

СОЛОМАТИН
Николай Михайлович

**ГЕНОФОНД ВЕГЕТАТИВНО РАЗМНОЖАЕМЫХ ФОРМ ЯБЛОНИ
ДЛЯ УЛУЧШЕНИЯ СОРТИМЕНТА ПОДВОЕВ, СЫРЬЕВЫХ
И ДЕКОРАТИВНЫХ СОРТОВ В УСЛОВИЯХ ЦЧР**

Специальность **06.01.05** – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
доктора сельскохозяйственных наук

Москва 2018

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Мичуринский государственный аграрный университет»

Научный консультант: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Скрипников Юрий Георгиевич

Официальные оппоненты: **Еремин Виктор Геннадиевич**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор РАН, филиал Крымская опытно-селекционная станция ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова», директор;
Савельева Наталья Николаевна, доктор биологических наук, Селекционно-генетический центр «Всероссийский научно-исследовательский институт генетики и селекции плодовых растений им. И.В. Мичурина» ФГБНУ «Федеральный научный центр имени И.В. Мичурина», ведущий научный сотрудник лаборатории генофонда;
Резвякова Светлана Викторовна, доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ФГБОУ ВО «Орловский государственный аграрный университет имени Н.В. Парахина», зав. кафедрой защиты растений и экотоксикологии

Ведущая организация: **ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»**

Защита состоится «15» ноября 2018 г. в 13³⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 006.035.02 на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства» по адресу: 115598, Москва, ул. Загорьевская, 4, тел. (495) 329-51-66, факс (495) 329-31-66, e-mail: dissovet@vstisp.org.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Всероссийский селекционно-технологический институт садоводства и питомниководства» и на сайте института в интернете: <http://vstisp.org>.

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
д.б.н., профессор

О.А. Сорокопудова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Стратегической целью продовольственной безопасности России является обеспечение населения страны сельскохозяйственной продукцией и продовольствием. Гарантией ее достижения является стабильность внутреннего производства, а также наличие необходимых резервов и запасов. Согласно доктрине продовольственной безопасности, уровень продуктовой самообеспеченности, включая фрукты и ягоды, должен составлять не менее 70% что, в свою очередь, обуславливает импортозамещение – системную задачу, определяющую не только необходимость роста объёмов производства, но, прежде всего и собственное ресурсно-технологическое обеспечение его развития (Егоров, 2017).

На современном этапе отрасль садоводства не удовлетворяет потребности населения нашей страны в плодово-ягодной продукции. Из-за низких показателей собственного производства импорт плодов и ягод составляет 6,5 млн. т и на его долю в формировании ресурсов фруктов в России приходится 73%. Для преодоления зависимости от стран импортёров и обеспечения продовольственной безопасности по производству плодов садоводам России необходимо увеличить в ближайшие годы валовое производство плодов в 2,5-3 раза. Такую задачу можно успешно решать путем перевода всего промышленного садоводства страны на интенсивные высокопродуктивные типы садов на клоновых подвоях (Муханин и др., 2001; Дорошенко и др., 2006; Трунов, 2009; Куликов и др., 2017).

Слаборослый клоновый подвой является основным звеном в создании современных интенсивных плодовых насаждений. Обусловленное его гормональной системой комплексное влияние на привитый сорт невозможно полностью заменить никакими агроприёмами или агрохимикатами. В связи с этим, создание и комплексная оценка новых форм клоновых подвоев, ценных по комплексу признаков и отвечающих современным требованиям производства, приобретают ключевое значение для решения проблемы ускоренного импортозамещения плодовой продукции. Кроме того, селекция новых форм сельскохозяйственных растений относится к теоретическим исследованиям, повышающим эффективность научно-технологического развития АПК РФ.

Слаборослые клоновые подвои яблони, полученные в Мичуринском ГАУ в результате многолетней селекционной работы В.И. Будаговским и его последователями, успешно зарекомендовали себя как в садоводстве России, так и ряда зарубежных стран (Будаговский, 1978; Коровин, 1980; Потапов, 2000; Верзилин и др., 2001; Трунов и др., 2007; Соломатин, 2017).

В настоящее время назрела необходимость комплексной оценки созданного за многие годы генофонда вегетативно размножаемых форм яблони с целью выявления источников и доноров ценных признаков, анализа и синтеза полученных данных для разработки новых методологических подходов и усовершенствования отдельных этапов селекционного процесса клоновых подвоев яблони.

В процессе селекции подвоев был отобран ряд гибридов, имеющих антоциановую окраску листьев и плодов, унаследованную ими от *M. niedzetzkyana*. Некоторые из них, обладающие комплексом ценных признаков, могут быть использованы как сорта декоративной яблони в садово-парковом и ландшафтном строительстве, а также как сырьевые сорта для получения продуктов переработки с высоким содержанием антиоксидантов.

Цель исследований – комплексная оценка генофонда вегетативно размножаемых форм яблони, выделение лучших из них для использования в качестве клоновых подвоев, сырьевых и декоративных сортов.

Задачи исследований:

1. Изучить исходный материал для селекции и создать новые перспективные формы слаборослых клоновых подвоев, ценных по комплексу признаков.

2. Выделить из гибридного фонда вегетативно размножаемых форм яблони источники и доноры ценных признаков: укореняемости; зимостойкости; слаборослости; продуктивности (в маточнике), устойчивости к основным болезням.

3. Выделить из гибридного фонда формы яблони, сочетающие в одном генотипе способность к вегетативному размножению и качество плодов.

4. Провести органолептический и химический анализ плодов вегетативно размножаемых форм яблони, перспективных для закладки сырьевых насаждений.

5. Обосновать использование красномякотных плодов яблони в технологии производства продуктов переработки с высоким содержанием БАВ.

6. Провести органолептический и химический анализ продуктов переработки из плодов, вегетативно размножаемых краснолистных форм яблони, и выделить наиболее перспективные из них.

7. Провести оценку гибридного фонда на декоративные качества и выделить перспективные формы яблони для использования в садово-парковом и ландшафтном строительстве.

Научная новизна. Расширено генетическое разнообразие исходного селекционного материала вегетативно размножаемых форм яблони при проведении селекции подвоев, сырьевых и декоративных сортов яблони.

Доказана эффективность использования анатомо-морфологических показателей (длины корневых волосков, отношения площади коры к площади древесины в корнях, количества устьиц на единицу площади листовой пластинки) для ранней диагностики признака слаборослости в ускорении селекционного процесса создания новых форм слаборослых клоновых подвоев яблони.

Установлены достоверные различия у подвоев разной силы роста по содержанию цитокининов в корневой системе и в надземной части. Доказано, что под влиянием обработки экзогенным гиббереллином у карликовых подвоев происходит более интенсивный отток ассимилятов на формирование коры, и почти вдвое увеличивается листовая поверхность; у более силь-

норослых подвоев преимущественно нарастает древесина, прирост листовой поверхности слабее, чем у карликов.

Впервые предложена схема селекционного процесса клоновых подвоев яблони с использованием этапа отбора по укореняемости в адвентивно-гибридном маточнике. Предложена модель сорта клонового подвоя для условий ЦЧР. Выявлено более 50 источников и доноров признаков укореняемости, слаборослости, высокой зимостойкости надземной части и корневой системы, побегопроизводительности, устойчивости к парше и мучнистой росе.

Выделены 2 карликовых (76-3-6, 83-1-15) и 1 полукарликовый (87-7-12) подвои яблони, которые включены в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации. Научная новизна авторских разработок подтверждена тремя патентами и тремя авторскими свидетельствами.

Теоретическая значимость работы. Получены новые знания в области биологии и частной селекции яблони. Установлены достоверные различия в гормональном балансе, распределении продуктов фотосинтеза, анатомо-морфологическом строении клоновых подвоев яблони в связи с их силой роста. Проведён анализ наследования признаков «степень укоренения», «побегопроизводительность» и «сила роста» у клоновых подвоев яблони и анализ химического состава плодов новых красномякотных гибридов яблони и продуктов их переработки (сок, компот, чипсы). Разработаны новые методические подходы для совершенствования и ускорения селекционного процесса у клоновых подвоев яблони.

Практическая значимость исследований. Выделены новые источники и доноры ценных признаков для практической селекции в целях создания новых подвоев, сырьевых и декоративных сортов яблони.

Созданы новые формы подвоев, сырьевых и декоративных сортов яблони, которые рекомендованы для использования в современных интенсивных производственных насаждениях, а также садово-парковом и ландшафтном строительстве.

Для практического использования в перерабатывающей промышленности апробирован и рекомендован новый вид сырья (плоды красномякотных гибридов яблони), из которого изготовлены образцы продукции (сок, компот, фруктовые чипсы) с высоким содержанием антиоксидантов.

Новые клоновые подвои, а также перспективные формы декоративных и красномякотных гибридов характеризуются высокой экономической эффективностью и переданы для дальнейшего изучения и использования в такие сельскохозяйственные предприятия, как ФГУП «Мичуринское», ИП «Бочков» Тамбовской области, ООО «Красинское» Воронежской области, КФХ «Вейделевский сад» Белгородской области, ОАО «Сад-Гигант» Краснодарского края.

