество саженцев (Чупрынин, Григорьева, 2014) изучалось на трех формах подвоев разной силы роста 62-396, 54-118, Р60, отличающихся по диаметру и длине корней.

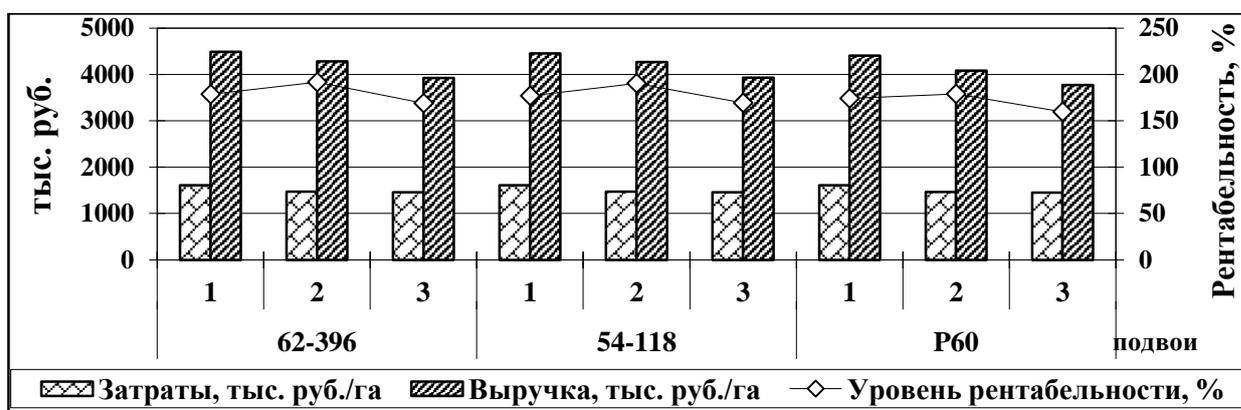
Использование в питомнике подвоев 1 и 2 товарных сортов не влияло на их приживаемость в первом поле (100%), приживаемость глазков при окулировке (94-98%) и выход стандартных однолетних саженцев (90-94%). Наибольшее число стандартных двухлетних саженцев (46,6-47,9 тыс. шт./га) получено при закладке питомника подвоями 1 сорта. Использование подвоев 2 сорта с диаметром стволика 5-7 мм уменьшило выход двухлетних саженцев на 11-15%, а саженцев 1 сорта – на 12-16%. Снижение выхода двухлетних саженцев, в том числе и 1 сорта, полученных на подвоях 2 сорта с диаметром стволика >7 мм, составило всего 4-7%. Установлено более существенное влияние диаметра клоновых подвоев по сравнению с длиной их корней на общий выход и качество саженцев яблони.

Для закладки садов с веретенновидными кронами необходимы саженцы с большим числом боковых побегов, отходящих от ствола под прямым углом, что достигалось применением прищипки верхушечных листьев с обработкой арболином (Чупрынин, Григорьева, 2006; Григорьева, Чупрынин, 2009, 2010). Снижение уровня ауксинов в зоне закладки боковых ветвей, при удалении верхних молодых листочков, и дополнительный приток гиббереллинов в результате опрыскивания арболином способствовали получению разветвленных однолетних саженцев с заложеной генеративной сферой (до 100%). Результат зависел от сортовой специфики и активности роста. Более отзывчивым на изучаемые агроприемы оказался сорт Лобо: большее число боковых побегов (6-7 шт.) и цветковых почек (6-7 шт.), максимальный суммарный прирост (104-145 см). С увеличением площади питания эффект обработки арболином окулянтов усиливается, увеличивается высота саженцев, число и длина боковых побегов.

Существенное влияние на рост саженцев оказывает высота кронирования (Чупрынин, Григорьева, 2008). Двухлетние саженцы яблони при кронировании на

80 см более активно росли: высота – 140-181 см, диаметр штамба – 1,9-2,2 см, число боковых побегов – 5-7 шт., суммарный прирост – 162-277 см. Они, по сравнению с кронированными на 60 см, отличались большей высотой (на 5-14%), диаметром штамба (на 10-16%), суммарным приростом (на 24-62%), числом боковых разветвлений и цветковых почек. Двухлетние саженцы, полученные при обрезке на 40 см, имеют угол отхождения боковых побегов от ствола 80-90°, что важно для дальнейшего формирования в садах веретеновидных крон.

Лучшие экономические показатели в питомнике получены при использовании отводков 1 и 2 товарного сорта с диаметром >7 мм (прибыль 2780-2970 тыс. руб./га, рентабельность 174-225%) (рисунок 5), при совместном применении прищипки верхушечных листьев и обработки арболином (прибыль 2590-2707 тыс. руб./га, рентабельность 180-187%), при кронировании на 80 см (прибыль 2590-2647 тыс. руб./га, рентабельность 162-166%).



Условные обозначения вариантов: 1 – диаметр отводков >7 мм, длина корней >15 см (1 сорт);
 2 – диаметр отводков >7 мм, длина корней 10-15 см (2 сорт);
 3 – диаметр отводков 5-7 мм, длина корней 10-15 см (2 сорт).

Рисунок 5 – Экономическая эффективность производства саженцев в связи с качеством подвоев

Определены оптимальные значения качественных показателей подвоев и саженцев, предложены агроприемы, позволяющие сформировать саженцы с необходимыми параметрами для садов разного типа, в т. ч. с веретеновидными кронами. На основании сравнительного анализа физиологического состояния и продуктивности 6 форм клоновых подвоев яблони в отделениях питомника из интродуцированных выделен перспективный для условий ЦЧР карликовый подвой Р60.

Формирование продуктивности привойно-подвойных комбинаций яблони, комплексная оценка их пригодности для современных садов разного типа

Основные морфофизиологические показатели продуктивности яблони в саду с плотностью посадки 1480 деревьев на 1 га, изучены на десяти сортах яблони, привитых на подвоях 62-396 (к), 57-545, Р60, Р59, Р22 в саду 1998 г. п. (4,5х1,5 м) на протяжении 11 лет (таблица 2).

Процент освоения кронами площади сада колебался по сортам у деревьев на подвоях Р59 от 26 до 35%, на Р60 – от 34 до 41%, на 62-396 – от 41 до 44%, на 57-545 – от 46 до 48%. Рассчитан процент освоения отведенной под кроны площади с учетом необходимого рабочего коридора в 2,3 м. Деревья только на подвое 57-545 использовали оптимально возможную площадь на 94-99%, а на подвоях 62-396 (85-91%), Р60 (69-84%) и Р59 (54-71%) возможно более плотное размещение.

Основные биометрические показатели деревьев – их высота ($r=0,88-0,99$),

проекция ($r=0,85-0,94$) и объем крон ($r=0,90-0,99$), диаметр штамба ($r=0,88-0,98$), у всех сортов на 72-98% зависели от силы роста подвоя.

Таблица 2 – Хозяйственно-биологическая характеристика привойно-подвойных комбинаций яблони в саду интенсивного типа (1998 г. п., схема посадки 4,5x1,5 м, 1999-2008 гг.)

Подвой	**Высота деревя, м	Площадь листьев		Урожай в расчете на:			
		деревя, м ²	1 га, тыс. м ²	*деревя, кг	*1 га, т	**1 м ² проекции кроны, кг	
Мартовское							
62-396(к)	3,20	4,3	6,4	15,9	23,5	5,9	7,3
P59	2,37	1,8	2,7	6,0	8,9	2,8	3,7
P60	2,92	3,9	5,8	17,7	26,2	7,0	10,2
57-545	4,62	6,0	8,9	7,7	11,4	1,9	3,4
НСР ₀₅	0,24	0,4	0,7	3,2	2,6	0,7	1,2
Вишневая							
62-396(к)	2,91	4,5	6,7	11,3	16,7	4,4	6,6
P59	2,05	1,2	1,8	5,5	8,1	2,3	3,4
P60	2,44	2,9	4,3	8,8	13,0	4,0	5,7
57-545	3,15	4,8	7,1	5,4	8,0	1,9	2,9
НСР ₀₅	0,21	0,5	0,6	1,8	2,1	0,6	0,9
Росошанское полосатое							
62-396(к)	3,27	3,8	5,6	8,6	12,7	2,0	3,5
P59	1,99	1,2	1,8	6,4	9,5	3,5	3,7
P60	2,67	3,1	4,6	13,0	19,3	7,6	8,4
НСР ₀₅	0,42	0,3	0,5	1,7	1,7	1,1	1,0
Синап орловский							
62-396(к)	2,95	4,1	6,1	8,0	12,0	4,7	5,0
P59	1,86	1,4	2,1	4,6	6,8	6,6	4,8
P60	2,66	2,7	4,0	7,6	11,3	4,5	5,3
57-545	4,58	4,3	6,4	6,4	9,5	1,5	2,6
НСР ₀₅	0,15	0,2	0,5	1,6	2,5	0,8	1,1

* данные за 2001-2008 гг., ** данные за 2006-2008 гг.

Рассматривая площадь листьев как основной компонент продуктивности, необходимо учитывать и их качество, т.е. их фотосинтезирующую массу. Сформированная площадь листьев на деревьях далека от оптимальных значений и даже на 11 год после посадки сада составила на подвоях P59 всего 2-3 м², на P60 – 5-8 м², на 62-396 – 6-9 м², на 57-545 – 8-15 м² в зависимости от сорта и обусловлена силой роста подвоя ($r=0,81-0,99$).

Листовой индекс (ЛИ) характеризует продуктивность агроценозов, но наиболее объективную оценку в саду дает его расчет не на проекцию кроны дерева, а на проекцию кроны-ряда. При этом его значения существенно увеличиваются: на подвоях 62-396 и P60 – до 2-3 м²/м², на 57-545 – до 3-4 м²/м², что позволяет изучаемые насаждения отнести к агроценозам со средней продуктивностью (диапазон 1,7-4,0 м²/м²). Садовые конструкции на подвое P59 можно охарактеризовать как низко продуктивные с листовым индексом 1,0-1,6 м²/м². Установлена зависимость ЛИ от силы роста подвоев ($r=0,75-0,92$).

Наибольшая урожайность получена с использованием подвоев 62-396 и P60: у сортов Мартовское – 23,5 и 26,2 т/га, Вишневая – 16,7 и 13,0, Росошанское полосатое – 12,7 и 19,3, Синап орловский – 12,0 и 11,3 т/га, соответственно. На 9-11

год на 1 м² проекции крон приходилось от 6,6 до 10,2 кг плодов у деревьев Мартовского на подвоях 62-396 и Р60, Вишневой – на 62-396, Россошанского полосатого – на Р60. У сортов на подвое 57-545 этот показатель равен 2,6-3,4 кг.

Наибольшую массу плодов продуцировали на подвое Р59 листья деревьев сортов Вишневая (3,78 кг/м²), Россошанское полосатое (3,61 кг/м²) и Синап орловский (2,77 кг/м²), у сорта Мартовское – на подвоях Р60 (3,7 кг/м²) и 62-396 (3,03 кг/м²), что говорит о высоком $K_{\text{хоз.}}$.

Максимальный суммарный урожай плодов (2001-2008 гг.) получен у сорта Мартовское на подвоях 62-396 (188 т/га) и Р60 (210 т/га), что обеспечено хорошим плодоношением в 2005-2008 гг. – более 40 т/га. Суммарный урожай в 150 т/га получен по сорту Россошанское полосатое на подвое Р60, деревья с шестого года после посадки отличались высокой стабильной урожайностью. Продуктивны деревья сорта Вишневая на подвое 62-396 (134 т/га). Наименьший суммарный урожай получен у сортов на подвоях Р59 и 57-545.

Биометрические показатели роста деревьев яблони изучены также в саду, заложенном в 2000 г. (4,5x1,5 м), исследования проведены (Ершова, Григорьева, 2010) на шести сортах яблони – Мартовское, Богатырь, Орлик, Лобо, Спартан, Синап орловский, привитых на районированные (62-396, 57-545) и интродуцированные подвои (Р14, Р60, Р16).

Высота деревьев изучаемых сортов на 71-98% определялась формой используемого подвоя (таблица 3). На 10 год после посадки привойно-подвойные

Таблица 3 – Хозяйственно-биологическая характеристика привойно-подвойных комбинаций яблони в саду интенсивного типа (2000 г. п., данные 2005-2009 гг.)

Сорт, А	Подвой, В	Высота дерева, м	Площадь листьев, тыс. м ² /га	ЧПФ,* г/м ² сутки	Урожай, т/га	Урожай на 1 м ² про- екции кроны, кг	
						дерева	ряда
Мартовское	62-396(к)	2,8	8,3	7,44	25,9	4,3	6,3
	Р16	2,7	3,7	6,55	8,1	2,3	2,6
	Р60	2,8	7,0	6,92	29,0	5,6	7,8
	Р14	3,1	13,0	7,28	34,8	5,9	8,1
	57-545	3,5	14,0	7,75	20,0	3,6	5,2
Богатырь	62-396(к)	2,7	9,4	6,28	22,3	4,0	5,8
	Р16	2,6	4,3	6,84	20,9	5,6	6,7
	Р60	2,7	8,5	6,81	27,4	6,0	7,4
	Р14	3,5	10,3	7,55	33,4	5,3	7,8
	57-545	3,7	12,2	8,18	24,9	3,4	5,8
Орлик	62-396(к)	2,9	10,8	7,54	21,6	4,7	6,1
	Р16	2,0	4,4	6,77	11,1	5,0	5,0
	Р60	2,8	9,9	7,51	30,3	5,2	8,2
	Р14	3,2	15,0	8,06	36,1	5,7	8,5
	57-545	3,5	16,5	7,69	23,1	3,8	5,4
Лобо	62-396(к)	3,0	8,5	7,89	16,1	3,3	4,5
	Р16	2,1	2,9	6,88	9,2	4,7	4,7
	Р60	3,1	9,7	7,31	19,1	3,4	4,9
	Р14	3,5	10,7	7,32	19,9	3,4	5,0
	57-545	3,6	11,5	7,39	12,7	1,9	3,0
Синап орлов- ский	62-396(к)	3,0	10,7	7,50	20,0	3,9	5,2
	Р16	2,6	6,4	7,35	21,9	5,3	6,7
	Р60	3,0	10,4	7,03	24,7	4,6	6,2
	Р14	3,3	11,8	7,55	33,3	4,6	7,3
	57-545	3,8	18,0	7,23	23,1	2,8	4,7
НСР ₀₅ А		0,1	1,0	0,35	3,2	0,3	0,3
НСР ₀₅ В, АВ		0,1	0,9	0,32	2,9	0,3	0,2

* - данные за 2005-2008 гг.

комбинации, за исключением вариантов на подвое Р16 (которые целесообразнее размещать плотнее), заняли отведенный им продуктивный объем. Площадь проекции деревьев менялась от 1,3 до 5,5 м² в связи с ростовыми особенностями, а в разрезе сортов на 49-92% обусловлена силой роста подвоя.

Анализ структуры обрастающей древесины показал (Григорьева, Ершова, 2012), что у большинства привойно-подвойных комбинаций она представлена кольчатками и плодовыми прутиками, что способствует получению высоких урожаев. Доля копьец (без учета кольчаток) составила по вариантам 7-21% и не зависела от формы подвоя, доля плодовых прутиков – 45-56%, и только по сорту Лобо несколько ниже (27-43%). Во всех вариантах, за исключением сорта Лобо, число плодовых прутиков обусловлено силой роста подвоя ($r=0,77-0,89$). Ростовые побеги занимали 30-40% в структуре обрастающей древесины без учета кольчаток, и большая их часть представлена побегами длиной 20-40 см (38-55% от общего числа). Побеги такого типа оптимальны у деревьев в саду с интенсивными технологиями, т.к. способствуют оптимизации процессов роста и плодоношения.

Суммарный прирост побегов привойно-подвойных комбинаций яблони изменялся в широких пределах (от 16,8 до 62,3 м) с наибольшими значениями на подвоях 57-545 и Р14 и самыми низкими на подвое Р16 (рисунок 6). Сила роста подвоя на 81-98% обуславливала величину прироста ($r=0,90-0,99$). Слабая ростовая активность отмечена у сорта Орлик.