Методология и методы исследований основаны на комплексном подходе и общепризнанных методиках, применяемых в селекции плодовых культур. Использованы полевые и лабораторные методы селекции и сортоизучения подвоев яблони, в том числе фенологические, морфологические,

физиологические, биохимические; гибридологический, а также сравнительный анализ полученных данных с применением генетико-статистических методов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Разработка и обоснование схемы селекционного процесса клоновых подвоев яблони.
2. Выделение источников и доноров основных хозяйственно-полезных признаков для дальнейшего использования в селекции клоновых подвоев яблони для повышения её результативности.
3. Обоснование использования ценных по комплексу признаков красномякотных гибридов яблони в качестве сырья для производства ценных по биохимическому составу продуктов переработки и применения в качестве декоративных сортов в садово-парковом и ландшафтном строительстве.
4. Апробирование и усовершенствование экспресс-методов ранней диагностики силы роста подвоев яблони, с целью ускорения селекционного процесса.
5. Создание новых клоновых подвоев, сырьевых и декоративных сортов яблони и экономическая эффективность производства их корнесобственного посадочного материала и продуктов переработки.

Степень достоверности и апробация результатов. Обоснованность научных положений, достоверность результатов исследований вытекает непосредственно из экспериментальных данных, полученных на сертифицированном оборудовании; подтверждены статистической обработкой с использованием современных методов и программного обеспечения и являются воспроизводимыми.

Основные положения и результаты диссертационной работы доложены на областных (Мичуринск, 2003; Мичуринск, 2008), всероссийских (Мичуринск, 2004; Москва, 2006; Мичуринск, 2007; Орёл, 2007; Москва, 2008; Мичуринск, 2009; Смоленск, 2010) и международных (Москва, 2000 Мичуринск, 2000 Белгород, 2002; Москва 2004; Мичуринск, 2005; Нальчик, 2009; Мичуринск, 2009; Мичуринск, 2011; Белгород, 2012; Самохваловичи, 2013; Мичуринск, 2015; Орел, 2015; Самохваловичи, 2015; Мичуринск, 2016; Мичуринск, 2017) научно – практических конференциях.

Публикации материалов исследований. По материалам диссертации опубликовано 54 научных работы, в том числе 15 статей в научных изданиях, рекомендуемых Перечнем ВАК РФ. Общий объем публикаций 50,7 печатных листов. Получено 3 патента и 3 авторских свидетельства на новые клоновые подвои яблони.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 11 глав, заключения, рекомендаций для селекции и производства, списка литературы и приложений. Объем работы составляет 304 страницы текста, включает 49 рисунков, 52 таблицы, 5 приложений, библиографические ссылки на 279 отечественных и 120 иностранных источников.

Личный вклад соискателя состоит в непосредственном участии на всех этапах проведения исследований: анализ научной литературы,

выполнение комплексных и лабораторных исследований, обработка и обобщение результатов экспериментальных данных, теоретическое обоснование, разработка и усовершенствование методических подходов в процессе селекции клоновых подвоев, сырьевых и декоративных сортов яблони.

Участие и помощь сотрудников Мичуринского ГАУ и других учреждений отражены в совместных научных публикациях. Автор выражает глубокую признательность д-ру с.-х. наук, профессору [Скрипникову Ю.Г.], д-ру с.-х. наук, профессору [Потапову В.А.], канд. с.х. наук, профессору Крысанову Ю.В., за оказанную помощь и содействие в выполнении настоящей работы, а также сотрудникам лаборатории селекции слаборослых клоновых подвоев, лаборатории функциональных продуктов питания и кафедры технологии производства, хранения и переработки продукции растениеводства Мичуринского ГАУ за помощь и участие в выполнении отдельных этапов научных исследований по данной работе.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. СЕЛЕКЦИЯ СЛАБОРОСЛЫХ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ

Проведен исторический анализ происхождения и селекции слаборослых клоновых подвоев в нашей стране и за рубежом. Приведена история становления и развития селекционной работы с клоновыми подвоями в Мичуринском государственном аграрном университете. Отражена роль В.И. Будаговского и других отечественных и зарубежных исследователей по данному вопросу. Дан обзор мирового состояния вопроса по селекции клоновых подвоев. Отмечено, что собственные селекционные программы по клоновым подвоям имеют многие страны мира, придавая этой теме большое значение. Наиболее последовательная и концептуально смоделированная работа по созданию новых форм слаборослых клоновых подвоев ведётся в настоящее время на Женевской опытной станции Корнелльского университета в США. С 1998 года она получила статус «национального проекта», финансируемого отделом научных исследований Министерства сельского хозяйства США.

Подобный общенациональный центр по селекции подвоев в нашей стране («Всесоюзный научно-методический центр по клоновым подвоям») предлагалось создать ещё в 1988 году на базе Плодоовощного института им. И.В. Мичурина (Лебедев, 1990; Решение Всесоюзной конференции..., 1990). Однако данный проект так и не был осуществлён. В связи с дальнейшей реализацией доктрины продовольственной безопасности России, а также принятия ряда законодательных актов, способствующих развитию отечественной системы селекции и семеноводства, проект создания подобного центра в современном формате вновь становится актуальным.

ГЛАВА 2. УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились с 1999 по 2017 годы в соответствии с тематическими планами НИР ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ на базе генетической коллекции Лаборатории селекции слаборослых клоновых подвоев, расположенной в Мичуринском районе Тамбовской области. Мичуринский район Тамбовской области характеризуется умеренно-континентальным климатом с довольно теплым летом и холодной продолжительной зимой. Средняя температура воздуха самого теплого месяца – июля составляет от +19,0 до +20,7°C, самого холодного – января – от минус 10,5 до минус 11,5 °С. Абсолютный минимум температуры воздуха достигает –37,8°C, абсолютный максимум +38,7°C. Теплый период, то есть период с положительной среднесуточной температурой, длится 211-216 дней. Средняя продолжительность вегетационного периода составляет 182 дня, средняя продолжительность периода с температурой более 10 °С – 140-150 дней. Сумма положительных температур колеблется от 2750 до 2900 °С, сумма температур выше 10°C – от 2400 до 2600 °С.

Материалом исследований являлись межвидовые гибриды яблони – более 1300 шт., изученные в качестве подвоев, сырьевых и декоративных сортов, и сорта яблони отечественной и зарубежной селекции. В качестве родительских исходных форм в гибридизации были задействованы межвидовые гибриды, полученные в лаборатории селекции слаборослых подвоев в 50-90-х годах, а также формы и сорта яблони. Всего изучено около 5000 сеянцев яблони от 60 гибридных комбинаций.

Методика проведения исследований составлена с учетом Методики государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (1970), «Программы и методики селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1980; 1995), «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (Орел, 1973; 1999), «Методики изучения подвоев плодовых культур» (Гулько, 1982), а также предложенной нами схемы селекционного процесса клоновых подвоев яблони с использованием этапа отбора по укореняемости в адвентивно-гибридном маточнике.

Состояние растений после перезимовки в маточнике определяли по методике В. И. Галкина (1970), прочность древесины с учетом исследований В.И. Будаговского (1959) и М.Л. Филипповой (1986); качество отводков определяли согласно методике В.И. Будаговского (1959), М.Л. Филипповой (1989) с учётом ГОСТ Р 53135-2008. Искусственное промораживание побегов и корней подвоев в зимний период осуществляли согласно методическим рекомендациям, разработанным М.М. Тюриной, Г.А. Гоголевой (1978), М.М. Тюриной и др. (2002); В.И. Будаговским (1966) и В.А. Труновой (1983) в низкотемпературных установках НС 280/75 (Фригера) и ТС-180 Jeio Tech. Для определения содержания фитогормонов анализ проводили иммуноферментным методом по методике Е.П. Ивановой (1994).

Предварительную оценку силы роста подвоев проводили по следующим показателям: длина корневых волосков (по методике И.А. Муромцева, 1969); соотношение флоэмы и ксилемы в корнях (по методике Veakbane and

Thompson, 1947); количество устьиц на единицу площади листа (по К.Г. Карычеву (1997) с дополнениями и усовершенствованиями автора).

Химический состав плодов и продуктов переработки определялся общепринятыми в биохимии плодов методами (Методика..., 1970; Ермаков, 1979). Определение качественного состава антоцианов плодов проводили с использованием метода обращенно-фазовой ВЭЖХ по методике В.И. Дейнеки (2014). Для оценки декоративных качеств гибридов яблони руководствовались методикой оценки для государственного сортоиспытания, а также методикой по испытанию селекционных достижений на ООС (RTG/0192/1), окраски - по международной шкале RHS.

Обработку данных результатов исследований производили с помощью методов математической статистики (Доспехов, 1985; Масюкова, 1979), статистических пакетов программного обеспечения Microsoft Excel 2010, Статистика 10.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

ГЛАВА 3. СЕЛЕКЦИЯ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ НА ЗИМОСТОЙКОСТЬ

Установлено, что признак зимостойкости у яблони является полигенным и наследуется по типу других количественных признаков (Шидаков, 1991; Савельев, 1998; Седов, 2005).