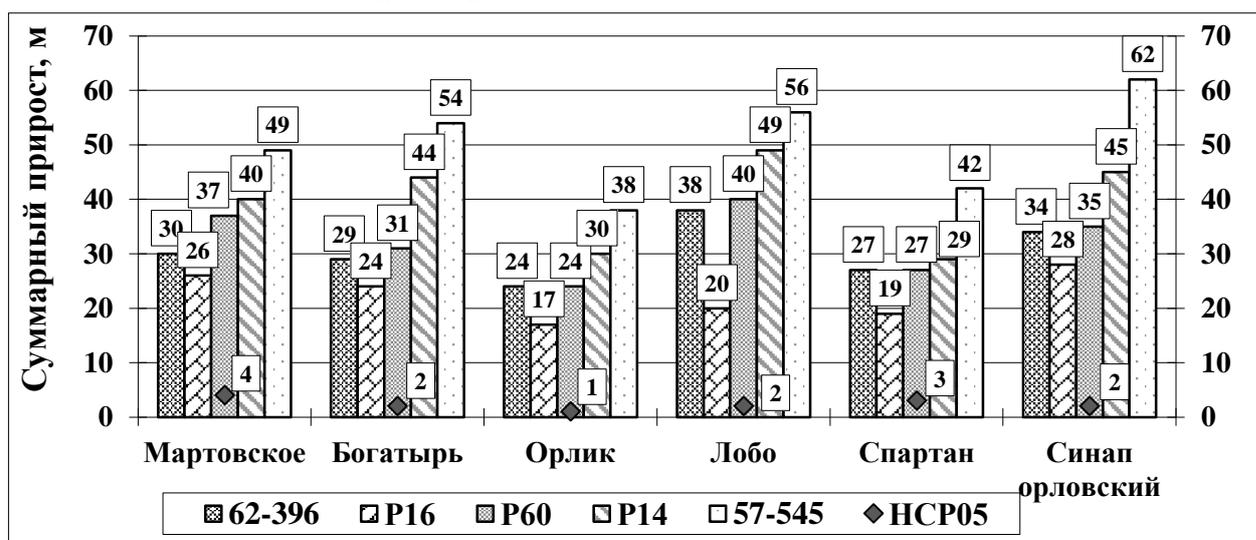


Рисунок 6 – Суммарный прирост деревьев яблони в связи с силой роста подвоев (2005-2007 гг.) (Григорьева, Ершова, 2012)

Математическая зависимость площади листьев, сформированной на дереве, от силы роста подвоя установлена у сортов Мартовское, Богатырь, Орлик, Синап орловский ($r = 0,89-0,97$), т.е. площадь листьев на 79-94% определялась формой подвоя. Менее тесная она у сортов Спартан и Лобо ($r = 0,71$ и $0,77$).

Листовой индекс, характеризующий продуктивность агроценоза (на 1 м² кроны-ряда), находился в тесной зависимости от силы роста подвоя у сортов Мартовское, Орлик и Синап орловский ($r = 0,92-0,98$), менее значимый он у сортов Богатырь, Лобо и Спартан ($r = 0,75-0,83$). Основываясь на значениях ЛИ, изучаемый агроценоз относится к насаждениям со средней продуктивностью (1,7-3,9 м²/м²). Однако, в 2009 году ЛИ в расчете на крону-ряд в большинстве вариантов превысил

4 м²/м², что позволило их отнести к садам с высокой потенциальной продуктивностью.

Наибольшей площадью листьев на 1 га сада отличались варианты на средне-рослом подвое 57-545 (11,3-18,0 тыс. м²), а наименьшей – на карликовом подвое Р16 (2,9-6,4 тыс. м²/га). На подвое 62-396 она составила 8,3-10,8 тыс. м²/га, в зависимости от сорта, на подвое Р14 она выше контроля в 1,1-1,6 раза, на подвое Р60 – находилась на уровне контроля (7,0-10,4 тыс. м²/га).

Биологическая продуктивность растений обусловлена не только общей площадью листьев и временем их активной работы в течение вегетации, но и их фотосинтетической продуктивностью, выраженной в приросте сухого вещества. Изучение ЧПФ листьев привойно-подвойных комбинаций яблони в саду (Григорьева, Ершова, 2012а) показало, что за годы исследований она составила 6,3-8,2 г/м² в сутки, что говорит о среднем уровне их ассимиляционной работы.

Четкой зависимости ЧПФ листьев от формы подвоев не установлено, но выявлена прямая зависимость суммарной фотосинтетической продуктивности всех листьев на дереве от силы роста подвоя. Более тесная она у сортов Мартовское, Богатырь и Синап орловский ($r = 0,95-0,99$), у сорта Орлик – несколько ниже ($r = 0,89$), менее тесная – у сортов Спартан и Лобо ($r = 0,73$ и $0,74$). Непосредственной прямой связи между ЧПФ листьев и хозяйственным урожаем не установлено.

За годы изучения $K_{хоз.}$ имел высокие значения на подвоях 62-396, Р14, Р16 и Р60 у деревьев сортов Мартовское, Богатырь, Синап орловский, Орлик, т.е. основная часть выработанных ассимилятов шла на формирование и рост плодов, что вело к ослаблению их ростовой активности. В некоторых вариантах практически все ассимиляты, выработанные за период роста плодов, потрачены на формирование урожая, что свидетельствовало о перегрузке этих деревьев плодами. На подвое 57-545 у деревьев отмечены самые низкие значения $K_{хоз.}$, вследствие чего не наблюдалось их перегрузки урожаем, и они быстрыми темпами наращивали свой продуктивный объем.

Изучение корневой системы деревьев яблони на клоновых подвоях (Григорьева, Балашов, 2009; Балашов, Григорьева, 2009; Григорьева, Балашов, Ершова, 2010) показало, что у всех привойно-подвойных комбинаций в поверхностном горизонте (0-10 см) находится 17-26% корней, в верхних более глубоких горизонтах (10-50 см) их сосредоточено 68-79%. Определено, что 92-94% корней имели диаметр до 1 мм. Анализ распределения корней на удалении 1 м от штамба показал, что их число в 3-6 раз меньше, чем на расстоянии 0,5 м, в горизонте почвы 10-40 см их находилось 58-60%.

Архитектоника корневой системы деревьев, число корней определялись силой роста подвоя ($r = 0,86-0,94$). Самая поверхностная по расположению и небольшая по объему корневая система у деревьев сорта Орлик на подвое Р16, а у сорта Синап орловский на подвое 57-545 она отличалась большей глубиной распространения и насыщенностью почвы. У деревьев сорта Орлик корни доходили до глубины 70 см, у других сортов – до 90 см. Выявлены особенности взаимовлияния подвоев и привитых на них сортов. На подвое 62-396 у деревьев слаборослого сорта Орлик число корней при срезе грунта на расстоянии 0,5 м от штамба на 34 и 63% меньше, чем у более сильнорослых сортов Мартовское и Синап орловский.

Установлена тесная корреляционная зависимость между числом корней у деревьев и объемом их крон ($r=0,86-0,94$), и суммарным приростом ($r=0,72-0,90$).

Исследования по формированию компонентов продуктивности яблони в саду (Григорьева, Ершова, Балашов, 2009, 2010; Григорьева, Балашов, Ершова, 2010; Ершова, Григорьева, 2010) показали, что высокой урожайностью (более 30 т/га) на 6-10 год после посадки сада выделялись сорта Мартовское, Богатырь, Синап орловский на подвое Р14 и Орлик на Р14 и Р60. Привойно-подвойные комбинации – Мартовское на 62-396 и Р60, Богатырь на Р60 и 57-545, Синап орловский на Р60, дали в среднем 25-30 т/га. Более низкая урожайность в 20-25 т/га отмечена у Мартовского на 57-545, Богатыря на 62-396 и Р16, Орлика на 62-396 и 57-545, Лобо и Спартана на Р14, Синапа орловского на Р60, 57-545, Р16 и 62-396. Самая низкая урожайность у сортов Мартовское и Лобо на Р16 (8-9 т/га).

Наибольшей плотностью распределения плодов в кроне отличались комбинации сортов Богатырь и Орлик, с учетом взаимного захождения ветвей соседних деревьев их продуктивность возрастала до 5-6 кг/м³. В разрезе сортов установлена обратная зависимость между силой роста подвоев и урожаем, приходящимся на единицу объема кроны ($r = -0,53 - -0,91$).

Урожай в расчете на площадь проекции кроны-ряда позволяет более объективно оценить продуктивность садовых агроценозов, показывая эффективность использования площади сада. Наибольшие значения данного показателя (более 7 кг/м²) отмечены на подвоях Р60 и Р14 у сортов Мартовское, Орлик, Богатырь и Синап орловский. Значительно ниже он у сортов Лобо (3,0-5,0 кг/м²) и Спартан (3,7-5,7 кг/м²).

У большинства привойно-подвойных комбинаций плодоношение было стабильным по годам, и они относились к группе ежегодно плодоносящих насаждений. Анализ нарастания урожая показал, что практически все варианты (за исключением Мартовского и Орлика на Р16 и Лобо на 57-545) вышли на ежегодную высокую урожайность (рисунок 7).

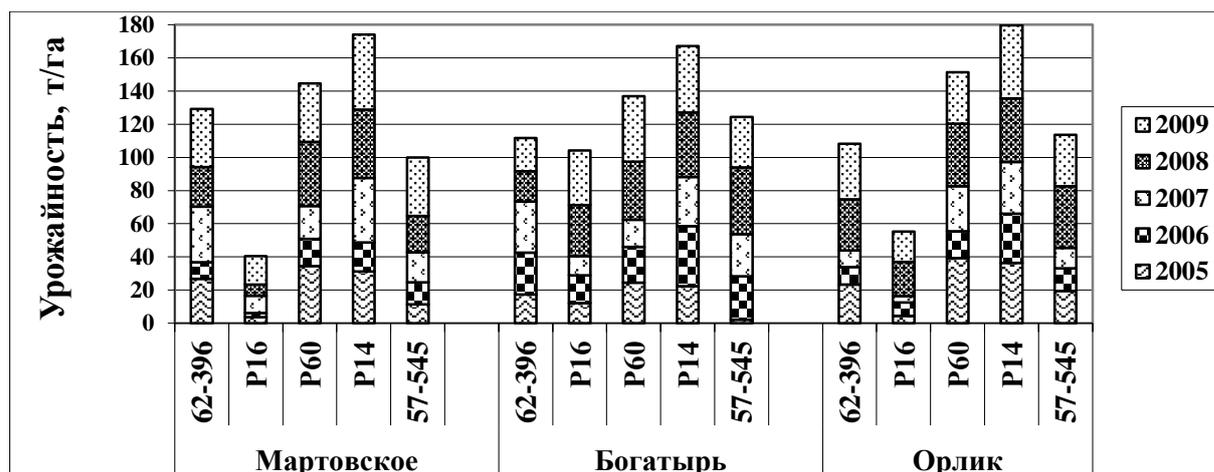


Рисунок 7 –Динамика урожайности привойно-подвойных комбинаций яблони (2000 г. п.)

По вариантам опыта суммарный урожай за 5 лет менялся от 40 до 180 т/га. У сортов Орлик на подвоях Р14 и Р60, Мартовское, Синап орловский на Р14 он составил 151-180 т/га. Самый низкий суммарный урожай получен у сортов Мартовское, Орлик, Лобо на подвое Р16 (40-56 т/га).

Изучение распределения вегетативной массы по органам растений яблони сортов Орлик и Спартан, привитых на подвое 62-396, проведено в саду при полном извлечении девятилетних деревьев из почвы (Григорьева, Балашов, 2012). Ростовая специфика и биологическая продуктивность деревьев обусловлены биологическими особенностями подвоя и ростовыми характеристиками сортов, т.е. прослеживалось четкое влияние сорта на развитие корневой системы подвоя. Деревья более сильнорослого сорта Спартан имели в 2 раза большую сухую вегетативную массу, в 2,4 раза большую суммарную длину приростов, в 2,9 раза большую массу корней по сравнению со слаборослым сортом Орлик. У деревьев сорта Спартан масса корневой системы составила 34,9% от общей вегетативной массы дерева, у сорта Орлик – 25,5%. Доля мелких всасывающих корней в общей массе корневой системы составила у Спартана 9,7%, а у Орлика – 34,0%.

Основные морфофизиологические показатели продуктивности яблони в саду с плотностью посадки 2220 деревьев на 1 га, изучались в насаждениях 2003 года посадки (4,5x1,0 м) у деревьев яблони сортов Орлик, Лобо, Жигулевское на подвоях 62-396 (к), 57-545, Р60, Р59.

Основные биометрические параметры деревьев (высота, проекция и объем крон) изучаемых привойно-подвойных комбинаций на 86-98% обусловлены силой роста подвоев ($r = 0,93-0,99$). На 6 год деревья на подвое Р59 на 14-29%, на подвое Р60 – на 7-12% ниже по сравнению с деревьями на подвое 62-396 (таблица 4). Самые высокие они на подвое 57-545. Вдоль ряда во всех вариантах наблюдалось взаимное захождение ветвей на 30-60 см, что привело к образованию крон-рядов, за исключением варианта на подвое Р59. В сторону междурядий (за вычетом рабочего коридора) деревья не освоили отведенное им пространство: на подвоях 62-396 и Р60 – на 43 и 45% у сорта Орлик, на 38 и 45% – у Жигулевского, на 26 и 34% – у Лобо, на подвое Р59 – на 50-61% у всех сортов.

Таблица 4 – Хозяйственно-биологическая характеристика привойно-подвойных комбинаций яблони в саду высокой плотности посадки (2003 г. п., данные 2005-2008 гг.)

Сорт	Подвой	Высота дерева, м	Длина приростов*		Площадь листьев, тыс. м ² /га	Урожайность	
			суммарная, м	средняя, см		кг/дерево	т/га
Орлик	62-396(к)	2,0	9,9	23,6	5,5	3,6	7,9
	Р59	1,6	3,4	12,4	2,4	4,5	9,9
	Р60	1,8	7,7	20,8	4,4	5,3	11,8
	57-545	2,2	14,1	26,3	6,2	3,5	7,7
	НСР ₀₅	0,1	2,4	3,6	0,4	1,4	-
Жигулевское	62-396(к)	2,3	12,6	19,9	8,6	7,8	17,2
	Р59	2,0	5,7	13,9	5,8	8,9	19,8
	Р60	2,2	10,0	19,8	7,3	5,9	13,1
	57-545	2,8	21,2	27,8	12,0	6,7	14,9
	НСР ₀₅	0,2	4,1	4,8	0,7	1,7	-
Лобо	62-396(к)	2,3	13,6	26,7	8,0	6,6	14,7
	Р59	1,7	3,7	11,7	3,3	5,4	12,0
	Р60	2,1	10,7	21,0	6,9	8,4	18,7
	НСР ₀₅	0,1	1,8	3,4	0,6	1,1	-

* Данные за 2006-2008 гг.

Освоенная крона-рядами площадь сада, в среднем за 4 года, составила на подвое Р59 всего 16-20%, на Р60 – 22-26%, на 62-396 – 23-29%, на 57-545 – 27-30% при оптимально возможном 51%. Следовательно, агроприемы в сложных природно-климатических условиях ЦЧР в первые годы после посадки сада должны быть направлены на стимуляцию роста деревьев, особенно на карликовых подвоях.

У деревьев на подвоях 62-396 и 57-545 средняя длина приростов наибольшая (20-28 см), самые короткие приросты на подвое Р59 (12-14 см). Установлена математическая зависимость суммарного прироста деревьев от силы роста подвоя ($r = 0,95-0,99$). Наименьшее число и суммарная длина приростов на деревьях сорта Орлик на всех подвоях.