По результатам исследований, наиболее высокозимостойкими формами в условиях маточника были среди полукарликов: 75-1-25, 75-1-47, 75-19-1, 76-10-9, 76-13-6, 76-16-15, 76-23-1, 85-2-11, 85-5-28, 87-1-48, 87-7-12, 88-3-32А, 97-1-6, 97-2-3, 97-2-8; среди карликов: 75-1-51, 75-11-232, МБ, 76-6-13, 76-8-13, 76-16-11. Их средние многолетние показатели зимостойкости были на уровне контрольных вариантов и выше.

Насаждения яблони сильно пострадали в зимний период 2005/2006 года. В это время в окрестностях Мичуринска наблюдались продолжительные морозы с понижением температуры воздуха до минус 37,8°C, а температуры на уровне снежного покрова в низинах опускалась до минус 42°C. Таким образом, зима 2005/2006 стала «контрольной» для многих сортов плодовых культур. По результатам наблюдений, в саду не имели повреждений следующие формы 54-118, 57-478, 57-545, 60-174, 64-105, 64-143, 64-194, 67-1-19, 67-2(30), 67-5(32), 69-16-31, 69-21-5, 69-28-5, 70-6-8, 70-20-21, 71-3-62, 71-3-150, 75-1-19, 75-1-25, 75-1-44, 76-16-15, 76-20-14, 85-5-28, 85-11-9, 98-2-8А, 98-3-16.

При подборе исходных родительских форм в селекции на зимостойкость важно учитывать их генетический потенциал устойчивости к низким минимальным температурам (Савельев, 1998). Для этого было проведено искусственное промораживание однолетних ветвей клоновых подвоев и выявлены существенные различия по устойчивости однолетних ветвей различных исходных форм клоновых подвоев к низким отрицательным температурам в середине зимовки (2-й компонент). У яблони наиболее сильно повреждается в этот период ксилема (Савельев, 1998; Кичина, 1999). Мини-

мальную степень подмерзания ксилемы (до 1,5 баллов) имели следующие подвои: 64-143, 69-21-5, 70-20-21, 85-5-28, 67-2(30), 67-5(32), 71-3(62), 64-194.

Для подвоя более важной характеристикой является зимостойкость его корневой системы, чем надземной части, хотя, как правило, зимостойкость надземной части напрямую эквивалентна зимостойкости корней.

Промораживание корней клоновых подвоев яблони позволяет изучать их морозостойкость в контролируемых условиях, при критических температурах, что даёт возможность селекционерам вести отбор по этому важному признаку.

Наиболее высокой степенью зимостойкости корневой системы при минус 16⁰С характеризовались подвои 67-2(30), 67-100(30), 69-21-5, 71-3(62), 71-3-150, 70-20-21, 64-143, 67-5(32), 85-5-28. Они имели общую степень подмерзания от 10 до 11,8 условных единиц.

Проведённое комплексное изучение устойчивости исходных форм подвоев яблони к низким температурам позволило определить их генетический потенциал и уровни устойчивости различных тканей к низким температурам. Проведённые полевые и лабораторные исследования зимостойкости клоновых подвоев яблони позволили выделить подвойные формы с высоким и стабильным уровнем морозостойкости, как в естественных, так и в искусственных условиях. Подвои 70-20-21, 85-5-28, 67-2(30), 64-143, 67-5(32), 69-21-5, 71-3-150 могут служить ценными родительскими формами в селекции на зимостойкость в качестве генетических источников данного признака.

ГЛАВА 4. СЕЛЕКЦИЯ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ НА СДЕРЖАННЫЙ РОСТ

4.1 Особенности гормонального баланса у подвоев разной силы роста

Признак силы роста у яблони имеет полигенную природу (Савельев, 1998), поэтому отбор карликовых и полукарликовых форм является одним из ключевых в селекции клоновых подвоев, где большое значение имеет выявление различий (морфологических, биохимических и др.), существующих у подвоев разной силы роста, что позволяет на ранних этапах селекционного процесса вести отбор генетически ценных подвойных форм фенотипически отличающихся слабым ростом и ранним вступлением в плодоношение (Соломатин и др., 2015).

При прививке на карликовые подвои гормоны подвоя проникают в привой, а привоя, наоборот, в подвой, что впоследствии обуславливает дальнейший ход ростовых процессов (Шмадлак, 1983). Для оценки гормональных различий нами был проведён анализ содержания фитогормонов в различных по силе роста подвоях. Полученные результаты (табл. 1) показывали, что между подвоями разной силы роста существуют значительные различия на гормональном уровне. По содержанию ауксинов четкой динамики в связи с силой роста не прослеживается. У подвоев 62-396, 54-118 и 70-20-20 наблюдается большее содержание ауксинов в подземной части,

чем в надземной, и только у суперкарликового подвоя МБ его содержание в листьях превышает содержание в корнях.

Таблица 1 - Содержание фитогормонов у подвоев яблони (нг/г сырой массы)

Подвои	Сила роста	Ауксины		Цитокинины		Абсцизовая кислота	
		корни	листья	корни	листья	корни	листья
МБ	суперкарлик	5,3	648,0	1,7	463,0	1,7	462,9
62-396	карлик	47,2	3,9	1,7	78,1	3,0	39,0
54-118	полукарлик	290,0	1,7	18,2	5,7	1,82	0,6
70-20-20	среднерослый	17,3	12,1	423,0	4,2	480,8	1,9

По содержанию цитокининов наблюдается более четкая закономерность: с увеличением силы роста подвоев, их содержание в корнях увеличивается, а в надземной части уменьшается. Известно, что цитокинины индуцируют клеточное деление, а в листьях и растяжение клеток. Более высокое содержание в листьях у карликовых подвоев цитокининов может указывать на большую активизацию ростовых процессов, более ускоренное интенсивное нарастание листовой поверхности и надземной части в целом, тогда как более сильнорослые подвои в начальную фазу роста могут несколько уступать карликовым подвоям по темпам роста надземной части. Кроме того, цитокинины, по данным ряда авторов, стимулируют боковое ветвление побегов, а также ускоряют переход к цветению и плодоношению (Фауст, 1989), что также свойственно для карликовых подвоев.

Более высокий уровень содержания абсцизовой кислоты в надземной части отмечен у карликовых подвоев (462,9 нг/г; у МБ и 39 нг/г у 62-396). Абсцизовая кислота известна, прежде всего, как ингибитор ростовых процессов (Полевой, 1982). Однако рассматривать ее только как непосредственного антагониста ауксинов, гиббереллинов и цитокининов было бы неправильным. Действие абсцизовой кислоты на рост многофункционально.

Таким образом, специфичность действия фитогормонов связана не только с наличием какого-то одного из них, а, в основном, определяется их соотношением. Это четко видно по гормональному составу подвоя 70-20-20. Здесь высокая концентрация цитокининов в корнях вызывает снижение содержания абсцизовых кислот, благодаря чему в надземных частях начинается активизация меристем. Именно такое соотношение в синтезе приводит к замедлению начала распускания почек и появлению боковых приростов у подвоев, относящихся к группе среднерослых и сильнорослых.

Известно, что влияние на гормональный баланс оказывает обработка растений экзогенными фитогормонами (Александрова, 1992). Для установления характера реакции на экзогенный гиббереллин у клоновых подвоев яблони нами была проведена обработка гибберелловой кислотой подвоев в первом поле питомника в фазу активного роста.

Более интенсивный рост под влиянием гиббереллина отмечается в первые 20 дней после обработки. Это было свойственно для всех подвоев. В дальнейшем темпы роста между обработанными и необработанными расте-

ниями практически выравнивались. Наиболее заметно на обработку гибберелловой кислотой отреагировал самый сильнорослый из изучаемых подвоев – 70-20-20. Скорость роста через 20 дней после обработки у него составила 0,495 см/сут., а без обработки – 0,091 см/сут. Суперкарликовый подвой МБ менее активно отреагировал на обработку гиббереллином (0,291 см/сут с ГК₃ и 0,127 см/сут без ГК₃). Подвои 62-396 и 54-118 заняли по этому показателю промежуточное положение между МБ и 70-20-20.

Более полную характеристику роста растений можно получить, зная сухую массу органов подвоя и, таким образом, получить картину распределения продуктов фотосинтеза.

Установлено, что под действием гиббереллина у карликовых подвоев происходит более интенсивный отток ассимилятов на формирование коры, уменьшается процентное содержание древесины и почти вдвое увеличивается листовая поверхность, тогда как у более сильнорослых подвоев происходит нарастание древесины, листовая поверхность увеличивается меньше, чем у карликов (табл. 2).

Таблица 2 - Распределение продуктов фотосинтеза у подвоев в 1-м поле питомника через 30 дней после обработки гибберелловой кислотой (%)

Подвои Фактор А	ГК ₃ Фактор В	Кора		Древесина		Листья		Корни	
		С обработкой	Без обработки						
МБ		15,1	12,3	30,2	34,9	25,3	13,2	29,4	39,4
70-20-20		14,0	11,7	43,4	38,8	14,2	10,2	28,4	39,3
НСР _{05А}		0,3		1,9		1,4		1,8	
НСР _{05В}		0,3		1,9		1,4		1,8	
НСР _{05АВ}		0,4		2,6		2,0		2,6	

4.2 Особенности распределения ассимилятов у подвоев разной силы роста

Одной из важных характеристик растений, влияющих на скорость их роста, является образование, транспорт и распределение ассимилятов между донорными и акцепторными органами (Пьянков и др., 2000).