Деревья на подвое Р59 формировали площадь листьев, которая в 1,5-2,4 и в 2,1-2,5 раза меньше, чем на подвоях 62-396 и 57-545, соответственно. На подвое Р60 площадь листьев на деревьях также существенно меньше по сравнению с подвоями 62-396 (1,2-1,3 раза) и 57-545 (1,4-1,6 раза). Различия по листовому индексу из расчета проекции кроны дерева по вариантам опыта находились в пределах ошибки. Рассматривая фактическое отношение площади листьев на проекцию кроны-ряда, видно его увеличение: у сорта Жигулевское на подвое Р59 оно составило 2,8; на Р60 – 3,3; на 62-396 – 3,5; на 57-545 – 4,0 м²/м². У сорта Орлик его значения минимальны – от 1,4 (Р59) до 2,4 м²/м² (62-396, 57-545). При анализе насыщенности крон листьями установлена зависимость между силой роста подвоя и площадью листьев в единице объема кроны ($r = -0,87 - -0,99$).

На 6 год жизни сада только у сорта Жигулевское на подвое 57-545 площадь листьев составила 22 тыс. м²/га, что приближалось к оптимальным значениям. У сортов Лобо и Орлик на Р59 она составила всего 4-4,5 тыс. м²/га. На подвое Р60 формирование площади листьев шло более активно, чем на Р59, но слабее, чем на 62-396, где она составила от 6 (сорт Орлик) до 11 тыс. м²/га (сорт Жигулевское). Площадь листьев в опыте не достигла оптимального размера, что говорит о ее слабости прироста, особенно у деревьев на слаборослых подвоях, в условиях ЦЧР. Таким образом, необходимо использовать в первые годы агроприемы, направленные на увеличение площади листьев, учитывая, что ее формирование на 71-98% обусловлено силой роста используемого подвоя ($r = 0,84-0,99$).

При изучении продуктивности привойно-подвойных комбинаций в возрасте 3-6 лет установлено, что средняя урожайность в 10-15 т/га отмечена у деревьев сорта Орлик на подвоях Р59 и Р60, сорта Жигулевское – на подвоях 57-545 и Р60, сорта Лобо – на 62-396 и Р59. Урожай в 15-20 т/га получен у сорта Жигулевское на подвоях 62-396 и Р59, у сорта Лобо – на подвое Р60.

Самыми продуктивными являются деревья на подвое Р59, у которых урожай в расчете на 1 м² проекции крон у сорта Орлик в 2,2-3,1, у сорта Жигулевское – в 1,9-2,9, у сорта Лобо – в 2,4 раза больше по сравнению с вариантами на подвоях 62-396 и 57-545, соответственно. Существенно выше эти значения при расчете урожая на крону-ряд, но соотношения между привойно-подвойными комбинациями остаются прежними. Показатели удельной продуктивности крон (кг/м² проекции и кг/м³ объема) зависели от силы роста подвоя ($r = -0,81 - -0,99$).

Среднерослые комбинации отличались низкой продуктивностью листьев, а самые высокие ее значения – от 3,4 до 4,1 кг/м², отмечены на подвое Р59, от 2 до 3 кг/м² сформировано у сортов Жигулевское на подвое 62-396, у Орлика и Лобо – на

подвое Р60. Между хозяйственной продуктивностью листьев и силой роста подвоев установлена обратная зависимость ($r = -0,78 - -0,98$).

Суммарная урожайность более 100 т/га за первые 5 лет плодоношения получена у сортов Жигулевское на подвоях 62-396 и Р59, Лобо – на 62-396 и Р60 при высоком качестве плодов (рисунок 8). Однако зависимости величины урожая от силы роста подвоя не установлено.

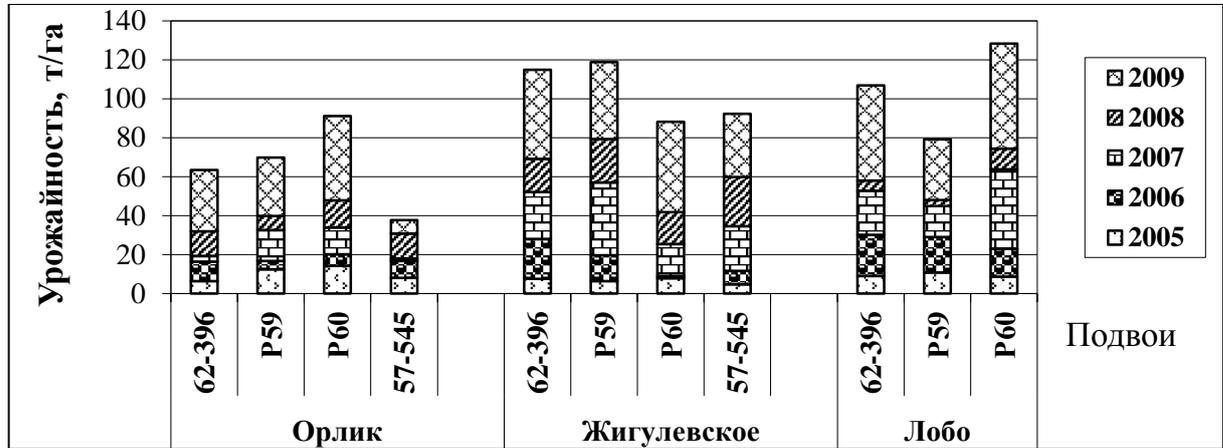


Рисунок 8 – Динамика урожайности привойно-подвойных комбинаций яблони в саду интенсивного типа (2003 г. п., схема посадки 4,5x1,0 м)

На 7 год после посадки сада урожай 40-50 т/га получен у сортов Орлик на подвое Р60, Жигулевское и Лобо – на 62-396 и Р60; от 30 до 40 т/га дали сорта Орлик на Р59 и 62-396, Жигулевское на 57-545 и Р59, Лобо на Р59.

Индекс периодичности по сорту Лобо на изучаемых подвоях составил 9-33%, по сорту Жигулевское всего 8-10%, что говорит о ежегодном плодоношении. По сорту Орлик значения индекса равны 17-42%, на подвоях 62-396 и Р59 нерегулярность плодоношения выражена достаточно слабо.

Хорошее физиологическое состояние растений обусловлено в первую очередь складывающимся световым режимом в кронах деревьев. Нами рассчитывался коэффициент пропускания солнечной энергии на высоте от 0,5 до 2 м от уровня почвы, в центре кроны и на расстоянии 0,5 м от центра. Различия в световом режиме деревьев сорта Орлик в зависимости от типа подвоя проявлялись на высоте 0,5-1 м. На подвое 57-545 на высоте 0,5 м от почвы освещенность в центре кроны падала до 40%, и средний коэффициент пропускания по кроне составил 67,5%, на подвое 62-396 кроны освещены более равномерно (75,2%). Высокий уровень освещения установлен у деревьев на подвоях Р60 и Р59, где средний коэффициент пропускания в целом по кроне составил 81,4 и 82,2%. Аналогичные данные получены по сортам Жигулевское и Лобо. В возрасте 5-7 лет у изучаемых привойно-подвойных комбинаций зон с недостаточным освещением (коэффициент пропускания ниже 30%) практически нет. Основная масса листьев получала достаточное количество солнечной энергии для процессов фотосинтеза.

Наибольший КПД ФАР при создании биологического урожая (Убиол.) в расчете на 1 га сада установлен у сортов Лобо на Р60 (1%) и Жигулевское на 62-396 и 57-545 (1,1-1,2%), а в расчете на проекцию крон он составил по сортам: Орлик – 2-3,1%, Жигулевское – 2,4-4,1%, Лобо – 1,7-3,3%. При формировании хозяйственного урожая (Ухоз.) КПД ФАР имел более низкие значения: на 1 га сада он составил по сорту Орлик 0,2-0,5%, по Жигулевскому – 0,4-0,7%, по Лобо – 0,4-0,8%. В расчете на проекцию

кроны он вырос по сортам: Орлик – в 2,9-6,5; Жигулевское – в 2,0-4,6; Лобо – в 2,0-6,6 раза в зависимости от подвоя. Высокая эффективность аккумуляции солнечной энергии в плодах отмечена у сортов на подвое Р59.

Изучение распределения энергии по частям растений показало, что у сортов на слаборослом подвое Р59 больше всего ее потрачено на формирование урожая – 57-60%, значительно ниже данный показатель на среднерослом подвое 57-545 – от 24 (Орлик) до 32% (Жигулевское), т.е. доля энергии, заключенная в плодах, обратно пропорциональна силе роста подвоя. А запасы энергии в древесине деревьев прямо пропорциональны силе роста подвоев, т.е. наименьшими они были на подвое Р59 (26-32%), а наибольшими – на подвое 57-545 (48-61%).

Анализ эффективности использования солнечной энергии в процессе фотосинтеза выявил четкое влияние формы подвоя на ее распределение. Самый высокий КПД ФАР при создании хозяйственно-полезного урожая установлен у деревьев на карликовых подвоях – до 2-3% в расчете на 1 м² проекции кроны. У деревьев на слаборослом подвое Р59 в урожае аккумулятировалось в 1,9-2,4 раза большая, а в древесине и листьях в 1,7-1,8 раза меньшая доля энергии, чем на среднерослом подвое 57-545.

Факторы, повышающие устойчивость яблони к абиотическим стрессорам в производственных насаждениях ЦЧР. По результатам обследования яблоневых садов в Тамбовской, Рязанской и Липецкой областях в 1990 году (с 22.06. по 6.08. в составе комиссии) на предмет выявления причин экологического бедствия в насаждениях плодовых культур установлено, что причиной поражения растений стал комплекс факторов (Григорьева, 1996). Первопричиной стало сильное техногенное воздействие на растения (с 29.05. по 4.06.), что привело к их ослаблению. В июне сложились благоприятные погодные условия для развития парши и мучнистой росы, и на ослабленных деревьях началось сильное поражение листьев возбудителями этих болезней, что привело к их массовому осыпанию (от 60 до 80%) и потере урожая в 1990 (в пострадавших хозяйствах было собрано всего 3-6 ц/га) и 1991 годах. Продуктивность фотосинтеза листьев яблони в 1990-1991 гг. снизилась на 30-50% по сравнению с предыдущими годами. Однако у сортов Антоновка обыкновенная, Мартовское и Жигулевское резкого снижения ЧПФ листьев не наблюдалось. В ухоженных садах отрицательные последствия этого бедствия менее значительны.

Экспедиционное обследование насаждений яблони в ряде областей ЦЧР (Григорьева, 1996) в июле-августе 1994 года в составе комиссии показало, что переувлажнение и нарушение воздушно-водного режима корнеобитаемого слоя почвы в хозяйствах, где агротехнические мероприятия по обработке почв и защите растений проводились не в полном объеме, оставило многие сорта без урожая. Деревья потеряли до 50-70% листьев (Мелба, Красное раннее, Зимнее полосатое, Квинти, Мантет). Более устойчивыми в промышленных насаждениях оказались сорта Богатырь, Тамбовское, Ренет Черненко, Студенческое, Антей, Красивое, Витязь. Такие сорта как Лобо, Жигулевское, Мартовское, Уэлси чувствовали себя удовлетворительно только при высоком уровне агротехники.

Зима 2005-06 годов отличалась сильными продолжительными морозами в январе-феврале. Деревья яблони в этот период находились в вынужденном покое, т.к.

из глубокого покоя они вышли 10-15 января 2006 года. Ранневесеннее обследование по ряду областей ЦЧР в 2006 году выявило наименьшие повреждения у сортов Антоновка обыкновенная, Северный синап, Богатырь, Оранжевое, Коричное полосатое, Осеннее полосатое, у которых число погибших цветковых почек не превышало 10-30% (Григорьева, 2007, 2008). Наибольшие повреждения у сортов Спартан, Уэлси, Лобо, Синап орловский, Орлик, Россошанское полосатое, Мелба, Пепин шафранный, Апрельское, Жигулевское, Ренет курский золотой с числом погибших цветковых почек до 90% по разным хозяйствам. Следует учитывать, что завязывание на уровне 7-12% при хорошем и обильном цветении (50-70% цветковых почек от общего числа) обеспечивает высокий урожай. Сильно подмерзли сады, где в последние годы не проводились агротехнические мероприятия в полном объеме, и посаженные осенью 2005 года.

При веретеновидных формировках крон периодически наблюдаются повреждения плодов, которые выражаются в ожогах кожицы, а нередко в поражении и более глубоких тканей со стороны, подверженной воздействию солнечного света. Высокие значения солнечной радиации за период июнь-август в 2002, 2005, 2008, 2010 годах привели к повреждению плодов и потере их товарных качеств в садах ЦЧР. Особенно велики эти потери при перегрузке деревьев плодами из-за резкого снижения ростовой активности (мелкий лист, слабый прирост), что повышает уровень освещенности крон.

При анализе температурного режима за вегетационный период (апрель-октябрь) с 1982 по 2011 гг. было установлено, что за 30 лет только в 1995, 2007-2011 гг. сумма температур превышала 3000⁰С. Особенно выделился по данному показателю 2010 г. (3686⁰С). При учете суммы температур за июнь-август особенно жаркими (1900-2000⁰С) оказались 1999, 2007, 2011 гг. В 2010 году (суммарная температура 2300⁰С), экологически сложном по температурному и водному режимам, в составе комиссии обследованы сады в хозяйствах Тамбовской, Липецкой, Воронежской и Волгоградской областей. Установлено, что в яблоневых садах, где применялось орошение (ОАО «НПГ «Сады Придонья», ООО «Снежеток»), состояние насаждений хорошее: листья крупные, тёмно-зелёные, с тургором, прирост по всей кроне, завязь сохранена, плоды набрали необходимую массу. Насаждения без стационарного полива имели другую картину: листья мелкие, без тургора, светлой окраски, слабый прирост только в верхней части крон, основная завязь сброшена, оставшиеся плоды недоразвиты.

Таким образом, необходим тщательный подбор сортимента и применение всего комплекса технологических агроприемов, направленных на повышение энергообеспеченности растений, что обуславливает высокий потенциал их устойчивости и продуктивности. При возделывании садов по интенсивным технологиям, в целях снижения больших финансовых потерь, необходимо предусматривать возможные экологические риски.

Комплексная оценка привойно-подвойных комбинаций и экономическая эффективность их возделывания в садах разного типа позволили нам разработать систему основных критериев оптимального физиологического состояния деревьев яблони на клоновых подвоях. Определен комплекс агробиологических параметров, позволивший создать модель привойно-подвойной комбинации яблони

с уровнем урожайности в 30-35 т/га, наиболее объективно характеризующий формирование продуктивности яблони, на основании которого проведена оценка существующего сортимента по его пригодности к возделыванию в современных садах ЦЧР. Сравнительный анализ потенциальной и фактической продуктивности насаждений яблони позволяет на конкретный период выявлять показатели, параметры которых далеки от оптимальных, и планировать проведение агротехнических мероприятий, направленных на улучшение данных параметров.

Изучение особенностей роста и плодоношения деревьев яблони в саду выявило взаимовлияние подвоя и привитого сорта. Все основные биометрические параметры деревьев (высота, проекция и объем крон, диаметр штамба, число корней, суммарный прирост) на 71-98% обусловлены силой роста подвоев ($r=0,84-0,99$), что необходимо учитывать при выборе схем размещения растений в саду. Кроны деревьев на слаборослых подвоях (Р59 и Р16) при размещении 4,5x1,5 м сомкнулись в ряду на 11 год эксплуатации сада и освоили отведенную им площадь в сторону междурядий всего на 70-90%. При схеме посадки 4,5x1 м на 9 год кронами занято отведенное расстояние в ряду, в сторону междурядий освоено всего 45-64% площади. Учитывая короткий цикл эксплуатации садов такого типа, для быстрого заполнения отведенного объема сада продуктивной древесиной дерева на слаборослых подвоях в условиях ЦЧР нужно высаживать значительно плотнее, уменьшая расстояние в ряду (до 0,7-1 м) и в междурядье (до 3,5-4 м).