Выявлено, что по мере увеличения силы роста подвоев, увеличивается процентное содержание древесины и уменьшается процентное содержание коры (табл. 3). Кроме того, чем слабее рост подвоя, тем больше ассимилятов у него расходуется на формирование листового аппарата (11% у 70-20-20, 24,4% у МБ). Аналогичная тенденция распределения ассимилятов сохраняется во 2-м и 3-м полях питомника.

Таблица 3 - Распределение продуктов фотосинтеза у подвоев в 1 поле питомника, 3 декада августа, %, 2000 г.

Подвои \ Органы растения	Кора	Древесина	Листья	Корни	Отношение массы коры к массе древесины в побегах
МБ (суперкарлик)	15,0	31,7	24,4	28,9	0,473
62-396 (карлик)	13,4	34,6	22,7	29,9	0,387
54-118 (полукарлик)	12,8	36,0	18,2	33,0	0,356
70-20-20 (среднерослый)	11,7	41,4	11,0	35,9	0,283
НСР ₀₅	0,5	4,2	3,3	2,3	-

4.3 Диагностика силы роста подвоев яблони с помощью экспресс-методов

При селекционной работе с клоновыми подвоями яблони важно на ранних этапах онтогенеза отобрать наиболее ценные формы по комплексу признаков, в том числе и по признаку слаборослости и скороплодности, для этого применялись анатомические методы диагностики силы роста (табл. 4).

Таблица 4 - Методы диагностики силы роста подвоев

Подвои	Высота 10-летних корнесобственных гибридов, см	Ломкость древесины	Отношение площади коры к площади древесины в корнях	Длина корневых волосков, мкм	Количество устьиц, шт/мм ²
<i>суперкарликовые</i>					
МБ	104	оч. ломк.	1,63	60	146
57-491	80	оч. ломк.	1,80	58	130
<i>карликовые</i>					
ПБ	114	ломкий	1,65	72	140
62-396	120	ломкий	1,12	74	185
69-6-217	106	оч. ломк.	1,36	80	165
83-1-15	116	ломкий	1,21	81	205
<i>полукарликовые</i>					
54-118	285	среднеломк.	0,89	102	215
85-5-28	273	среднеломк.	0,78	106	230
<i>среднерослые</i>					
70-20-20	324	неломк.	0,90	132	280
85-2-11	342	неломк.	0,85	138	272
НСР ₀₅	32	-	0,19	21	13,5
г	-	-	-0,86	0,95	0,91

По длине корневых волосков достоверные отличия наблюдаются между карликовыми и полукарликовыми подвоями, а также между полукарликовыми и среднерослыми. Вместе с тем, данный метод не позволяет выявить статистически достоверные различия между карликовыми и суперкарликовыми подвоями. Одним из самых распространенных методов диаг-

ностики силы роста является метод определения отношения площади коры к площади древесины в корнях подвоев (Beakbane and Thompson, 1947).

Полученные результаты диагностики силы роста данным методом позволяют выявить статистически достоверные различия между подвоями, относящимися к суперкарликовым (57-491, МБ), в эту группу попадает и карликовый подвой ПБ, и карликовыми 62-396 и 69-6-217, а те, в свою очередь, уступают по этому показателю полукарликовым подвоям (54-118, 85-5-28) и среднерослым (70-20-20, 85-2-11). Вместе с тем, не удастся выявить статистически достоверные различия между полукарликовыми (54-118 и 85-5-28) и среднерослыми подвоями (70-20-20 и 85-2-11).

Карликовые растения яблони имеют меньшее количество устьиц на единицу площади листа, чем более сильнорослые (Казаков, Савельев, 1989; Карычев, 1992, 1997; Watkins, 1975). Полученные нами результаты оценки данного показателя у изучаемых подвоев селекции Мичуринского ГАУ выявили схожую закономерность (табл. 4). В соответствии с полученными показателями подвой можно разделить на несколько групп: суперкарликовые 57-491; карликовые МБ, ПБ, 69-6-217, 62-396; полукарликовые 83-1-15, 54-118; 85-5-28; среднерослые 70-20-20, 85-2-11.

Полукарликовые 54-118 и 85-5-28 и карликовый подвой 83-1-15 не показали статистически достоверных различий по данному показателю и отнесены к одной группе роста. Аналогичным образом, суперкарликовый подвой МБ по показателю количества устьиц на единицу площади листа отнесён к карликовой группе роста.

Первую предварительную оценку силы роста подвоев в адвентивно-гибридном маточнике можно проводить по ломкости древесины, а в дальнейшем уже отобранные формы тестировать анатомическими методами.

Таким образом, необходимо использовать несколько методов диагностики силы роста для получения более объективных результатов.

4.4 Источники и доноры слаборослости среди подвоев яблони

Используя методы предварительной оценки силы роста, нами было проанализировано потомство клоновых подвоев от гибридных комбинаций 2000-2008 годов. Всего было проанализировано 60 комбинаций скрещиваний.

Как показали проведённые исследования, в большинстве комбинаций скрещивания, независимо от силы роста родительских форм, выщепляются карликовые формы, их число варьирует от 1% до 58% (табл. 5). Более 50% карликовых сеянцев получено в следующих гибридных комбинациях: 76-9-54 х св. оп. (56%), 82-15-9 х 82-11-2 (53%), 85-11-9 х 67-5(32) (54%), 60-160 х Веняминовское (58%), что позволяет считать их донорами данного признака. В большинстве изученных комбинаций скрещивания преобладали гибридные сеянцы, характеризующиеся полукарликовой силой роста (от 20% до 100% генотипов).

Таблица 5 - Распределение сеянцев гибридов яблони по силе роста

Гибридная комбинация	Сила роста родительских форм		Распределение растений по силе роста, %			Всего растений, шт.
	♀	♂	карлик	полукарлик	среднерослый	
62-396 x 82-26-2	Карл.	Полукарл.	47	53	0	34
60-160 x Веньяминовское	Карл.	Слаборосл.	58	33	9	29
82-52-6 x 82-26-2	Полукарл.	Полукарл.	26	65	9	58
83-9-4 x 82-11-2	Полукарл.	Карл.	43	53	4	47
82-15-9 x 82-11-2	Полукарл.	Карл.	53	34	13	15
82-27-6 x Жигулевское	Карл.	Среднеросл.	13	78	9	89
82-26-2 x Орлик	Полукарл.	Слаборосл.	16	54	30	25
85-11-9 x 67-5(32)	Карл.	Полукарл.	54	41	5	129
82-26-2 x Строевское	Полукарл.	Сильноросл.	22	44	34	32
60-160 x Спартан	Карл.	Среднеросл.	48	38	14	18
69-16-31 x Карповское	Карл.	Сильноросл.	32	65	3	167
76-9-54 x Карповское	Карл.	Сильноросл.	22	75	3	73
75-1-37 x 64-194	Карл.	Полукарл.	50	40	10	41
67-2(30) x 70-20-21	Полукарл.	Карл.	37	50	13	39
70-20-21 x 67-2(30)	Карл.	Полукарл.	48	47	5	72

Следует отметить, что в большинстве гибридных семей, независимо от силы роста родительских форм, выщеплялась определённая часть среднерослых сеянцев. Наибольшее их количество получалось, как правило, в гибридных семьях с участием среднерослых и сильнорослых культурных сортов при их скрещивании с полукарликовыми подвоями (до 34%), а также у потомства полукарликовых подвоев от свободного опыления (32%).

Наибольшее количество карликовых сеянцев выщепляется в потомствах от скрещивания «карлик x полукарлик». В потомстве от скрещивания «полукарлик x полукарлик» увеличивается количество полукарликовых сеянцев, а карликовых снижается. При скрещиваниях с культурными сортами процент карликовых форм резко снижается, при использовании слаборослых сортов в меньшей степени, при использовании сильнорослых – в большей. Источниками и донорами карликовости могут служить формы: 76-9-54, 85-11-9, 60-160, 75-1-37, 67-2(30), 70-20-21.

ГЛАВА 5. СЕЛЕКЦИЯ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ НА СПОСОБНОСТЬ К УКОРЕНЕНИЮ

Главную роль в способности к образованию придаточных корней играет генетически обусловленный гормональный баланс, индивидуальный для каждого конкретного генотипа (Alston et al., 2000; Smolka, 2009). Одним

из главных требований, предъявляемых к современным клоновым подвоям, является хорошая способность к укоренению. Хорошая укореняемость является ключевым признаком при селекции подвоев и на самых первых этапах селекционного процесса должна являться главным критерием отбора.