Агроприемы в сложных природно-климатических условиях ЦЧР в первые годы после посадки сада должны быть направлены на стимуляцию роста деревьев, особенно на карликовых подвоях, в целях быстрее наращивания продуктивного объема кроны и освоения отведенной площади. Этот процесс можно ускорить, закладывая сад мощными высокими саженцами с большим числом боковых побегов (до 10-20 штук). Необходимо отметить низкие темпы нарастания площади листьев у молодых деревьев яблони: при схеме 4,5x1,5 м только на 9-10 год она достигла на среднерослых подвоях 18-29 тыс. м²/га, на более слаборослых подвоях (Р62-Р96 и Р60) ее значения существенно (в 1,4-2 раза) ниже. При использовании сильнорослых сортов при схеме посадки 4,5x1 м формирование более 20 тыс. м²/га наблюдалось на среднерослых подвоях уже на 6 год. Отсутствием необходимой площади фотосинтезирующих листьев объясняется низкая продуктивность исследуемых насаждений в первые годы.

Проведенные исследования (Григорьева, Подковыров, 2013, 2014) показали, что для определения физиологического состояния дерева следует использовать не только биометрические характеристики крон, но и содержание запасных питательных веществ в многолетней древесине. Выявлены положительные взаимосвязи между содержанием в 3-4-летней древесине белков и площадью листьев ($r=0,89$), числом плодовых образований ($r=0,97$), величиной однолетнего прироста ($r=0,52$). Определено, что содержание азота в древесине должно быть не менее 3-5% (в зависимости от сорта), что позволит деревьям в дальнейшем сформировать хороший урожай, т.е. показана возможность диагностирования физиологического состояния яблони по накоплению запасных питательных веществ.

Урожайность плодовых деревьев зависит в значительной степени от интенсивности и качества формирования плодовой древесины и площади листьев, от

продуктивности фотосинтеза и распределения ассимилятов. Действие этих факторов, а также погодные условия, сложившиеся за годы исследований, позволили отдельным привойно-подвойным комбинациям на 6-8 год после посадки выйти на уровень высокой продуктивности в 20-30 т/га при высоком товарном качестве плодов. Доля высшего и первого товарных сортов достигала 90-95% в зависимости от сорта. При схеме посадки 4,5x1 м урожай в 30-50 т/га получен у большинства изучаемых комбинаций на 7 год эксплуатации сада.

Изучение интродуцированных подвоев польской селекции в сочетании с районированными сортами показало хорошие результаты. Ростовая активность деревьев на подвое Р14 несколько ниже, чем на подвое 57-545, а скороплодность и урожайность значительно выше. Деревья на подвое Р60 по ростовой активности близки с деревьями на подвое 62-396, но в большинстве случаев в первые годы превосходили их по урожаю. За 12 лет наблюдений сорта яблони на подвоях Р60 и Р14 по экологической устойчивости находятся на уровне растений на подвоях 62-396 и 57-545. Высокая продуктивность привойно-подвойных комбинаций с использованием данных польских подвоев подтверждена при производственных испытаниях в условиях Белгородской области (Григорьева, Ершова, 2012).

Производство плодов яблони всегда приносило хорошую прибыль в хозяйствах, т.к. насаждения отличались долгим сроком эксплуатации и давали урожай даже при минимизированных затратах. При возделывании садов на клоновых подвоях затраты возрастают, что обусловлено увеличением объема посадочного материала при более плотных посадках, наличием опорных конструкций и необходимостью полива. Однако концентрация сил и материалов на меньшей площади, высокая скороплодность и урожайность, высокий выход стандартной продукции, повышение производительности труда при проведении обрезки, уборки урожая повышают экономическую эффективность производства.

При расчете эффективности возделывания 6 сортов на 5 подвоях разной силы роста 2000 г. п. по схеме 4,5x1,5 м, учитывалась средняя урожайность на 6-10 год эксплуатации сада, которая колебалась от 81 (Мартовское/Р16) до 364 ц/га (Орлик/Р14), изменялись, соответственно, и затраты – от 135,3 до 240,0 тыс. руб./га. Все расчеты велись в ценах 2013 года, цена реализации 1 кг стандартных плодов составила 25 руб., а падалицы (10% урожая) – 5 руб. Для примера данные по эффективности возделывания сорта Мартовское на разных подвоях представлены на рисунке 9.

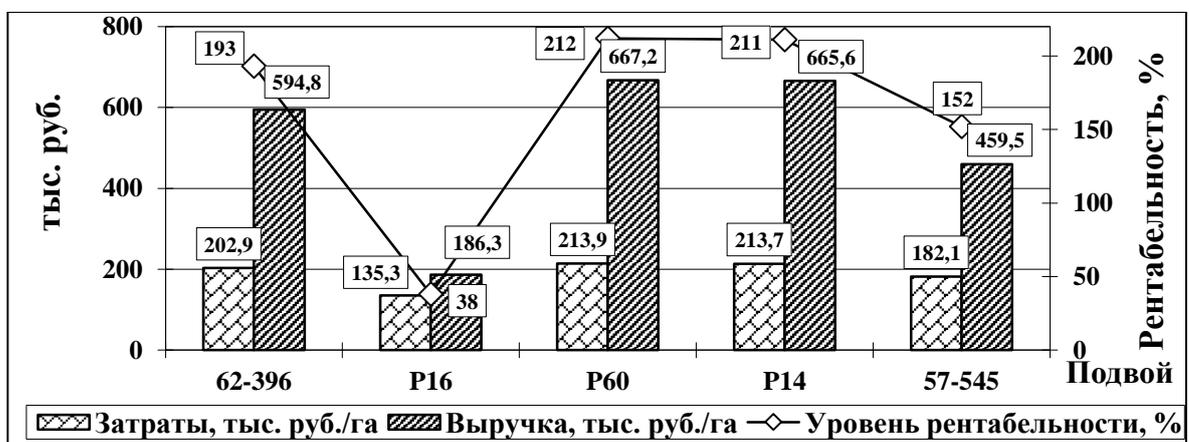


Рисунок 9 – Экономическая эффективность возделывания сорта Мартовское на разных по силе роста подвоях в саду интенсивного типа (схема посадки 4,5x1,5 м)

Оценивая уровень эффективности производства плодов привойно-подвойных комбинаций, можно констатировать, что все варианты имели положительную рентабельность, однако ее значения варьировали от 38 до 249%. Высокую эффективность на подвое 62-396 обеспечил сорт Мартовское (193%), на подвое 57-545 – сорт Богатырь (187%), на подвоях Р60 и Р14 – сорт Орлик (219 и 249%), на подвое Р16 – Синап орловский (167%). Уровень рентабельности при оценке эффективности многолетних плодовых насаждений не всегда дает объективную картину. Его высокие показатели могут быть получены при отсутствии затрат на уходные работы или сведению их к минимуму, т.к. даже при этом в садах можно получить неплохой урожай, возможно низкого качества. Поэтому считаем более объективным показателем размер полученной прибыли, наибольшие значения которой при плотности посадки 1480 деревьев на 1 га в условиях ЦЧР обеспечили сорта Мартовское, Богатырь, Синап орловский, Орлик, более низкая прибыль получена при возделывании сортов Спартан и Лобо.

В саду с плотностью посадки 2220 деревьев на 1 га экономическую эффективность производства плодов оценивали, учитывая средний урожай на 3-7 год после закладки сада. При рентабельности более 100% привойно-подвойные комбинации сортов Жигулевское, Лобо на подвоях 62-396 и Р60, а также сорт Орлик на подвое Р60 обеспечили прибыль от 216 до 367 тыс. руб./га.

Агробиологическое обоснование конструкций современных садов яблони, обеспечивающих получение стабильного высококачественного урожая

Формирование продуктивности и влияние отдельных агроприемов на ее оптимизацию в насаждениях яблони разного типа изучали в саду 2000 г. п., заложенном саженцами разных типов. Темпы нарастания продуктивного объема крон деревьев в первые годы после посадки определяли дальнейшее увеличение урожайности. Более активно росли деревья с низкой окулировкой (5 см), где высота деревьев, по сравнению с высокой окулировкой (15 см), больше у сортов Спартан на 28-30%, Скороплодное – на 7-19%, Орлик – на 12-19%. Площадь проекции крон деревьев с низкой окулировкой на 9-31% (исключение кнп-бом сорта Скороплодное), объем крон – на 20-66% больше, чем у деревьев с высокой окулировкой. Ежегодный прирост диаметра штамба составил 0,4-0,8 см в зависимости от варианта.

Степень освоения кронами деревьев 1 га сада равна 28-39% (таблица 5), на 9 год эксплуатации она составила 38-49%, что является достаточно высоким показателем. Освоение площади, отведенной под кроны деревьев (за минусом рабочего коридора), составило 70-95%, а к 9 году освоена вся площадь.

С увеличением высоты окулировки происходило существенное снижение числа приростов, их размера и суммарной длины, т.е. изменяя высоту окулировки, можно регулировать ростовые процессы и параметры крон деревьев яблони.

Площадь листьев на деревьях с низкой окулировкой на 18-33% больше, чем при высокой. Ее формирование шло низкими темпами, к 6 году после посадки только у сорта Спартан она составила более 10 тыс. м²/га. У сортов Орлик и Скороплодное это наблюдалось только в вариантах с низкой окулировкой. В дальнейшем нарастание площади листьев зависело от сортовых особенностей и высоты

окулировки, влияние которой значительно и на 9 год после посадки сада. У деревьев с высокой окулировкой на 1 кг плодов приходилась меньшая площадь листьев, т.е. продуктивность их работы выше.

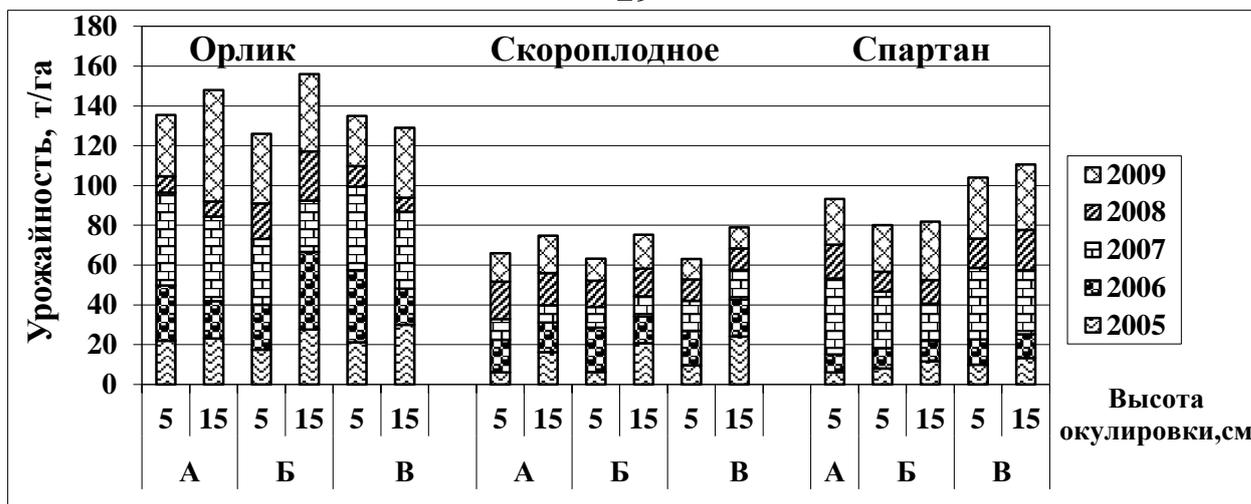
Таблица 5 – Хозяйственно-биологическая оценка деревьев яблони в саду в связи с типом посадочного материала (2000 г. п., подвой 62-396, с. п. 4,5x1,0 м, 2005-2008 гг.)

Тип саженца	Высота окулировки, см	Суммарный прирост, м	Площадь листьев на 1 га, тыс. м ²	Урожай		ЧПФ, г/м ² сутки	Освоенная кронами площадь сада, %
				на 1 га, т	на 1 м ² проекции кроны, кг		
Орлик							
Однолетка	5 (к)	21,9	14,4	26,1	3,9	7,01	34,9
	15	12,0	10,9	23,0	4,3	8,13	36,0
Двухлетка	5	18,1	12,2	22,8	3,6	8,87	38,9
	15	10,5	10,0	29,3	5,5	9,98	32,7
Книп-бом	5	15,1	13,3	27,4	4,5	7,12	36,2
	15	10,1	10,2	23,5	4,5	9,01	33,1
НСР ₀₅		1,2	0,7	3,9	0,7	0,45	-
Скороплодное							
Однолетка	5 (к)	23,4	12,9	12,9	2,4	8,68	32,7
	15	14,9	10,4	14,0	3,7	9,06	28,2
Двухлетка	5	21,2	12,2	13,0	2,5	8,97	32,0
	15	13,7	10,0	14,6	4,0	8,99	29,3
Книп-бом	5	18,6	11,8	13,1	2,6	8,31	31,1
	15	11,8	9,5	17,0	3,7	8,81	32,1
НСР ₀₅		2,9	0,5	1,7	0,6	0,31	-
Спартан							
Однолетка	5 (к)	38,0	19,1	17,5	2,9	9,62	36,7
Двухлетка	5	42,6	13,5	14,2	2,2	9,45	35,8
	15	23,3	11,3	13,1	2,3	10,31	33,6
Книп-бом	5	42,3	17,1	18,6	3,1	7,81	35,3
	15	25,6	14,4	19,4	3,8	9,43	33,1
НСР ₀₅		3,2	0,4	1,3	0,3	0,27	-

Самые высокие урожаи получены на деревьях с высокой окулировкой: по сорту Орлик в варианте двухлетка (13,2 кг), по сортам Скороплодное и Спартан – в варианте книп-бом (7,7 и 8,8 кг). Существенность различий по урожаю, в связи с высотой окулировки, сохранилась только у сорта Орлик в варианте с двухлеткой и у сорта Скороплодное – в варианте книп-бом. В остальных вариантах влияние высоты окулировки на урожай в этом возрасте сглаживалось, и разница не существенна. Фактическая нагрузка урожая на проекцию кроны-ряда составила по сортам: Орлик от 5,8 до 9,0 кг/м², Скороплодное – 4,0-5,3 кг/м², Спартан – 4,0-6,0 кг/м², что позволяет отнести данные агроценозы к группе высокоурожайных. При распределении урожая по объему кроны дерева влияние высоты окулировки оставалось существенным.

Нужно отметить, что у молодых деревьев в возрасте 2-5 лет увеличение высоты окулировки с 5 до 15 см повысило их суммарную урожайность на 20-80 %, у наиболее продуктивного сорта Орлик за эти четыре года она составила 45-50 т/га (Муханин В.Н., Григорьева, 2005).

Суммарная урожайность с 6 по 10 год эксплуатации сада по сорту Орлик составила 126-156 т/га (рисунок 10). Самым низкоурожайным оказался сорт Скороплодное. По сорту Спартан суммарный урожай составил по вариантам 80-111 т/га, благодаря высокому урожаю в 2009 году (23-33 т/га).



Условные обозначения типа саженцев: А – однолетка; Б – двухлетка; В – книп-бом

Рисунок 10 – Урожайность деревьев яблони в саду в связи с типом посадочного материала и высотой окулировки (2000 г. п., схема посадки 4,5x1,0 м)

Нерегулярность плодоношения отмечалась только у деревьев сорта Орлик в вариантах однолетка и книп-бом с высокой окулировкой (индекс 43-46%), остальные варианты относились к ежегодно плодоносящим (индекс 5-36%).

Коэффициент использования ассимилятов на урожай у сорта Орлик за период роста плодов (июнь-август) составил от 57 до 74%. У сорта Скороплодное деревья с низкой окулировкой тратили на формирование и рост плодов 29-33%, а с высокой окулировкой – 36-51% ассимилятов. Деревья сорта Спартан большую часть ассимилятов тратили на ростовые процессы, на урожай использовалось только 25-36%, что не обеспечивало высокой урожайности.

По вариантам опыта ЧПФ листьев составила 7-10 г/м² сутки, что говорит о высоком фотосинтетическом потенциале данных насаждений, и имела более высокие показатели у деревьев с окулировкой на высоте 15 см от уровня почвы.