Гибридологический анализ потомства ряда комбинаций скрещиваний показал, что практически в каждой комбинации выщепляются генотипы, характеризующиеся положительной трансгрессией по признаку степени укоренения. Наибольший процент растений с баллом укоренения, превышающим лучшего из родителей, получен в семьях 85-11-9 x 67-5(32) (52,7%), 69-16-31 x Карповское (43,7%) и 75-1-37 x 64-194 (41,5%). Наиболее высоким средним баллом укоренения по семье характеризуются комбинации 67-2(30) x 70-20-21 и 70-20-21 x 67-2(30) (3,7 и 3,6 балла соответственно), хотя у них практически не выделено генотипов, превышающих по степени укоренения лучшего из родителей. При скрещивании клоновых подвоев, имеющих среднюю и хорошую укореняемость (балл укоренения 3-4), с культурными сортами, не обладающими способностью размножаться вертикальными отводками (балл укоренения 1), в потомстве, как правило, резко снижается процент хорошо укореняемых форм (4 балла) и увеличивается количество не укореняемых (1 балл) и слабо укореняемых гибридов (2 балла). Исключение составила комбинация 69-16-31 x Карповское, где количество трансгрессивных по укореняемости генотипов достигало 43,7%, но средний балл укоренения по семье составил всего 3 балла, то есть ниже лучших гибридных комбинаций формата «подвой x подвой» (табл. 6).

Таблица 6 - Результаты расщепления гибридных семян по укореняемости

Гибридная комбинация	Укореняемость родительских форм, балл		Количество растений с баллом укоренения, %				Средний балл укоренения по семье	Всего растений, шт.
	♀	♂	1,0-1,9	2,0-2,9	3,0-3,9	4,0-5,0		
Жигулевское x 82-26-2	1,0	4,0	4,6	34,9	27,9	32,6	2,8	43
85-11-9 x 67-5(32)	3,2	3,8	3,1	6,2	38,0	52,7	3,4	129
60-160 x Спартан	3,5	1,0	5,6	38,9	33,3	22,2	2,7	302
69-16-31 x Карповское	3,8	1,0	7,2	25,1	24,0	43,7	3,0	18
76-9-54 x Карповское	4,1	1,0	5,5	49,3	34,3	10,9	2,5	
75-1-37 x 64-194	3,6	3,8	-	14,6	43,9	41,5	3,3	73
98-3-16 x Жигулевское	3,1	1,0	25,0	37,5	12,5	25,0	2,4	41
67-2(30) x 70-20-21	4,1	3,9	-	10,3	15,4	74,3	3,7	24
70-20-21 x 67-2(30)	3,9	4,1	1,4	5,6	23,6	69,4	3,6	39
60-160 x Веняминовское	3,5	1,0	34,5	17,2	37,9	10,4	2,2	72
69-16-31 x Строевское	3,8	1,0	33,6	61,6	4,8	-	1,7	29
82-26-2 x Строевское	4,0	1,0	21,9	25,0	25,0	28,1	2,6	125

Таким образом, хорошими донорскими свойствами по признаку укореняемости обладают формы 67-5(32), 85-11-9, 75-1-37, 64-194, 67-2(30) и

70-20-21. При использовании в скрещиваниях с клоновыми подвоями культурных сортов количество хорошо укореняемых форм в потомстве резко снижается. Для выделения источников высокой укореняемости был проведён анализ данного свойства в маточнике конкурсного изучения на протяжении ряда лет. Всего было изучено 133 формы. Данные по некоторым из них представлены на рисунке 1.

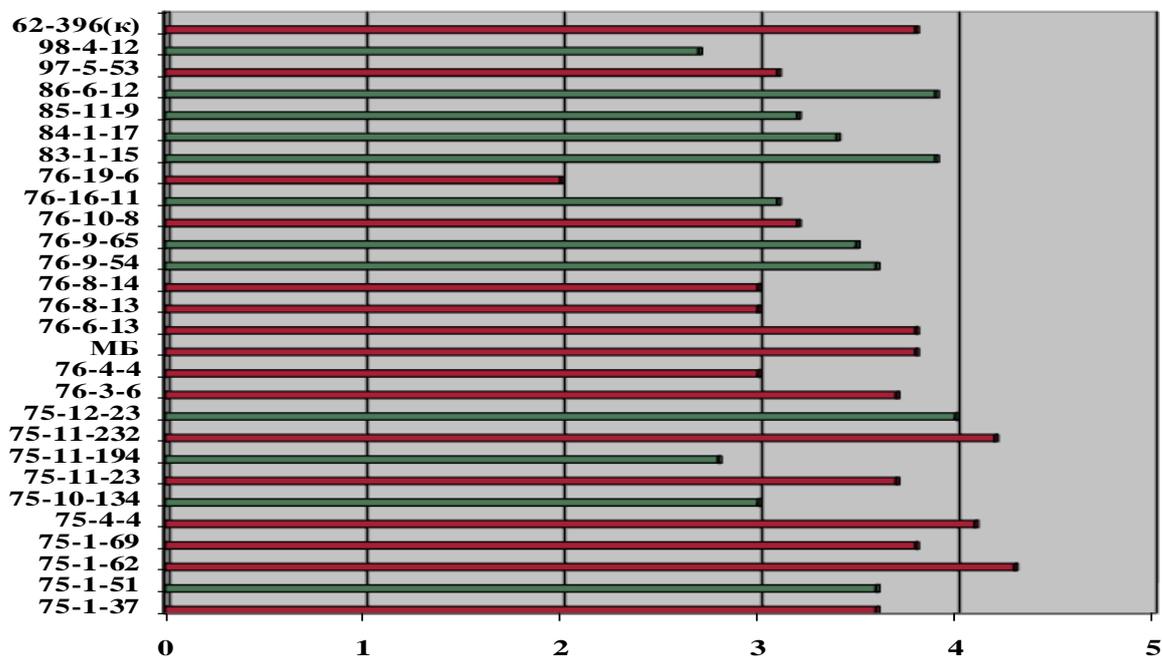


Рисунок 1 - Средний балл укоренения подвоев (1975 – 98 годов гибридной селекции) в маточнике конкурсного изучения (2003-2007 гг.), карлики

Полученные результаты показали достаточно широкий диапазон укореняемости изучаемых подвойных форм (от 1,5 до 4,2 баллов). Максимально высоким показателем степени укореняемости в маточнике вертикальных отводков на протяжении ряда лет (2003 – 2007 гг.) характеризовались: из полукарликовых форм 75-6-8, 75-11-280, 75-1-89, 76-23-1, 85-5-28 (от 4 до 4,2 баллов, контроль 54-118 – 3,5 баллов); из карликовых форм 75-1-62, 75-4-4, 75-11-232, 75-12-23 (от 4 до 4,4 баллов, контроль 62-396 – 3,8 баллов).

При оценке подвойных форм селекции 2000 – 2004 годов также были выявлены подвои, характеризующиеся устойчиво высокими по сравнению с контрольными формами показателями укоренения: карликовые формы 3-4-7, 3-4-10, 3-12-29 (от 3,4 до 3,4 баллов, контроль 62-396 – 3,2 баллов). Источниками высокой способности к укоренению для дальнейшей селекционной работы являются подвойные формы: 75-6-8, 75-11-280, 76-23-1, 85-5-28, 75-1-62, 75-1-89, 75-4-4, 75-11-232, 75-12-23, 3-4-7, 3-4-10, 3-12-29, 2-3-44, 2-4-11, 2-9-49, 3-12-5, 4-6-5.

ГЛАВА 6. СЕЛЕКЦИЯ ПОДВОЕВ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ МАТОЧНЫХ КУСТОВ

По наследованию данного признака было проанализировано 58 гибридных комбинаций. Существенные различия по количеству отводков с

куста проявляются уже в 1-й продуктивный год адвентивного маточника (табл. 7).

Таблица 7 - Распределение сеянцев гибридов яблони по побегопроизводительной способности (2000-2008 гг.)

Гибридная комбинация	Процент кустов с количеством побегов, шт.				Среднее количество побегов с куста по семье, шт.	Всего растений, шт.
	1-3	4-6	7-9	>9		
82-39-2 x Жигулевское	16	49	30	5	5,7	132
82-33-3 x Жигулевское	13	58	29	0	5,5	24
76-9-54 x Карповское	36	51	10	3	4,4	73
75-1-37 x 64-194	18	27	35	20	6,7	41
67-2(30) x 70-20-21	26	31	30	13	5,9	39
70-20-21 x 67-2(30)	23	29	30	18	6,3	72
60-160 x Веняминовское	40	50	9	1	4,3	29
82-26-2 x Строевское	44	47	9	0	4,0	32
85-11-9 x 67-5(32)	42	36	18	4	4,5	129
60-160 x Спартан	40	48	12	0	4,2	18
69-16-31 x Карповское	36	50	5	9	4,6	167

Наиболее высоким показателем среднего количества побегов с куста по семье характеризуются гибридные семьи 75-1-37 x 64-194 и 70-20-21 x 67-2(30) (6,7 и 6,3 шт., соответственно), что говорит о высоких донорских способностях исходных форм по данному признаку. Чётко прослеживается тенденция снижения среднего количества побегов и увеличения процентного соотношения кустов с минимальным числом побегов (от 1 до 3) в семьях, где одним из родителей является культурный сорт. Как правило, среднее количество побегов с куста в таких гибридных комбинациях не превышало 4,5 штук. Исключение составили комбинации с сортом Жигулёвское (82-39-2 x Жигулёвское и 82-33-3 x Жигулёвское), у которых эти показатели были заметно выше (5,7 и 5,5 штук, соответственно). Сорт Жигулёвское является потомком слаборослого, склонного к укоренению побегов сорта Вагнера призовое, что объясняет более высокие показатели побегопроизводительности маточных кустов, наблюдаемых в его потомстве.