Высокая фотосинтетическая продуктивность листьев объясняется не только своевременным и качественным выполнением уходных работ, но и высоким уровнем освещения крон деревьев. Наибольший объем зон с недостаточным освещением установлен у деревьев с низкой окулировкой на высоте 0,5 м от уровня почвы по линии ряда и с северной стороны кроны (направление рядов с запада на восток). На высоте 1 м освещение ниже 30 % наблюдалось в центре и северной части кроны. Самый низкий уровень освещения отмечен в вариантах, где использовались однолетние и двухлетние саженцы, в вариантах с книп-бом в кронах складывался наиболее благоприятный световой режим.

Таким образом, деревья с низкой окулировкой имели более крупные размеры, большую площадь листьев, число приростов и их суммарную длину, в связи с этим более низкий уровень освещенности крон по сравнению с деревьями с окулировкой на высоте 15 см от почвы.

Более эффективными в использовании солнечной энергии на биологический урожай на 1 га сада оказались растения с низкой окулировкой, а на проекцию кроны – деревья с высокой окулировкой: у сорта Орлик использовалось 2,8-3,8%, у Скороплодного – 3,9-5,8%, у Спартана – 4,6-7,6% от приходящей энергии (таблица 6).

При определении заключенной в плодах энергии, от падающей на 1 га сада, зависимости от типа посадочного материала и высоты окулировки не выявлено, а

от падающей на проекцию крон видна зависимость: более высокие значения установлены в вариантах с высокой окулировкой, так по сорту Орлик КПД ФАР составил 2,4-2,6%, по сорту Скороплодное – 1,6-1,7%, по сорту Спартан – 1,4-2,2%.

Таблица 6 – Эффективность использования в саду солнечной энергии в процессе фотосинтеза в связи с типом посадочного материала и высотой окулировки (2000 г. п., 2005-2008 гг.)

Тип саженца, высота окули- ровки, см	КПД ФАР, %				Аккумулировано энергии, %		
	Убиол.		Ухоз.		плоды	листья	древесина
	на 1 га сада	на 1 м ² проекции кроны	на 1 га сада	на 1 м ² проекции кроны			
Орлик							
Однолетка, 5(к)	2,20	2,78	1,43	1,94	56,5	23,6	19,9
Однолетка, 15	1,80	3,09	1,26	2,38	65,5	15,5	19,0
Двухлетка, 5	2,19	3,27	1,17	1,78	57,5	20,8	21,7
Двухлетка, 15	1,97	3,76	1,37	2,64	72,5	12,9	14,6
Книп-бом, 5	2,09	3,12	1,46	2,33	62,5	21,9	15,6
Книп-бом, 15	1,89	3,36	1,23	2,40	62,9	13,8	23,3
Скороплодное							
Однолетка, 5(к)	2,27	4,18	0,62	1,16	27,6	22,0	50,4
Однолетка, 15	2,07	5,76	0,63	1,66	33,5	19,8	46,7
Двухлетка, 5	2,33	4,38	0,63	1,20	27,3	20,1	52,6
Двухлетка, 15	1,92	4,84	0,65	1,70	39,0	19,6	41,4
Книп-бом, 5	2,10	4,04	0,65	1,27	30,4	20,7	48,9
Книп-бом, 15	1,96	3,90	0,77	1,59	47,3	19,6	33,1
Спартан							
Однолетка, 5(к)	4,63	7,60	0,95	1,54	25,4	15,9	58,7
Двухлетка, 5	3,04	4,56	0,90	1,34	23,2	15,0	61,8
Двухлетка, 15	2,96	5,17	0,74	1,39	25,5	16,9	57,6
Книп-бом, 5	3,25	4,94	1,19	1,66	28,2	20,2	51,6
Книп-бом, 15	3,07	6,13	1,00	2,16	31,6	17,8	50,6

У деревьев с высокой окулировкой в плодах аккумулируется больший процент от поглощенной энергии, а в листьях и древесине – меньший. Выявлены определенные сортовые особенности: у деревьев сорта Орлик до 57-73% энергии аккумулировано в плодах и только 15-23% в древесине, тогда как у сорта Спартан до 51-62% энергии находилось в древесине, у сорта Скороплодное на древесину тратилось 33-53%.

Влияние высоты окулировки на активность ростовых процессов и урожайность деревьев яблони изучали в 2010-2012 гг. в саду, заложенном осенью 2007 года. Суммарный прирост деревьев сортов Антоновка обыкновенная и Ветеран на подвое МБ при схеме 3x1 м с окулировкой на высоте 15 см – на 11-28%, а с окулировкой на 30 см – на 54-58% меньше по сравнению с деревьями при окулировке на 5 см от почвы. Аналогичные данные получены и при оценке средней длины прироста. Самыми урожайными являлись насаждения сортов Антоновка обыкновенная и Ветеран при окулировке на 30 см выше почвы, где получено, соответственно, 17,3 и 21,7 т/га, что в 2-2,6 раза больше по сравнению с окулировкой на 5 см.

Высокая ростовая активность деревьев сортов Антоновка обыкновенная и Ветеран, привитых на подвои 62-396, при схеме посадки 4,5x2,0 м установлена при окулировке на уровне почвы: суммарный прирост в 1,3 раза больше по сравнению с вариантом, где окулировка на 20 см выше почвы и в 1,2-1,4 раза больше варианта с заглублением окулировки на 20 см ниже уровня почвы.

Более высокий урожай на 3-5 год после посадки сада у данных сортов получен при окулировке на 20 см выше почвы, где средняя урожайность составила 6,2-10,9 т/га, что в 1,8-1,9 раза больше, чем в контроле (5 см). При заглубленной на 20 см в почву окулировке деревья дали в 1,4-1,5 раза больше плодов по сравнению с контролем. Аналогичные закономерности в росте и плодоношении деревьев установлены у сортов Веняминовское и Подарок Графскому на подвое 62-396 при схеме 4,5х1,5 м.

Влияние плотности размещения на продуктивность и рост деревьев в саду (2000 г. п.) изучалось на сортах Орлик, Спартан, Скороплодное, привитых на подвое 62-396 по схемам 4,5х0,75-1,5 м (таблица 7).

Таблица 7 – Хозяйственно-биологическая оценка деревьев яблони в саду разной плотности посадки (2000 г. п., подвой 62-396, 2004-2008 гг.)

Схема посадки, м	Суммарный прирост, м	Число корней на 0,5 м от штамба, шт.	Площадь листьев			ЧПФ, г/м ² сутки	Урожай на 1 га, т	Освоенная кронами площадь сада, %
			на 1 га, тыс. м ²	на 1 м ² проекции кроны, м ²				
				деревья	ряда			
Орлик								
4,5 х 1,5(к)	17,7	421	8,7	2,3	2,7	9,31	15,4	32,7
4,5 х 1,25	12,7	384	8,4	2,0	2,8	8,26	17,1	29,7
4,5 х 1,0	11,4	333	9,8	2,0	3,3	7,73	21,1	29,5
4,5 х 0,75	8,1	324	11,8	2,0	4,1	7,81	26,1	29,1
НСР ₀₅	2,6	31	0,6	F _ф < F _т	0,3	0,14	1,0	-
Скороплодное								
4,5 х 1,5(к)	20,0	426	7,7	2,2	2,4	8,39	9,5	31,9
4,5 х 1,25	15,8	392	8,2	2,3	3,1	8,49	10,5	26,3
4,5 х 1,0	11,4	348	8,4	2,0	3,2	8,60	10,7	26,2
4,5 х 0,75	5,4	310	9,8	1,8	3,7	8,12	13,3	26,1
НСР ₀₅	1,6	33	0,5	0,4	0,4	0,21	0,6	-
Спартан								
4,5 х 1,5(к)	48,4	668	12,4	2,7	3,5	9,41	7,6	35,5
4,5 х 1,25	42,7	650	13,0	2,5	3,7	8,86	9,2	35,2
4,5 х 1,0	32,6	575	14,0	2,1	3,9	7,63	12,4	36,0
4,5 х 0,75	24,9	507	13,3	1,9	4,1	7,76	9,2	32,9
НСР ₀₅	3,1	45	0,6	0,5	0,3	0,26	0,8	-

Наибольший процент освоения отведенной площади, с учетом рабочего коридора, установлен в контроле: от 80 (Скороплодное) до 89% (Спартан). При схеме 4,5х0,75 м он наименьший и составил от 65 (Скороплодное) до 82% (Спартан). Площадь проекции деревьев имела тенденцию к уменьшению при более плотном размещении. На 10 год эксплуатации сада кроны деревьев освоили отведенную им площадь. Объем крон деревьев определялся их площадью питания – у сортов Скороплодное – на 86%, Спартан – на 67%, Орлик – на 66% ($r=0,81-0,93$). Ветви проникали в кроны соседних деревьев, и при схеме 4,5х0,75 м образовался сплошной крона-ряд. Наблюдалась четкая тенденция уменьшения диаметра штамба деревьев при уменьшении площади питания.

При сокращении расстояния между деревьями в ряду установлено существенное снижение числа приростов, их общей и средней длины. Наибольшая разница по суммарному приросту отмечена между контролем и вариантом со схемой 4,5х0,75 м: общая длина приростов контрольных деревьев по сортам Орлик – в 2,2 раза, Скороплодное – в 3,7 раза, Спартан – в 1,9 раза больше. Суммарный прирост деревьев на 94-98% определялся площадью питания ($r=0,97-0,99$), однако в расчете

на 1 м² проекции кроны-ряда по вариантам плотности составил у сорта Орлик 7,6-8,6 м, у Спартана – 20,0-22,4 м, т.е. загущенность крон-рядов при разных схемах посадки достаточно выровнена и более обусловлена сортовыми особенностями. Таким образом, при уменьшении площади питания снижалась ростовая активность деревьев, что не способствовало сильному загущению крон-рядов при самых плотных схемах посадки.

Динамика нарастания площади листьев на деревьях с увеличением плотности посадки существенно снижается. Установлена зависимость между площадью листьев на дереве и площадью их питания ($r=0,95-0,99$). Листовой индекс при расчете на 1 м² проекции кроны-ряда при уменьшении расстояния в ряду существенно возрастает: при схеме 4,5x0,75 м до 3,7-4,1 м²/м² по сортам.

Площадь листьев на 1 га, оставаясь, в общем, на низком уровне, при более плотном стоянии растений увеличивается. У сортов Орлик и Скороплодное, на 9 год после посадки сада, она составила 10-14, у сорта Спартан – 13-17 тыс. м²/га. В экологических условиях ЦЧР при отсутствии стационарного полива размеры сформированной площади листьев в саду на подвое 62-396 далеки до оптимальных параметров (20-22 тыс. м²/га), и темпы ее нарастания крайне низки. Считаем, что это является одной из причин все-таки низкой урожайности садов такого типа в первые годы эксплуатации.

Рост корней зависел от силы роста привитого сорта и схем размещения растений в саду (Григорьева, Балашов, 2009, 2010). Общее число корней деревьев на 94-98% определялось плотностью посадки ($r=0,97-0,99$). Максимальное развитие корневой системы отмечено у деревьев, высаженных по схеме 4,5x1,5 м, где число корней в зависимости от сорта на 30-37% больше по сравнению со схемой 4,5x0,75 м. При этом 90-95% корней имели диаметр менее 1 мм. У деревьев при разных схемах посадки на подвое 62-396 на расстоянии 0,5 м от штамба большая часть корней (73-88%) располагается в почвенном горизонте 0-40 см, из них 43-56% находится в слое почвы 10-30 см. На расстоянии 1,0 м от штамба основная зона распространения корней (70-90%) сосредоточена на глубине от 10 до 50 см, при этом в горизонте почвы 20-40 см их зафиксировано от 42 до 67% в зависимости от сорта. Высокая насыщенность корнями большего объема почвы способствует лучшему обеспечению деревьев водой и минеральными веществами, повышает их якорность.

У всех сортов наименьший урожай с одного дерева получен при самой плотной схеме, и разница с контролем существенна. С увеличением плотности размещения урожай с 1 га сада по сорту Орлик увеличился при схеме 4,5x1,25 м на 11%, при 4,5x1,0 м – на 37%, при 4,5x0,75 м – на 69% по сравнению с контролем. По сорту Скороплодное аналогичные цифры составили 10, 13 и 40%, по сорту Спартан – 21, 63 и 21%, соответственно. Самым урожайным оказался сорт Орлик, на 5-9 год после закладки сада по вариантам получено 15,4-26,1 т/га. Выявлено, что площадь питания на 93-95% обуславливает урожай деревьев сортов Орлик и Скороплодное и всего на 41% – Спартана. Средняя масса плода существенно снижается при увеличении плотности посадки. У сортов Орлик и Спартан, склонных к мельчанию плодов, их масса в контроле существенно больше (на 6-25%) по сравнению с остальными вариантами.

У сорта Орлик нагрузка плодами на 1 м² проекции кроны-ряда при схеме

4,5x1,5 м составила 4,7 кг, при 4,5x0,75 м – 9 кг, у Скороплодного – 3 и 5,1 кг, соответственно, т.е. данные насаждения относятся к группе высокоурожайных.

Анализ суммарной урожайности за 6 лет плодоношения показал ее увеличение в связи с повышением плотности посадки, однако у сорта Спартан при схеме 4,5x0,75 м уже наблюдается ее снижение. По суммарному урожаю (8-10 год эксплуатации сада) наиболее продуктивными являлись варианты: Спартан при схеме посадки 4,5x1,0 м, Орлик со схемами 4,5x0,75 и 4,5x1,0 м, где урожай составил 61, 78, и 70 т/га, соответственно (рисунок 11). Данные насаждения относились к ежегодно плодоносящим. Индекс периодичности по сортам составил 3-36% и не зависел от схемы посадки.

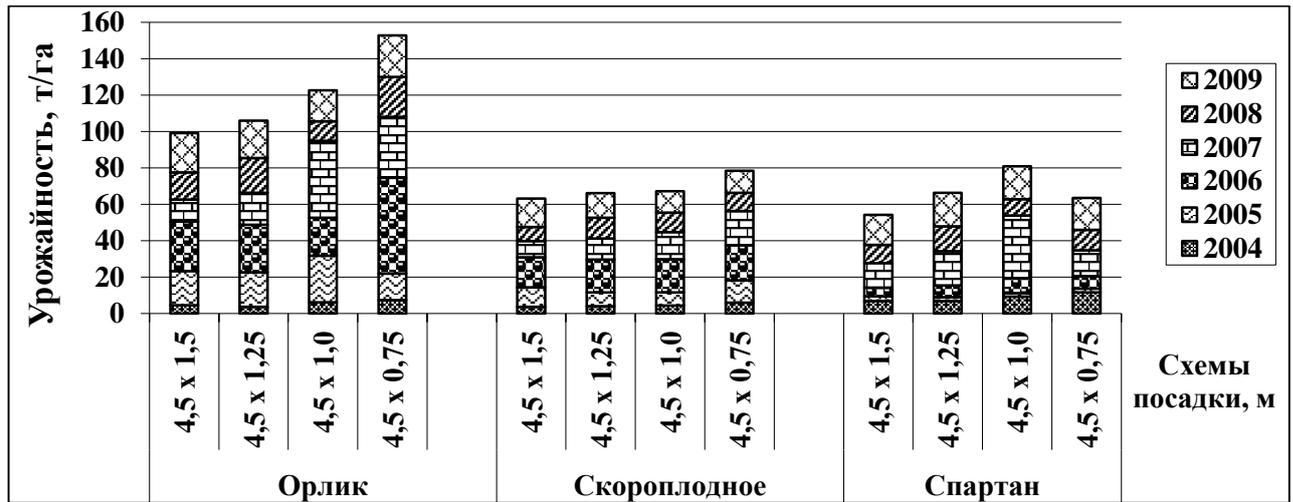


Рисунок 11 – Плодоношение яблони в саду разной плотности посадки (2000 г. п., подвой 62-396)

Наиболее благоприятное освещение крон деревьев на 8-10 год (отсутствие зон с освещенностью < 40%) сложилось при схеме 4,5x1,5 м, с увеличением плотности оно снижалось (рисунок 12), что повлияло на продуктивность фотосинтеза листьев. В более плотных посадках (4,5x0,75-1,0 м) установлены самые низкие значения ЧПФ листьев у сортов Орлик (7,73 и 7,81 г/м² сутки) и Спартан (7,63 и 7,76 г/м² сутки), в контроле она на 19-23% больше и составила 9,31 и 9,41 г/м² сутки, соответственно. У Скороплодного существенно снизилась ЧПФ листьев при схеме 4,5x0,75 м.