Результаты многолетней оценки подвоев в конкурсном маточнике позволяют выделить подвойные формы, характеризующиеся устойчиво высоким количеством отводков с куста. В то же время, при оценке данного признака необходимо учитывать не только количество, но и качество отводков. Очень высокая продуктивность кустов у отдельных подвойных форм ведёт к увеличению числа тонких отводков, даже при высоком уровне агротехники, поэтому в качестве источников высокой побегопроизводительной способности необходимо выделять генотипы, сочетающие высокий общий выход отводков с куста с высоким выходом качественных отводков. По результатам исследований, к таким формам можно отнести 75-6-8 (11,4 и 7,7шт., соответственно), 88-3-32А (11,9 и 5,5 шт., соответственно), 2-4-11 (18,8 и 10,2), 2-9-49 (19,0 и 7,2) – среди полукарликов; а также 76-9-65 (13,9

и 7,1 штук, соответственно), 85-11-9 (13,2 и 5,4 шт., соответственно) - среди карликов.

По результатам исследований, к таким формам можно отнести 75-6-8 (11,4 %), 88-3-32А (11,9 %), 2-4-11 (18,8%), 2-9-49 (19,0 %) – среди полукарликов; а также 76-9-65 (13,9 %), 85-11-9 (13,2 %) - среди карликов.

Одним из показателей технологичности подвоя является его способность давать выровненные отводки, не имеющие боковых разветвлений. По результатам исследований, к данному типу подвоев отнесены 76-2-1, 76-3-6, 76-4-4, 76-9-54, 98-4-12 и др. (16,3% от изученных). Почти половина (43,4 %) изучаемых форм имела незначительное количество растений с боковыми разветвлениями (до 10%), 23,2%, изучаемых генотипов имели от 20,1 до 50 % разветвлённых растений. И только у 3,1 % от изучаемых форм (75-1-51, 75-1-89, 1-11-2, 2-2-210) количество растений с боковыми разветвлениями превышало 50%.

Многолетними наблюдениями выявлено, что наличие боковых разветвлений у отводков не является однозначно отрицательным признаком. Необходимо принимать во внимание не только их количество, но и качественный состав. Наличие многочисленных боковых разветвлений в виде колочек может встречаться в потомстве некоторых подвойных форм, особенно при использовании *M. prunifolia*, *M. silvestris* и некоторых других видов (Будаговский, 1970; Сердюков, 1987; Гусева, 1997). Такие подвойные формы с околюченными отводками подлежат выбраковке на ранних этапах селекционного процесса. Вместе с тем, большинство подвойных форм изучаемого гибридного фонда имеют разветвления в виде плодовых образований или коротких вегетативных приростов.

Следовательно, подвои, имеющие склонность к ветвлению отводков в маточнике и формирующие плодовые образования на однолетнем приросте, могут быть перспективны как скороплодные генотипы, которые в дальнейшем, при взаимодействии гормональной системой подвоя и привоя, могут способствовать ускорению вступления в плодоношение.

ГЛАВА 7. СЕЛЕКЦИЯ КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ НА УСТОЙЧИВОСТЬ К ОСНОВНЫМ БОЛЕЗНЯМ

При селекции подвоев необходимо вести отбор на комплексную устойчивость к основным болезням и вредителям. Одним из вредоносных заболеваний яблони является мучнистая роса (*Podosphaera leucotricha* Salm.). По данным Н.И. Савельева (1998), при оценке исходных форм яблони на степень поражения мучнистой росой, наибольшую устойчивость показали видовые формы *M. baccata*, *M. sargentii*, *M. robusta*, *M. hypohensis*. Культурные сорта имели степень поражения от 2 до 4 баллов. Высокой устойчивостью к мучнистой росе обладают также отдалённые гибриды имеющие максимальный разрыв в дивергентной эволюции растений и паразитов при объединении в одном генотипе геномов двух и более родов (Хохрякова, 1983). Наиболее эпифитотийными годами были 2005, 2007 и 2011 годы.

Большинство подвоев проявили себе как высокоустойчивые к мучнистой росе имели незначительную степень поражения (от 0 до 1 балла). Формы 75-19-1, 75-19-11, 88-3-32А, 75-11-23, 76-16-11, 76-19-6, 2-3-44, 4-6-5, 3-12-23, 1-10-1, 1-11-2, 0-1-11, 0-1-8, 2-3-8, 2-9-56 имели поражаемость от 1,1 до 2-х баллов и отнесены к устойчивым, и только 2 формы (2-3-52, 2-3-17) отнесены к среднеустойчивым. Восприимчивых форм, с баллом поражения более 3, нами выявлено не было. Таким образом, большинство изучаемых гибридов характеризовались высокой полевой устойчивостью к мучнистой росе и являются источниками данного признака в селекционной работе. Такая низкая степень поражения большинства изучаемых гибридов мучнистой росой может быть объяснена как горизонтальной (полигенной), так и возрастной устойчивостью. Известно, что мучнистой росой в максимальной степени поражаются молодые растения (сеянцы), в то время, как стадийно более взрослые проявляют возрастную устойчивость (Козловская, 2015). С целью изучения характера поражения у молодых гибридных сеянцев и выявления перспективных гибридных семей по устойчивости к мучнистой росе проведён анализ данного признака в селекционной школке (табл. 8).

Таблица 8 - Степень поражения гибридных сеянцев мучнистой росой в адвентивно-гибридном маточнике, 2008 г.

Гибридные комбинации	Всего сеянцев	% растений с баллом поражения						Средний балл поражения по семье
		0	1	2	3	4	5	
85-11-9x67-5(32)	133	32,0	27,0	25,0	12,2	2,3	1,5	1,3
87-3-2xB 28-8	307	22,0	25,7	28,3	16,0	6,1	1,9	1,6
84-6-74xСпартан	207	9,0	16,0	22,0	29,6	18,8	4,6	2,5
60-160xСпартан	18	11,0	50,0	22,4	16,6	-	-	1,4
88-3-32x <i>M.micromalus</i>	14	14,3	28,0	21,4	14,3	22,0	-	2,0
69-16-31xКарповское	184	16,8	24,4	33,8	17,0	6,5	1,5	1,8
88-10-128xB 28-8	107	16,8	21,5	30,0	21,5	7,5	2,7	1,9
76-19-10xB 28-8	122	6,5	29,5	37,7	18,8	7,5	-	1,9
87-3-2xсвоб.опыл.	110	13,6	41,8	29,2	12,7	2,7	-	1,5
76-9-54xКарповское	73	58,0	37,0	5,0	-	-	-	0,5

Наибольшее количество устойчивых сеянцев (с баллом поражения 0) выделилось в гибридных семьях 76-9-54 x Карповское (58%) и 85-11-9 x 67-5(32) (32%), средний балл поражения по семье составил 0,5 и 1,3 балла, соответственно. Наименьшее количество устойчивых сеянцев получено в семьях 76-19-10 x B28-8 (6,5%) и 84-6-74 x Спартан (9%), средний балл поражения 1,9 и 2,5 балла, соответственно. По результатам исследований, донором устойчивости выявлен подвой 76-9-54, так как в потомстве с его использованием получено более 50% устойчивых сеянцев. Высокая восприимчивость подвоев к парше, может существенно снижать качество получаемых в маточнике отводков, поэтому необходимо выделять устойчивые формы. Известно, что формы с полигенной устойчивостью к патогенам обладают большей стабильностью и имеют меньшую зависимость от расового состава болезни и вредителя (Ван дер Планк, 1981).

Среди сортов яблони более стабильной устойчивостью к парше отличаются те, у которых данный признак обусловлен олигогенами и полигенами, одним из примеров которой является сорт Антоновка обыкновенная, имеющий в своём генотипе гены Rvi10 и Rvi17. Их наличие позволяет демонстрировать ему высокую степень устойчивости к парше на протяжении длительного времени (Козловская, 2015; Gesser et al., 2006). Для клоновых подвоев более актуальной является именно высокая полевая олигогенная устойчивость, чем моногенная, так как клоновые подвои, как правило, более «космополитичны», чем сорта, и ареал их возделывания шире, а, следовательно, шире должен быть и уровень адаптации, в том числе и в плане устойчивости к патогенам.

По результатам исследований, большинство подвоев проявили себя как высокоустойчивые к парше формы и имели незначительную степень поражения (от 0 до 1 балла). Формы 75-1-9, 76-19-10, 76-8-13, 76-16-15, 97-5-53, 0-1-8, 0-1-11, 1-2-15, 1-2-16, 2-12-9, 1-2-1, 1-10-1, 54-118, 62-396 имели поражаемость от 1,1 до 2-х баллов и отнесены к устойчивым, и только формы 75-19-1 и 75-19-11 отнесены к среднеустойчивым. Восприимчивых форм, с баллом поражения более 3, нами выявлено не было. Большинство изучаемых гибридов характеризовались высокой полевой устойчивостью к парше и являются источниками данного признака в селекции. Низкая степень поражения большинства изучаемых гибридов мучнистой росой может быть объяснена горизонтальной устойчивостью.