ЧПФ листьев сортов Орлик и Спартан находится в тесной зависимости от площади питания ($r=0,89$ и $0,93$), по сорту Скороплодное она выражена слабо ($r=0,44$). Установлено, что суммарная ЧПФ всех листьев на дереве на 86-98% обусловлена площадью питания деревьев в саду у всех сортов яблони.

КПД ФАР в урожае биологическом и хозяйственном в расчете на общую площадь сада возрастает в более плотных посадках (таблица 8). При накоплении общей биомассы на 1 га сада он изменяется по вариантам у сорта Орлик от 1,31 до 2,09%, при формировании урожая его значения снижаются на 25-48% и находятся в пределах 0,79-1,48%. При расчете на проекцию крон на общую фитомассу используется 3,23-3,94%, на хозяйственно полезную часть ее – 1,98-2,59%. Большая часть энергии, выработанной в процессе фотосинтеза, аккумулируется в плодах (53-68%), т.е. у сорта Орлик она используется более рационально. У деревьев сорта Скороплодное на урожай использовано 37-44% аккумулированной энергии.

установлено, что проведение омолаживающей и регулирующей обрезки повысило ЧПФ листьев на 20-60% по сравнению с хозяйственной. Аналогичная тенденция отмечена и по содержанию хлорофилла в листьях.

Таблица 8 – Эффективность использования энергии солнечной радиации в процессе фотосинтеза в саду яблони разной плотности посадки (2003 г. п., 2005-2008 гг.)

Схема посадки, м	КПД ФАР, %				Аккумуляровано энергии, %		
	Убиол.		Ухоз.		плоды	листья	древесина
	на 1 га сада	на 1 м ² проекции кроны	на 1 га сада	на 1 м ² проекции кроны			
Орлик							
4,5x1,5(к)	1,52	3,94	0,79	1,98	52,8	18,7	28,5
4,5x1,25	1,31	3,40	0,82	2,14	61,9	21,0	17,1
4,5x1,0	1,65	3,23	1,26	2,59	66,0	16,6	17,4
4,5x0,75	2,09	3,76	1,48	2,59	67,8	14,9	17,2

Фотосинтетический потенциал листьев деревьев с омолаживающей и регулирующей обрезкой показал, что для создания одинакового по массе урожая в насаждениях Мелбы требуется на 30-40%, Лобо – на 20-35% и Уэлси – на 28-30% меньшая площадь листьев, чем при хозяйственной обрезке, где их потенциальная продуктивность самая низкая. Таким образом, листья в этих вариантах фотосинтезируют гораздо активнее, с более высоким коэффициентом усвоения солнечной энергии, что объясняется более высоким уровнем радиации в кроне дерева при проведении этих видов обрезки. Самая высокая продуктивность листьев установлена в варианте с обрезкой, регулирующей рост и плодоношение, где на урожай у сорта Мелба использовалось 69% ассимилятов, у Лобо – 48%, у Уэлси – 41%. В варианте с омолаживающей обрезкой этот показатель у деревьев сорта Мелба составил 2,8 кг/м², у Лобо – 2,6 кг/м², у Уэлси – 3,5 кг/м², а $K_{хоз.}$ равнялся 59, 31 и 43%, соответственно. У сорта Мелба в варианте с хозяйственной обрезкой отмечена явная перегрузка урожаем. При невысокой ЧПФ и низкой потенциальной продуктивности (3,0 кг/м²) листьев фактическая нагрузка составила 2,3 кг/м² и $K_{хоз.}$ равнялся 76%, т.е. основная масса питательных веществ пошла на формирование и рост плодов, не обеспечив закладку генеративных почек.

Плоды по кроне дерева при хозяйственной обрезке распределялись неравномерно, большая часть урожая формировалась на периферии кроны. Проведение омолаживающей и регулирующей обрезок способствовало повышению завязывания плодов во внутренних участках крон, более равномерному распределению урожая по кроне, значительному повышению выхода плодов высоких товарных качеств.

Водный дефицит листьев (июль) у всех изучаемых сортов в вариантах с омолаживающей и регулирующей обрезками ниже, чем в контроле в 2-2,3 раза. Более высокий водный дефицит и низкая относительная тургесцентность листьев при хозяйственной обрезке объясняется меньшим содержанием в них воды. В сентябре водный дефицит в контрольном варианте выше, чем у опытных растений в среднем по сортам на 35-37%.

Таким образом, проведение омолаживающей и регулирующей обрезок увеличивает коэффициент использования листьями солнечной энергии, повышает фо-

тосинтетическую активность листьев и потенциальные возможности листового полога в процессе формирования урожая, улучшает их водный баланс, существенно нивелирует отрицательные воздействия негативных внешних условий и повышает в целом экологическую устойчивость насаждений яблони.

Если в первые годы плодоношения в саду интенсивного типа вопрос о нормировании урожая не стоял столь актуально, то, уже начиная с 4-6 года эксплуатации сада, вопрос регулирования урожайности и качества плодов в целях предотвращения перехода деревьев на периодичное плодоношение вышел на первый план.

Используя метод кольцевания, установили, что для формирования плода массой 100 г у сорта Орлик необходима площадь листьев в 280-290 см², у сорта Богатырь – 250-270 см², у сорта Жигулевское – 310-320 см². У сорта Лобо площадь листьев в 300-400 см² не обеспечила массу плода в 100 г, она находилась в пределах 80-90 г. Необходимо учитывать, что такая площадь листьев обеспечивает развитие плода массой 100 г при условии его роста за счет использования всех ассимилятов продуктивного фотосинтеза. В целом для дерева они идут не только на рост плодов, но и на формирование и рост древесины, листьев, корней, закладку вегетативных и генеративных почек и другие процессы. Поэтому коэффициент хозяйственного использования ассимилятов может колебаться в весьма широких пределах. Установлено, что для деревьев на слаборослых подвоях оптимальные значения этого коэффициента в 55-65% обеспечивают регулярность плодоношения, с учетом этого определенную в нашем опыте площадь необходимо увеличить в 2 раза. Таким образом, для получения высококачественных плодов (масса не менее 200 г) потребуется от 1100 до 1500 см² площади ассимилирующих листьев у разных сортов яблони.

Исследования по разработке приемов регулирования плодоношения и повышения качества продукции проведены в интенсивном саду 2003 г. п. (4,5x1 м) на 4 сортах яблони, привитых на подвой 62-396. Без нормировки завязей число плодов и урожайность деревьев выше по сравнению с опытными вариантами (1 плод на кольчатке и на 20 см побега), однако средняя масса плодов меньше. Нормировка через 10 дней после цветения снизила общий урожай с дерева, повышая существенно качество плодов. Масса плодов в среднем за 3 года в опытных вариантах превысила контроль на 34-45% у сорта Лобо, на 25-39% у сорта Орлик и на 15-22% у сорта Жигулевское. Урожай с дерева снижался по сорту Лобо на 4-10%, по Орлику – на 3-12%, по Жигулевскому – на 10-20%. Положительное влияние нормировки завязи на качество урожая отмечено у сортов Лобо и Орлик, склонных к мельчанию плодов при перегрузке деревьев. У крупноплодного сорта Жигулевское нормировка не оказала такого большого влияния на массу плодов при снижении общей урожайности.

При изучении влияния нормировки на разных стадиях формирования урожая у сорта Богатырь лучшие результаты получены при ее проведении через 10 дней после цветения: увеличение на 48% средней массы плода (194 г) при максимальной продуктивности деревьев – 15 кг/дерево.

Биологически и агротехнически обоснованные модели садов для условий ЦЧР РФ и их экономическая эффективность определены по итогам изучения основных современных конструкций садов на разных по силе роста подвоях, их особенностях и биометрических параметров.

Определены четыре типа современных насаждений яблони с интенсивными технологиями и отработаны основные элементы их конструкции: плотность размещения, схема посадки в связи с силой роста подвоев и формой крон, необходимость установки опорных конструкций и систем орошения (Григорьева, 2008). Границы при этом разделении достаточно условны, т.к. на силу роста деревьев влияют и сила роста сорта, и высота окулировки.

Более существенное значение выбор плотности размещения деревьев имеет при закладке современных садов с интенсивными технологиями на сильнорослых подвоях, т.к. период эксплуатации этих насаждений значительно дольше. В ранее проведенных нами исследованиях (Резванцева, 1989), доказана (в условиях ЦЧР) возможность успешного возделывания садов на сильнорослых подвоях при схеме 6x4 м при поддержании оптимальных параметров крон деревьев путем применения ежегодной обрезки, высокий уровень урожайности (25-30 т/га) которых достигается на 13-17 год эксплуатации (при освоении продуктивного объема сада).

Наиболее затратным является создание современного сада на карликовых и суперкарликовых подвоях, т.к. с увеличением плотности размещения возрастают затраты на посадочный материал, и слаборослые деревья нуждаются в надежной опоре и стационарном поливе. Однако эти сады обеспечивают высокую скороплодность и урожайность, а выход стандартных плодов достигает 90%.

Для успешного освоения интенсивных технологий создания и возделывания насаждений яблони на клоновых подвоях определены основные экологические и агротехнологические факторы их эффективного ведения (Григорьева, 2011, 2012). На основе изучения основных показателей, характеризующих конструкцию сада, рост и развитие растений, с учетом их оптимальных значений, созданы агробиологические модели современных типов садов яблони на разных по силе роста подвоях для условий ЦЧР (таблица 9). При разработке их параметров учитывалась необходимость увеличения объёма производства плодов высокого качества на основе изучения взаимодействия основных компонентов продукционного процесса. Изучены особенности формирования продуктивности разных привойно-подвойных комбинаций и определены приемы повышения урожайности и устойчивости растений к стресс-факторам. Отработаны основные агроприемы, влияющие на скороплодность, продуктивность и качество плодов. Определено влияние высоты окулировки и качества саженцев, плотности размещения и нормировки нагрузки, обрезки деревьев на продуктивность и ростовые процессы деревьев, на получение продукции самого высокого качества.

В ЦЧР после многолетнего изучения выделены по скороплодности, продуктивности, качеству плодов сорта: Мартовское, Жигулевское, Лобо, Орлик, Богатырь, Синап орловский, Россошанское полосатое. Они в сочетании с подвоями 62-396 (селекции МичГАУ) и Р60 (польской селекции) обеспечили высокую продуктивность: на третий год после посадки – 15-30 т/га, а на 6 год – до 50 т/га. Но эффективное ведение современных садов, особенно в первые годы эксплуатации, не возможно без использования посадочного материала с необходимыми для каждого типа сада параметрами.

Оценка экономической эффективности ведения садов яблони в ЦЧР по интенсивным технологиям при схеме посадки 4,5x1 м в связи с качеством посадочного материала показала, что затраты по сорту Орлик, при закладке саженцами

Таблица 9 – Агробиологические модели садов яблони интенсивного типа для условий ЦЧР

Показатели	Типы современных садов на подвоях			
	сильнорослых	среднерослых	полукарликовых	карликовых
Агротехнические показатели				
Сорта	экологически устойчивые, высокотоварные, скороплодные, продуктивные, технологичные			
Подвои	сильнорослые семенные, клоновые	среднерослые (54-118, 57-545, ММ 106)	полукарликовые (62-396, М 26, Р14), карликовые (В.9, М 9, Р60, Р16)	карликовые (В.9, М 9, Р60, Р16), суперкарликовые (В.195, В.146, МБ, М 27, Р59, Р22)
Схема посадки, м	6x4	5x2-3	4-4,5x1-2	3,5-4,5x0,5-1
Число растений, шт./га	416	660-1000	1100-2200	более 2200
Форма кроны	полуплоская, русское веретено	полуплоская, русское веретено	стройное веретено	суперверетено
Опорные конструкции	посадочный колышек		шпалера: железобетонные столбы, железные или асбестовые трубы, индивидуальная рейка к дереву	
Содержание почвы	черный пар или задернение междурядий, гербицидный пар в ряду			
Защита растений	интегрированная			
Орошение	не обязательно	капельное		
Показатели продуктивности				
Урожай с 1 га, т	15-20	20-25	25-30	30-35
Урожай с дерева, кг	35-45	25-35	15-25	10-15
Масса плода, г	200			
Продуктивность кроны, кг/м ²	3,5-4,5	5,0-7,0	6,0-9,0	6,5-9,5
Продуктивность листьев, кг/м ²	0,6-0,9	0,7-1,4	0,8-2,5	1,4-2,1
Кхоз., %	35-40	40-50	50-60	60-70
Период формирования урожая, дни	115-120			
Индекс периодичности плодоношения	0,25			
Показатели ростовой активности				
Высота кроны, м	3-3,5	3,0-3,5	2,5-3,0	2,5-3,0
Диаметр кроны, м	3,0-4,0	2,5-2,5	1,5-2,0	1,0-2,0
Площадь листьев, тыс.м ² /га	22-23			
Площадь листьев на дереве, м ²	50-55	25-35	10-20	7-10
Листовой индекс кроны, м ² /м ²	5,0-6,0	5,0-7,0	4,5-8,0	4,5-6,5
Ростовая активность	средняя			
Физиологические показатели				
Интенсивность фотосинтеза листьев – 20-25 мг СО ₂ /дм ² час				
Чистая продуктивность фотосинтеза листьев – 8-9 г/м ² сутки				
Фотосинтетический потенциал листьев – 17-18 м ² сутки/кг				
Удельная плотность листьев – 0,7-1,1 г/дм ²				
Содержание хлорофилла – 6-7 мг на 1 г сырого веса листьев				
Оводненность тканей – 55-65%				
Водоудерживающая способность листа – высокая				
Водный дефицит листьев – 5-10%				

разного типа составили 220-241 тыс. руб./га (рисунок 13). Наибольшая прибыль получена при высокой окулировке в варианте с двухлеткой (477 тыс. руб./га) и однолеткой (445 тыс. руб./га). Деревья сорта Орлик при формировке книп-бом с высокой окулировкой отличались слабым ростом и небольшим продуктивным объемом кроны, что снизило рентабельность. У сорта Скороплодное более высокая прибыль получена при окулировке на высоте 15 см: в варианте с однолеткой – 34, с двухлеткой – 48, с книп-бом – 61 тыс. руб./га.

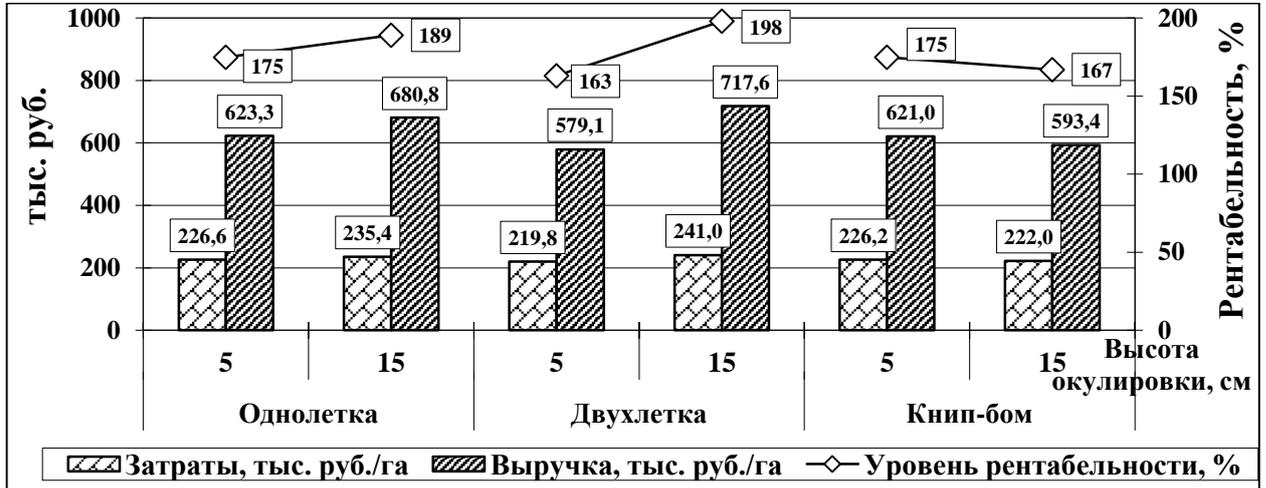


Рисунок 13 – Экономическая эффективность выращивания сорта Орлик в саду в связи с разным типом посадочного материала (в ценах 2013 г.)

Себестоимость 1 кг плодов составила от 11,82 руб. (книп-бом с высокой окулировкой) до 13,90 руб. (двухлетка и книп-бом с низкой окулировкой).

Рентабельность возделывания данного сорта по сравнению с сортом Орлик значительно ниже и находилась в пределах 66-95 %. Более продуктивными у сорта Спартан являются варианты с книп-бом, уровень рентабельности равен 134 и 143% в зависимости от высоты окулировки. Затраты в среднем по вариантам опыта составили от 188 до 209 тыс. руб./га, себестоимость плодов – 9,45-11,71 руб./кг.

Выращивание сорта Орлик при разной плотности посадки обеспечило высокую экономическую эффективность производства с наибольшей прибылью (345,7 тыс. руб./га) при размещении 4,5x0,75 м. С увеличением плотности посадки увеличивались общие затраты – со 174 (4,5x1,5 м) до 240 тыс. руб./га (4,5x0,75 м), что связано с увеличением урожайности и более высокой стоимостью закладки сада, на 1 руб. полной себестоимости получена прибыль в размере 1,32-1,44 руб.

Оценка экономической эффективности сорта Скороплодное при разных схемах посадки показала, что наиболее рентабельным является вариант при размещении 4,5x1,0 м с прибылью 267,2 тыс. руб./га при 132% рентабельности. Определяя эффективность возделывания сорта Спартан с разной плотностью посадки установили, что экономически целесообразен вариант с размещением 4,5x1,25 м: прибыль 261,3 тыс. руб./га, уровень рентабельности 139%, себестоимость 9,63 руб./кг.

Таким образом, современные конструкции садов, прежде всего, должны связывать воедино привойно-подвойные комбинации, схемы их размещения и форму кроны деревьев, после определения этих основных составляющих, решается вопрос о необходимости опорных конструкций, систем орошения и т.п. В связи с этим стоимость закладки и возделывания садов разных типов различна, отличаются

они и по экономической эффективности. При этом интенсивные технологии позволяют получать высокий стабильный урожай качественных плодов и обеспечивают быстрый возврат вложенных в их создание средств.

По результатам проведенных многолетних исследований предложены методические подходы проведения опытных работ в садах с интенсивными технологиями на основе более детального рассмотрения закладки однофакторных полевых опытов по методу «дерево-делянка» и некоторых биометрических показателей (Муханин В.Г., Григорьева, 2006; Григорьева, 2014).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Раскрыты биологические особенности формирования качества посадочного материала яблони в полном цикле его производства для садов разной конструкции на основе установленных взаимосвязей ростовых показателей, погодных факторов и предложенных агроприемов. Представлена биологически обоснованная система показателей продуктивности маточника и качества получаемых подвоев. В питомнике установлена зависимость накопления сухой вегетативной массы подвоев от площади листьев ($r=0,94$), объема корней ($r=0,89$) и суммарной ЧПФ листьев ($r=0,90$); сухой массы однолетних саженцев – от силы роста подвоев ($r=0,97$), площади листьев ($r=0,48$), объема корней ($r=0,57$), ЧПФ листьев ($r=0,73$), суммарной ЧПФ листьев ($r=0,91$); сухой массы двухлетних саженцев – от площади листьев ($r=0,87$), объема корней ($r=0,64$), ЧПФ листьев ($r=0,43$), суммарной ЧПФ листьев ($r=0,86$), что свидетельствует о необходимости формирования максимальной площади листьев с высокой фотосинтетической продуктивностью.

2. Определены оптимальные параметры основных агроприемов (сроки и высота первого и последнего окучевания, сроки весеннего открытия и омоложения маточных растений) возделывания маточника, обеспечивающие повышение его продуктивности в 1,5-2,5 раза. На основании сравнительного анализа физиологического состояния и продуктивности 6 форм клоновых подвоев в маточнике выделен перспективный для условий ЦЧР карликовый подвой Р60.

3. Установлены параметры агробиологической модели горизонтального отводкового маточника клоновых подвоев яблони с применением перепревших опилок хвойных пород, разработан технологический регламент ведения маточника в природно-климатических условиях ЦЧР, соблюдение которого обеспечивает в зависимости от биологических особенностей подвоев получение с 1 га 200-250 тыс. шт. стандартных отводков и 1,4-2,3 млн. руб. прибыли. Формирование корневой системы отводков регламентируется, прежде всего, сроками и высотой окучевания, а параметры надземной части определяются преимущественно формой подвоя и физиологическим состоянием маточного растения.

4. Усовершенствована система агроприемов, позволяющая формировать саженцы для садов интенсивного типа. Установлено, что выход и качество саженцев яблони в питомнике в большей степени зависят от диаметра подвоев, чем от качества их корневой системы. Наибольший экономический эффект получен при использовании стандартных отводков с диаметром стволика >7 мм (прибыль 2780-2970 тыс. руб./га, рентабельность 174-225%), совместном применении прищипки

верхушечных листьев с обработкой арболином (прибыль 2590-2707 тыс. руб./га, рентабельность 180-187%), при кронировании на высоте 80 см (прибыль 2590-2647 тыс. руб./га, рентабельность 162-166%).

5. Разработаны агробиологические модели привойно-подвойных комбинаций яблони для садов разного типа, включающие систему основных параметров физиологического состояния растений яблони и обеспечивающие формирование высокой продуктивности. Доказано, что биометрические параметры деревьев (высота, проекция и объем крон, диаметр штамба, число корней, суммарный прирост) привойно-подвойных комбинаций яблони в зависимости от возраста и сорта обусловлены на 71-98% силой роста подвоев, что необходимо учитывать при выборе схем размещения растений в саду. Установлены математические зависимости между числом корней и объемом крон ($r=0,86-0,94$) и суммарным приростом ($r=0,72-0,90$).

6. Достоверной связи ЧПФ листьев с формой подвоев и хозяйственным урожаем в молодом саду интенсивного типа не установлено. Доказано, что суммарная фотосинтетическая продуктивность всех листьев на дереве зависит от силы роста используемого подвоя: наиболее тесно – у сортов Мартовское, Богатырь, Синап орловский ($r = 0,95-0,99$) и Орлик ($r = 0,89$), менее – у сортов Спартан и Лобо ($r = 0,73-0,74$).

7. Выявлена зависимость ростовой специфики и продуктивности деревьев яблони от биологических особенностей подвоя и сорта. На подвое 62-396 деревья сорта Спартан по сравнению со слаборослым сортом Орлик имели в 2 раза большую вегетативную массу, в 2,4 раза – суммарную длину приростов, в 2,9 раза – массу корней. Выявлено влияние сорта на формирование корневой системы подвоя 62-396: у сорта Спартан масса корней составила 34,9% (из них 9,7% диаметром до 1 мм), у сорта Орлик – 25,5% (34,0% диаметром до 1 мм) от массы дерева.

8. Разработаны методические подходы к оценке формирования продуктивности и устойчивости привойно-подвойных комбинаций яблони к абиотическим стрессорам, заключающиеся в установлении основных показателей, характеризующих рост и развитие растений в современных садах разного типа. На их основе разработаны агробиологические модели сада яблони на разных по силе роста подвоях для условий ЦЧР.

9. В саду в кронах деревьев яблони в возрасте до 7 лет практически нет зон с недостаточным освещением (коэффициент пропускания ниже 30%). Наиболее высокий КПД ФАР в расчете на проекцию кроны при создании биологического и хозяйственного урожая установлен на карликовых подвоях. Доля энергии, заключенная в плодах, обратно пропорциональна силе роста подвоя: на Р59 в урожай ее аккумулировалось в 1,9-2,4 раза больше, а в древесине и листьях в 1,7-1,8 раза меньше, чем на подвое 57-545.

10. Выявлены слабые темпы нарастания площади листьев у молодых деревьев яблони, что обуславливает их низкую продуктивность. На среднерослых подвоях площадь более 20 тыс. м²/га при схеме 4,5x1,5 м формируется только на 9-10 год, при схеме 4,5x1 м – на 6 год, на более слаборослых она в 1,4-2 раза меньше. Площадь листьев и листовой индекс кроны деревьев обусловлены силой роста подвоя ($r=0,84-0,99$).

11. Доказано, что интенсивные технологии при схеме посадки 4,5x1,5 м обеспечивают урожайность 30-36 т/га на 6-10 год после посадки у сортов Мартовское, Богатырь, Синап орловский на подвое Р14 и Орлик на Р60 и Р14; 25-30 т/га – у сортов Мартовское на 62-396 и Р60, Богатырь на Р60 и 57-545, Синап орловский на Р60; при схеме посадки 4,5x1 м на 7 год эксплуатации сада получен урожай 30-40 т/га у сортов Орлик на подвоях 62-396 и Р59, Жигулевское на 57-545 и Р59, Лобо на Р59 и 40-50 т/га – у сортов Орлик на Р60, Жигулевское и Лобо на 62-396 и Р60. Доля высшего и первого товарных сортов достигала 90-95%.

12. На основе выявленных биологических особенностей роста и развития растений показаны пути управления продуктивностью насаждений яблони интенсивного типа посредством разработки комплекса биологически-обоснованных эффективных элементов технологии (подбор привойно-подвойных комбинаций, схемы посадки, высота окулировки, системы обрезки, нормировка урожая), обеспечивающих скороплодность, продуктивность и высокое качество получаемой продукции.

13. Предложены новые эффективные агротехнические мероприятия, обеспечивающие целесообразно максимальную реализацию потенциальной продуктивности яблони и высокое качество получаемой продукции в насаждениях разной конструкции. Доказано, что окулировка на высоте 5 см над уровнем почвы вызывает увеличение объема кроны на 20-66%, числа приростов – в 1,2-1,6 раза, их суммарной длины – в 1,5-1,8 раза, площади листьев – на 18-33%, что приводит к снижению уровня освещенности кроны и ЧПФ листьев по сравнению с окулировкой на высоте 15 см. Установлено, что КПД ФАР наиболее эффективен при формировании биологического и хозяйственного урожая у деревьев с высокой окулировкой: у сортов Орлик он, соответственно, составил 2,8-3,8 и 2,4-2,6%, Скороплодное – 3,9-5,8 и 1,6-1,7%, Спартан – 4,6-7,6 и 1,4-2,2% от энергии, приходящей на проекцию кроны. Выявлено существенное влияние высоты окулировки на урожай в первые годы плодоношения, которое позднее (старше 7 лет) снижается. Наибольшая суммарная урожайность (6-10 годы эксплуатации) получена по сорту Орлик (126-156 т/га) в вариантах с высокой окулировкой.

14. Установлено, что площадь питания растений в саду определяет объем кроны деревьев ($r=0,81-0,93$), их суммарный прирост ($r=0,97-0,99$), общее число корней ($r=0,97-0,99$), площадь листьев ($r=0,95-0,99$), суммарную ЧПФ листьев ($r=0,93-0,99$), массу плода ($r=0,82-0,93$). Наибольший суммарный урожай за 8-10 годы эксплуатации сада получен у сортов Орлик при схеме посадки 4,5x0,75 и 4,5x1,0 м (78,2 и 70,0 т/га) и Спартан при схеме 4,5x1,0 м (61,3 т/га).

15. Доказано, что проведение омолаживающей и регулирующей обрезок стабилизирует урожайность и улучшает качество плодов, повышает фотосинтетическую активность листьев и их потенциальные возможности в процессе формирования урожая, улучшает их водный баланс, существенно нивелирует отрицательные воздействия негативных внешних условий и повышает в целом экологическую устойчивость насаждений яблони.

16. Экономическая оценка эффективности применения разработанных агроприемов возделывания яблони в зависимости от различных конструкций насаждений в условиях ЦЧР показала высокую рентабельность производства плодов на подвое 62-396 у сорта Мартовское (193%), на 57-545 – сорта Богатырь (187%), на

Р60 и Р14 – сорта Орлик (219 и 249%), на Р16 – сорта Синап орловский (167%). Наибольшая прибыль получена при высокой окулировке в варианте с двухлеткой (477 тыс. руб./га) и однолеткой (445 тыс. руб./га) у сорта Орлик. Затраты при возделывании насаждений, заложенных саженцами разного типа, составили в среднем 220-241 тыс. руб./га. Установлено, что с увеличением плотности посадки возрастают общие затраты – со 174 (4,5х1,5 м) до 240 тыс. руб./га (4,5х0,75 м), за счет роста стоимости закладки сада и урожайности. В среднем на 1 руб. полной себестоимости получена прибыль в размере 1,32-1,44 руб. Наибольшую экономическую эффективность обеспечил сорт Орлик при размещении 4,5х0,75 м с прибылью 345,7 тыс. руб./га.

РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Для проведения научных исследований. При постановке опытов с плодовыми деревьями в современных садах целесообразно использовать предложенные методические подходы к закладке и ведению однофакторных полевых опытов по методу «деревяно-делянка», к оценке ряда биометрических показателей (диаметр и площадь поперечного сечения штамба, прирост побегов, расчет урожайности с единицы проекции и объема крон) и к методике определения рациональных схем размещения деревьев.

2. В производственных условиях:

- закладку садов в ЦЧР на среднерослых подвоях (54-118, 57-545, ММ 106) осуществлять по схемам 5х2-3м, на полукарликовых (62-396, Р14, М 26) – по схемам 4-4,5х1-2м, на карликовых (В.9, М 9, Р60, Р16) – по схемам 3,5-4,5х1-2м, на суперкарликовых (В.195, В.146, МБ, М 27, Р59 и Р22) – по схемам 3-4,5х0,5-1м, в зависимости от силы роста сорта, высоты окулировки и формы кроны деревьев, ширину междурядий выбирать с учетом технических средств, а расстояние в ряду – с учетом биологических особенностей растений;

- в условиях ЦЧР в первые годы после посадки сада, особенно на карликовых подвоях, применять агроприемы, направленные на стимуляцию роста деревьев (быстрое наращивание площади листьев и продуктивного объема кроны) и освоение отведенной площади, что можно ускорить, закладывая сад мощными саженцами с большим числом боковых побегов и не допуская плодоношения в первые два года;

- для получения высоких урожаев яблок в условиях ЦЧР применять выделенные по экологической устойчивости, скороплодности, продуктивности, качеству плодов сорта: Мартовское, Жигулевское, Лобо, Орлик, Богатырь, Синап орловский, Россошанское полосатое, обеспечивающие в сочетании с подвоями 62-396 и Р60 высокую урожайность – до 25-35 т/га;

- для получения высококачественного урожая у сортов, склонных к мельчанию плодов, проводить нормировку, повышающую их товарные качества и массу, через 10 дней после цветения;

- использование разработанного технологического регламента возделывания маточника горизонтальных отводков клоновых подвоев яблони с применением перепревших опилок хвойных пород обеспечивает получение 200-250 тыс. шт./га стандартных отводков и прибыли – 1,4-2,3 млн. руб./га;

- в целях повышения выхода стандартных отводков в ЦЧР разокучивание маточника проводить в конце апреля при сумме среднесуточных температур воздуха 200°С, первое окучивание побегов – при достижении 15-25 см прироста на 3/4 их высоты, последнее окучивание – на высоту 25-30 см, омоложение маточника – при увеличении высоты зоны отрастания побегов свыше 15 см;

- с учетом силы роста сорта и подвоя в питомнике применять различную высоту окулировки, т.к. это влияет на параметры крон и урожайность растений, что необходимо учитывать при выборе конструкции сада;

- при выращивании саженцев для садов интенсивного типа с веретеновидными кронами деревьев закладку питомника необходимо проводить стандартными отводками (1 и 2 сорт) с диаметром более 7 мм, а кронирование осуществлять на высоте 40 см с последующим формированием однолетней кроны с прямыми углами отхождения боковых ветвей.