ГЛАВА 8. СХЕМА СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА КЛОНОВЫХ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ. МОДЕЛЬ СОРТА КЛОНОВОГО ПОДВОЯ ЯБЛОНИ

Селекция той или иной плодовой культуры ведётся в соответствии с принятой для неё схемой селекционного процесса (Программа и методика..., 1995; Седов и др., 2005; Козловская, 2015). В том или ином виде она предусматривает следующие этапы: гибридизация – селекционная школка – селекционный питомник – селекционный сад. Таким образом, лучшие гибридные сеянцы, проходящие этапы отбора, окончательно выделяют в селекционном саду по результатам их плодоношения. Для клоновых подвоев такая схема селекционного процесса неприемлема, так как отбор по качеству плодов не имеет существенного значения для подвоев, кроме того, у взрослых плодоносящих деревьев значительно снижается способность черенков и отводков к ризогенезу.

На основании обобщения опыта работы по селекции подвоев в нашей стране и за рубежом и согласно результатам наших исследований установлено, что оптимальной в наших условиях является следующая схема селекционного процесса (рис. 2).



Рисунок 2 - Схема селекционного процесса

Полученные в результате гибридизации гибридные семена, высевают в селекционную школку, из которой на второй год формируют маточник вертикальных отводков (адвентивно-гибридный). Основным критерием отбора на данном этапе является способность к укоренению. Гибриды с баллом укоренения ниже 4 (Будаговский, 1959) отбраковываются, оставшиеся формы изучаются ещё 2 года, после чего передаются в маточник конкурсного изучения.

Необходимость наличия адвентивно-гибридного маточника в схеме селекционного процесса клоновых подвоев и оценка укореняемости именно на этом этапе обусловлена тем, что способность к образованию придаточных корней, как правило, ярко проявляется в ювенильной стадии развития. При ведении селекции подвоев по схеме селекционного процесса, принятой для сортов яблони: селекционная школка - селекционный питомник - селекционный сад и дальнейшая попытка размножить вегетативное потомство от взрослых корнесобственных деревьев имеет гораздо худшие результаты даже у генетически хорошо укореняемых форм. Ухудшение укореняемости происходит вследствие изменения гормонального баланса у стадийно более взрослых растений, вступивших в плодоношение, и, таким образом, оценка степени укоренения у них будет существенно занижена. Следовательно, для правильной оценки и сохранения у лучших форм хорошей способности к укоренению растения необходимо искусственно поддерживать в стадии ювенильности (маточника вертикальных отводков).

Для повышения эффективности селекционного процесса нами была разработана модель сорта клонового подвоя яблони. Основные её параметры представлены в таблице 9.

Таблица 9 - Модель сорта клонового подвоя яблони

Характеристики подвоя	Уровень показателей новых подвоев и их качественная характеристика
Маточник	
Укореняемость	Не менее 4-х баллов по шкале В.И. Будаговского. Для карликов – не ниже уровня 62-396. Для полукарликов не ниже уровня 54-118
Сроки начала корнеобразования	Начало массового корнеобразования в среднем на 15-17 день после первого окуливания при достаточном количестве влаги, как у подвоев МБ, 62-396, 75-12-23 и др.

Побегопроизводительность, выровненность отводков по качеству	8 -10 стандартных отводков с куста на 4-5 год в маточнике вертикальных отводков. Не ниже чем у 54-118, не выше, чем у Урала 5. Слишком высокая побегопроизводительность нежелательна, так как это ведёт к увеличению количества тонких отводков. Кроме того, слишком высокое количество тонких побегов на молодом маточном кусте (2-х, 3-х летнем) является потенциальным признаком низкой продуктивности таких подвоев в саду.
Ветвление и околюченность отводков	Околюченность отводков – недопускается. Отводки должны быть без разветвлений как у М26, 70-20-20, 76-9-54. Допускается небольшое количество разветвлений в виде генеративных образований (кольчаток, копыец и.т.д.) как у МБ, 83-1-15 и некоторых других карликовых подвоев, так как это может быть косвенным признаком их скороплодности. Судить о степени ветвления подвоя рекомендуется на 5-6 год эксплуатации маточника, так как в 1-год эксплуатации отводки многих подвоев имеют склонность к ветвлению, а в дальнейшем этот признак имеет тенденцию к снижению.
Зимостойкость	Показатели полевой зимостойкости в маточнике должны быть на уровне подвоев 67-5(32), 62-223, 64-143 и др. Устойчивость к выпреванию на уровне подвоев 98-7-77, 88-3-32, 76-16-11 и др. Морозостойкость корневой системы по результатам искусственного промораживания должна быть не ниже – 16 ⁰ С, лучше до – 18 ⁰ С.
Полевая устойчивость к патогенам	Допускается поражение не более 1 балла паршой, мучнистой росой, филлостиктозом
Устойчивость к корневым гнилям	На уровне подвоев G935 или В9
К бактериальному ожогу	Устойчивость на уровне подвоев G41 и G16 или относительная устойчивость на уровне В9, 62-396
Питомник	
Совместимость	Не должно быть признаков несовместимости со всеми районированными в зоне возделывания сортами.
Приживаемость глазков при окулировке	Не менее 90%
Осеннее пробуждение глазков	Не допускается
Степень влияния подвоя на характер ветвления привитого сорта	Максимальное количество боковых побегов с углами отхождения близкими к прямым. Для испытания лучше брать хорошо ветвящиеся сорта: Лобо, Белорусское сладкое и др.
Сад	
Сила роста	Для промышленного садоводства представляют интерес подвой силой роста в диапазоне от В9 до 54-118. Наибольший интерес представляют собой карликовые подвой равные по силе роста В9 (или М9) и полукарликовые подвой равные по силе роста М7, 67-5(32), 71-3-150, то есть чуть сильнорослее деревьев на 62 -396, но слабее чем на 54-118. Суперкарликовые подвой (слабее М9) Р22, ПБ-4, М27, G65, МБ, по мнению большинства плодоводов в различных странах, являются слишком слабослыми для современных интенсивных садов и уступают по продуктивности и средней массе плода деревьям на более сильнорослых подвоях типа М9 и В9. Подвой сильнорослее 54-118 (70-20-20, ММ111 и др.) представляют интерес в основном для декоративного садоводства.

Скороплодность	На карликовых подвоях – в год посадки или на 2-й год после посадки в сад, на полукарликовых подвоях – на 2-й – 3-й год после посадки.
Продуктивность	Продуктивность привитых сортов должна быть для карликовых подвоев не ниже, чем на М9 или 62-396; для полукарликовых – не ниже чем на 54-118.
Размер плода	Подвой не должен способствовать снижению размера и качества плода
Порослевость	Подвой не должен давать поросли в саду. Допускается небольшое количество поросли, порядка 5-6 штук на дерево.

ГЛАВА 9. СЕЛЕКЦИЯ КРАСНОМЯКОТНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ СЫРЬЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

9.1 Оценка зимостойкости, урожайности и способности к вегетативному размножению красномякотных гибридов яблони

Организм человека может противостоять разрушительному действию свободных радикалов с помощью антиоксидантов, большинство из которых содержится в плодах. К естественным антиоксидантам относят ряд витаминов, некоторые гормоны, аминокислоты, антоцианы и другие Р – активные вещества. В настоящее время Р-витаминная активность установлена для ряда флавононов, флавонолов, халконов, дигидрохалконов, катехинов, антоцианов, кумаринов, ферментов и других веществ. Яблоки являются богатым источником витаминов группы Р, но особый интерес представляют сорта яблони с красномякотными плодами. Плоды таких сортов могли бы служить богатым источником антиоксидантов для пищевой и фармацевтической промышленности. В настоящее время нами выделены формы, плоды которых перспективны для производства продуктов с высоким содержанием антиоксидантов с антоциановой окраской мякоти различной степени интенсивности.

Наиболее высокой урожайностью характеризовались красномякотные гибриды 87-3-2 (554,8 ц/га) и Гранатное (469,8 ц/га). Это обусловлено как генотипом данных гибридов, так и достаточно плотной схемой посадки гибридов 4 x 1,5 м.

Одним из преимуществ красномякотных форм яблони селекции Мичуринского ГАУ является их способность к вегетативному размножению (отводками, черенками и т.д.), которая может позволить значительно снизить себестоимость выращивания посадочного материала таких сортов и, в конечном счете, повысить рентабельность возделывания сырьевых садов.

Изучение особенностей размножения гибридов в маточнике вертикальных отводков показало, что наиболее высоким баллом укоренения характеризовалась форма 67-5(28) - 3,8 балла, в контроле (54-118) – 3,5 балла. Остальные формы уступали контролю по степени укоренения, но все они укоренялись не ниже 3 баллов, что может характеризовать их достаточную способность к ризогенезу для размножения в маточнике.