3. В учебном процессе аграрных вузов и факультетов. Использовать результаты исследований при чтении профильных учебных дисциплин, проведении учебных, научных и производственных практик при подготовке бакалавров и магистров по направлению «Садоводство», «Агрономия», аспирантов по направленности «Плодоводство, виноградарство» и в процессе переподготовки специалистов АПК и преподавателей аграрных вузов.

Список основных работ, опубликованных по теме диссертации

Монографии, рекомендации

1. Григорьева, Л.В. Формирование крон и обрезка плодовых деревьев, привойно-подвойные комбинации для интенсивных беспорных садов: монография / И.В. Муханин, Л.В. Григорьева, В.Н. Муханин, А.И. Кожина. – Мичуринск-научоград РФ, 2011. – 272 с.
2. Григорьева, Л.В. Интенсивная технология производства отводков в горизонтальном маточнике клоновых подвоев яблони с применением органического субстрата: рекомендации / Л.В. Григорьева, И.В. Муханин. – Мичуринск-научоград, 2007. – 64 с.
3. Григорьева, Л.В. Рекомендации по омолаживающей обрезке деревьев яблони в промышленных садах: рекомендации / В.Г. Муханин, И.В. Муханин, Л.В. Григорьева, В.Н. Муханин, А.И. Кожина // Садоводству России – инновационный путь развития: мат. межд. науч.-практ. конф. – Мичуринск-научоград, 2010. – С. 125-203.
4. Григорьева, Л.В. Интенсивная технология производства отводков в горизонтальном маточнике клоновых подвоев яблони с применением органического субстрата: рекомендации / Л.В. Григорьева, И.В. Муханин. – Мичуринск: МичГАУ, 2011. – 66 с.
5. Григорьева, Л.В. Формирование и обрезка плодовых деревьев: рекомендации / И.В. Муханин, Л.В. Григорьева, В.Н. Муханин, А.И. Кожина. – Мичуринск: МичГАУ, 2011. – 130 с.
6. Григорьева, Л.В. Однофакторные полевые опыты и элементы учета в многолетних насаждениях плодовых культур: методические указания / Л.В. Григорьева. – Мичуринск: МичГАУ, 2014. – 18 с.

Статьи в изданиях, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России

7. Григорьева, Л.В. Система обрезки яблони на основе биологических особенностей ее роста и развития / В.Г. Муханин, И.В. Муханин, Л.В. Григорьева // Садоводство и виноградарство. – 2001. – № 3. – С. 12-14.
8. Григорьева, Л.В. О проблемах перевода отечественного садоводства на интенсивный путь развития / В.Г. Муханин, И.В. Муханин, Л.В. Григорьева // Садоводство и виноградарство. – 2001. – № 1. – С. 2-4.
9. Григорьева, Л.В. Современная технология производства посадочного материала для интенсивных насаждений яблони / В.Г. Муханин, И.В. Муханин, Л.В. Григорьева // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. тр. – М., 2002. – Т. IX. – С. 249-252.

10. Григорьева, Л.В. Факторы повышения продуктивности яблоневых насаждений / Л.В. Григорьева // Садоводство и виноградарство. – 2002. – № 4. – С. 3-5.
11. Григорьева, Л.В. Итоги исследований по интенсификации производства яблок в насаждения различного типа / В.Г. Муханин, Л.В. Григорьева, И.В. Муханин, В.Н. Муханин // Докл. Росс. академии с.-х. наук. – 2006. – № 4. – С. 27-30.
12. Григорьева, Л.В. Состояние насаждений яблони в ЦЧР после зимы 2005 – 2006 гг. / Л.В. Григорьева // Садоводство и виноградарство. – 2007. – № 6. – С. 2-3.
13. Григорьева, Л.В. Интенсивная технология производства подвоев яблони/ Л.В. Григорьева, И.В. Муханин // Плодоводство и ягодоводство России: мат. межд. науч.-практ. конф. – М., 2008. – Т. XVIII. – С. 100-106.
14. Григорьева, Л.В. Факторы, влияющие на продуктивность интенсивного маточника клоновых подвоев яблони / Е.А. Каплин, Л.В. Григорьева // Плодоводство и ягодоводство России: мат. межд. науч.-практ. конф. – М., 2008. – Т. XVIII. – С. 177-183.
15. Григорьева, Л.В. Динамика изменения качественных параметров различных по силе роста подвоев яблони в питомнике / А.Ю. Чупрынин, Л.В. Григорьева // Плодоводство и ягодоводство России: мат. межд. науч.-практ. конф. – М., 2008. – Т. XVIII. – С. 414-420.
16. Григорьева, Л.В. Состояние насаждений яблони в Центральном Черноземном районе после зим 2005/ 06, 2006/ 07 гг. / Л.В. Григорьева // Плодоводство и ягодоводство России: мат. межд. науч.-практ. конф. – М., 2008. – Т. XVIII. – С. 453-459.
17. Григорьева, Л.В. Влияние высоты окучивания на продуктивность горизонтального отводкового маточника клоновых подвоев яблони / Л.В. Григорьева, Е.А. Каплин, С.М. Медведев // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 1. – С. 20-22.
18. Григорьева, Л.В. Урожай и рост привойно-подвойных комбинаций яблони в интенсивном саду / Л.В. Григорьева, А.А. Балашов, О.А. Ершова // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 11. – С. 59-61.
19. Григорьева, Л.В. Особенности строения корневой системы деревьев яблони на подвоях разной силы роста в интенсивном саду / Л.В. Григорьева, А.А. Балашов, О.А. Ершова // Вестник МичГАУ. – Мичуринск-наукоград, 2010. – № 2. – С. 19-21.
20. Григорьева, Л.В. Нормирование нагрузки деревьев яблони плодами в садах на слаборослых подвоях / Л.В. Григорьева // Вестник МичГАУ. – Мичуринск-наукоград, 2010. – № 2. – С. 21-24.
21. Григорьева, Л.В. Особенности роста и синтеза биомассы клоновых подвоев яблони в питомнике / Л.В. Григорьева, А.Ю. Чупрынин // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – №12. – С. 58-60.
22. Григорьева, Л.В. Пути и проблемы интенсификации садоводства ЦФО РФ / Л.В. Григорьева // Вестник МичГАУ. – Мичуринск-наукоград, 2011. – № 1. – Ч. 1. – С. 22-26.
23. Григорьева, Л.В. Продуктивность маточника в связи с высотой первого окучивания отводков / Л.В. Григорьева, Е.А. Каплин // Вестник МичГАУ. – Мичуринск-наукоград, 2011. – № 1. – Ч. 1. – С. 44-47.
24. Григорьева, Л.В. Основные требования к посадочному материалу для закладки шпалерно-карликовых садов / И.В. Муханин, Л.В. Григорьева, О.А. Ершова, А.И. Кожина // Вестник Казанского ГАУ. – 2011. – № 3 (21). – С. 150-153.
25. Григорьева, Л.В. Подбор привойно-подвойных комбинаций – фактор повышения продуктивности интенсивных садов / Л.В. Григорьева, О.А. Ершова // Плодоводство и ягодоводство России: мат. межд. науч.-практ. конф. – М., 2012. – Т. XXIX. – Ч. 1. – С. 129-138.
26. Григорьева, Л.В. Продуктивность фотосинтеза саженцев яблони в питомнике / Л.В. Григорьева, А.Ю. Чупрынин // Плодоводство и ягодоводство России: мат. межд. науч.-практ. конф. – М., 2012. – Т. XXXII. – Ч. 2. – С. 199-207.
27. Григорьева, Л.В. Урожай и архитектура корневой системы деревьев яблони в саду разной плотности посадки / Л.В. Григорьева, А.А. Балашов // Вестник ОрелГАУ. – 2012. – №2 (35). – С. 76-79.
28. Григорьева, Л.В. Интенсивные технологии в садоводстве – основа его развития при вступлении в WTO / Л.В. Григорьева // Вестник МичГАУ. – Мичуринск-наукоград, 2012. – № 3. – С. 48-52.
29. Григорьева, Л.В. Влияние клоновых подвоев на формирование продуктивности деревьев яблони в интенсивном саду / Л.В. Григорьева, О.А. Ершова // Плодоводство и ягодоводство России: мат. межд. науч.-практ. конф. – М., 2012. – Т. XXXIV. – Ч. 1. – С. 200-209.

30. Григорьева, Л.В. Распределение вегетативной массы между надземной и подземной частями деревьев яблони / Л.В. Григорьева, А.А. Балашов // Вестник МичГАУ. – Мичуринск-наукоград, 2012. – № 1. – Ч. 1. – С. 21-23.
31. Григорьева, Л.В. Сравнительная энергетическая оценка технологий выращивания саженцев яблони / Е.Н. Курьянова, Л.В. Григорьева, Л.В. Бобрович // Вестник МичГАУ. – Мичуринск-наукоград, 2012. – № 1. – Ч. 1. – С. 33-35.
32. Григорьева, Л.В. Формировка «модифицированное стройное веретено» для шпалерно-карликовых садов / И.В. Муханин, Л.В. Григорьева, О.А. Ершова, А.И. Кожина // Аграрная наука Северо-Востока. – 2012. – № 4-6. – С. 35-37.
33. Григорьева, Л.В. Эффективность использования солнечной энергии деревьями яблони при разных схемах посадки / Л.В. Григорьева // Вестник МичГАУ. – Мичуринск-наукоград, 2012. – № 4. – С. 11-15.
34. Григорьева, Л.В. Омолаживающая обрезка для восстановления потенциала продуктивности промышленных садов / И.В. Муханин, Л.В. Григорьева, О.А. Ершова, А.И. Кожина // Агро XXI. – 2013. – № 1-3. – С. 35-37.
35. Григорьева, Л.В. Прогнозирование плодоношения яблони по биохимическому состоянию деревьев на светло-каштановых почвах / Л.В. Григорьева, И.Ю. Подковыров // Известия нижеволжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2014. – № 1 (33). – С. 87-91.
36. Григорьева, Л.В. Фотосинтетические показатели продуктивности привойно-подвойных комбинаций яблони в интенсивном саду / О.А. Ершова, Л.В. Григорьева // Плодоводство и ягодоводство России: сб. науч. тр. – М., 2014. – Т. XXXIX. – С. 87-93.
37. Григорьева, Л.В. К вопросу об органическом производстве плодово-ягодного сырья / Л.В. Григорьева, О.А. Ершова // Вопросы питания: мат. XV всерос. конгресса диетологов и нутрициологов «Здоровое питание от фундаментальных исследований к инновационным технологиям». – М.: «ГЭОТАР-Медиа», 2014 – Т. 83. – № 3. – С. 176-177.

Статьи в зарубежных изданиях

38. Григорьева, Л.В. К вопросу об ограничении высоты деревьев яблони в интенсивных садах России / В.Г. Муханин, И.В. Муханин, Л.В. Григорьева // Экологическая оценка типов высокоплотных плодовых насаждений на клоновых подвоях: тез. докл. межд. симпозиума. – Минск: Самохваловичи, 1997. – С. 135-138.
39. Григорьева, Л.В. Потенциальная и хозяйственная продуктивность яблони в зависимости от подвоя / Л.В. Григорьева, И.В. Муханин // Экологическая оценка типов высокоплотных плодовых насаждений на клоновых подвоях: тез. докл. межд. симпозиума. – Минск: Самохваловичи, 1997. – С. 94-96.
40. Grigor'eva, L.V. Peculiarities of water regime of apple seion-roots-tocks combinations / L.V. Grigor'eva, I.V. Mukhanin // Fruit production and fruit breeding: Proceedings of the international conference. – Tartu, 2000. – S. 107-108.
41. Grigor'eva, L.V. Potential productivity of apple clonal rootstocks mother plantation / I.V. Mukhanin, L.V. Grigor'eva // Fruit production and fruit breeding: Proceedings of the international conference. – Tartu, 2000. – S. 109-110.
42. Grigor'eva, L.V. Photosyntetic productivity of different pear cultivars as affected by tree shape / L.V. Grigor'eva // VIII Ynternational Pear Symposium: Ferrara-Bologna, Italy, 4-9 September, 2000.
43. Григорьева, Л.В. Влияние регуляторов роста на ветвление однолетних саженцев яблони / Л.В. Григорьева, А.Ю. Чупрынин // Lucrări științifice. Vol. 24, Pt. 1: Horticultură, Viticultură și vinificație, silvicultură și, grădini publice, protecția plantelor. – Chișinău, UASM, 2010. – P. 102-108.
44. Григорьева, Л.В. Урожайность сортов яблони на разных по силе роста подвоях в интенсивном саду / Л.В. Григорьева, А.А. Балашов, О.А. Ершова // Lucrări științifice. Vol. 24, Pt. 1: Horticultură, Viticultură și vinificație, silvicultură și, grădini publice, protecția plantelor. – Chișinău, UASM, 2010. – P. 109-114.
45. Grigor'eva, L.V. The effect of the quality of apple rootstocks on the survival growth and annual output of seedlings in the nursery / L.V. Grigoreva, A. Yu. Chuprynin // Modern agricultural science:

current problems and prospects of the century in conditions of globalization: Proceedings of the international conference / – Azerbaijan, 2014. – P. 75-78.

Научные работы

46. Резванцева, Л.В. Влияние плотности посадки и видов обрезки на изменение морфофизиологических признаков и продуктивность сортов яблони: автореф. дис... канд. с.-х. наук / Л.В. Резванцева. – М., 1989. – 23 с.
47. Григорьева, Л.В. Морфофизиологические показатели интенсивных насаждений яблони и их взаимосвязи / Л.В. Григорьева // Методика исследований и вариационная статистика в научном плодоводстве: сб. докл. межд. науч.-метод. конф. – Мичуринск, 1998. – Т. II. – С. 64-67.
48. Григорьева, Л.В. Стройное веретено – формирование и обрезка деревьев яблони / И.В. Муханин, Л.В. Григорьева // Пути повышения устойчивости садоводства: сб. науч. тр. ВНИИС. им. И.В. Мичурина. – Мичуринск, 1998. – С. 64-70.
49. Григорьева, Л.В. Продуктивность фотосинтеза яблони при разных видах обрезки / Л.В. Григорьева // Пути повышения устойчивости садоводства: сб. науч. тр. ВНИИС. им. И.В. Мичурина. – Мичуринск, 1998. – С. 71-73.
50. Григорьева, Л.В. Основные биометрические параметры отводков в интенсивном маточнике / Л.В. Григорьева // Пути повышения устойчивости садоводства: сб. науч. тр. ВНИИС. им. И.В. Мичурина. – Мичуринск, 1998. – С. 74-77.
51. Григорьева, Л.В. Методы изучения потенциальной и хозяйственной продуктивности плодовых культур / Л.В. Григорьева // Вопросы физиологии, селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур: сб. науч. тр. – Орел, 2001. – С. 53-57.
52. Григорьева, Л.В. Современные системы ведения интенсивных садов яблони / Л.В. Григорьева // Научно-практические достижения и инновационные пути развития производства продукции садоводства для улучшения структуры питания и здоровья человека: мат. науч.-практ. конф. – Мичуринск-научоград, 2008. – С. 33-36.
53. Григорьева, Л.В. Эффективность использования солнечной энергии деревьями яблони в интенсивном саду / Л.В. Григорьева // Методы изучения продукционного процесса растений и фитоценозов: мат. межд. науч.-метод. конф. – Нальчик, 2009. – С. 63-65.