Почти все изучаемые нами формы показали высокую способность к размножению зелёными черенками (от 62 до 88,2 %). Исключение составил

сорт Гранатное (46,3%), его можно отнести к среднеукореняемым. Наиболее высокий выход укоренившихся растений показали гибриды 67-5(28) (88,2%) и 87-3-2 (85,3%), в контроле (54-118) - 86,5 %.

Сорта, рекомендованные для сырьевых садов, должны обладать достаточной для зоны их возделывания зимостойкостью. Результаты проведенных исследований в суровый зимний период 2005/2006 года морозы с понижением температуры воздуха до минус 37,8°C, а температуры на уровне снежного покрова в низинах опускалась до минус 42°C показали, что 25% форм (69-4-439 и 82-26-2) оказались средnezимостойкими (общая степень подмерзания составила 3 балла), в то же время 75% форм (Гранатное, 87-3-2, 88-5-110 и 67-5(28)) перенесли «контрольную» зиму 2005/06 годов без существенных повреждений.

9.2 Органолептическая и химическая оценка плодов красномякотных гибридов яблони

Все изучаемые гибриды имеют яркую темно – красную сплошную покровную окраску, что может свидетельствовать о высоком содержании антоцианов в кожце и мякоти плода. Наиболее интенсивная окраска характерна для форм 87-3-2 и Гранатное. Использование плодов яблони с интенсивной антоциановой окраской кожцы и мякоти позволяет получить продукты переработки, имеющие яркий привлекательный внешний вид, без применения искусственных химических красителей, а также имеющих высокую антиоксидантную активность. Исходя из показателя плотности мякоти для переработки на компот, предпочтительно использовать формы с плотной мякотью (67-5(28), 87-3-2, 88-5-110), для производства фруктовых чипсов предпочтительнее плоды со средней плотностью мякоти.

Изучение химического состава сырья необходимо для производства продуктов переработки (табл. 10). Плоды изучаемых гибридных форм характеризуются высокой по сравнению с плодами яблони обычных сортов кислотностью от 0,85% у формы 67-5(28) до 1,8% у Гранатного.

Таблица 10 - Химический состав плодов красномякотных гибридов яблони

Сорта, формы	PCB,%	Кислотность,%	Сахара общ.,%	СК И	Антоцианы, мг/100г	Аскорбиновая кислота, мг/100г
67-5(28)	14,7	0,85	11,96	14,1	42,5	30,2
69-4-450	13,7	1,70	9,40	5,5	94,3	35,2
82-26-2	15,1	0,91	12,1	13,2	40,2	24,2
87-3-2	16,4	1,40	11,56	8,3	159,5	24,6
88-5-110	15,5	1,03	11,10	10,8	54,0	26,4
Гранатное	13,3	1,80	10,70	5,9	220,0	16,4
Антоновка об.	14,9	1,00	10,1	10,1	-	15,8

Повышенная кислотность, как правило, связана с высоким содержанием антоцианов в плодах. Так, у гибридов, характеризующихся наиболь-

шей кислотностью (Гранатное и 69-4-450), наблюдается и максимальное содержание антоцианов в плодах (220 мг/100г и 159,5 мг/100г). Все гибриды превышают по содержанию аскорбиновой кислоты в плодах большинство традиционно возделываемых сортов яблони (от 16,4 мг/100г у Гранатного до 35,2 мг/100г у 69-4-450). Проведённые исследования показали, что основным антоцианом, содержащимся в красномякотных плодах яблони нашей селекции, является цианидин (Дейнека, Соломатин и др., 2014).

Таким образом, плоды изучаемых красномякотных гибридов яблони имеют высокое содержание сухих веществ и антиоксидантов (аскорбиновой кислоты и антоцианов) и являются перспективным сырьём для производства продуктов с высоким содержанием антиоксидантов.

9.3 Органолептическая и химическая оценка сока из плодов красномякотных гибридов яблони

По органолептической оценке соки из плодов форм 87-3-2, 69-4-450, Гранатное превосходят сок из сорта Антоновка обыкновенная по этому показателю. Наиболее высокой органолептической оценкой сока характеризуется форма Гранатное (8,76 балла по 10-ти балльной шкале).

Одним из показателей, определяющих пищевую ценность сока, является содержание в нём РСВ (табл. 11). В соответствии с ГОСТ 656-79 в соке из яблок летних сортов высшего и первого сорта должно быть РСВ не менее 10,0 и 9,0%, соответственно. В соке содержание РСВ превышает этот показатель на 2,0 – 5,8 %. Сахарокислотный индекс характеризует вкус сока и у сорта Антоновки обыкновенной составляет 8,7. К этому значению наиболее близок сахарокислотный индекс сока формы 87-3-2 (8,1), который целесообразно купажировать с соком из яблок более сладких сортов.

Таблица 11 - Химический состав сока из плодов красномякотных гибридов яблони

Гибриды	РСВ, %	Кислотность общая, %	Сахара общие, %	Сахарокислотный индекс	Витамин С, мг%	Антоцианы, мг%
67-5(28)	14,3	1,07	12,59	11,8	5,9	12,8
69-4-450	12,0	1,27	12,98	10,2	5,0	27,7
82-26-2	14,6	1,06	12,90	12,2	6,3	11,8
87-3-2	13,0	1,40	11,35	8,1	7,8	46,6
88-5-110	15,8	1,10	11,93	10,9	8,9	13,5
Гранатное	15,8	2,2	13,60	6,1	6,2	64,0
87-3-2 + Памяти Яковлеву	14,8	0,77	11,9	15,5	4,2	26,6
Антоновка об.	10,8	1,1	9,6	8,7	5,1	-

Сок из плодов формы 69-4-450, 67-5(28) и 88-5-110 по сахарокислотному индексу превосходит сок из Антоновки обыкновенной (10,2; 11,8 и 10,9 %, соответственно) и находится по этому показателю на уровне сока из таких сортов, как Ветеран, Орловское зимнее, Россошанское вкусное (Седов и др., 2007).

Антиоксидантные свойства соков из различных фруктов обычно коррелируют с содержанием антоцианов и других полифенолов, хотя в различной степени для разных компонентов. Наиболее высоким содержанием антоцианов характеризуются формы 87-3-2 (46,6 мг/%) и Гранатное (64 мг/%). Высокое содержание антоцианов связано с высокой кислотностью, низким сахарокислотным индексом и, как следствие, излишне кислым вкусом.

Для повышения сахарокислотного индекса до приемлемых вкусовых значений, нами была предпринята попытка купажирования красномякотного яблочного сока с грушевым соком из плодов сорта Памяти Яковлева. В результате удалось добиться снижения кислотности до 0,77 и повысить сахарокислотный индекс до 15,5, хотя на этом фоне наблюдалось снижение содержания антоцианов (с 46,6 мг/% до 26,6 мг/%). И, хотя вкус сока и удалось улучшить, остальные органолептические показатели оказались ниже, чем у других вариантов, и общая органолептическая оценка сока 87-3-2+Памяти Яковлева была самой низкой (8,04 балла).

9.4 Органолептическая и химическая оценка компота из плодов красномякотных гибридов яблони

Плоды изучаемых красномякотных гибридов яблони имеют высокое содержание сухих веществ, аскорбиновой кислоты и антоцианов и могут быть перспективным сырьём для производства компота.

Наиболее высокими показателями общей органолептической оценки продукции характеризуются образцы из форм 87-3-2 и Гранатное (9,49 и 9,21, соответственно). Вместе с тем данные образцы превзошли контрольный вариант по ароматичности (1,95 и 1,80, соответственно), что свидетельствует об их более богатом и разнообразном химическом составе.

Одним из показателей, определяющих пищевую ценность компота, является содержание в нём РСВ (табл. 12). Сахарокислотный индекс характеризует вкус продукта.

Таблица 12 - Химический состав компота из плодов красномякотных гибридов яблони

Гибриды	РСВ, %	Кислотность общая, %	Сахара общие, %	Сахарокислотный индекс	Витамин С, мг%	Антоцианы, мг%
67-5(28)	25,5	0,74	17,85	24,12	3,5	8,35
69-4-450	20,5	1,13	15,38	13,6	4,4	15,7
82-26-2	25,6	1,01	20,48	20,28	3,0	7,8
87-3-2	20,8	1,17	14,56	12,44	4,4	26,00
88-5-110	26,4	0,67	18,48	27,58	2,6	19,00
Гранатное	20,0	1,70	14,11	8,3	5,3	40,00
Антоновка об.	21,2	1,20	14,84	12,36	4,4	2,05

Образец из гибрида 87-3-2 характеризовался наиболее близким показателем сахарокислотного индекса к значению контрольного варианта (12,44 и 12,36, соответственно). Сахарокислотный индекс компота из сорта Гранатное уступает контролю (8,7 и 12,36, соответственно) и имеет доста-

точно высокую для компота кислотность (1,7). Сахарокислотный индекс компотов из форм 67-5(28) и 88-5-110 почти в 2 раза превышает контроль и имеет слишком сладкий, негармоничный для яблочного компота вкус. Компоты из красномякотных яблок особенно богаты антоцианами. Наибольшее содержание антоцианов отмечено в образцах из форм Гранатное и 87-3-2 (40,00 и 26,00 мг/100г).

9.5 Органолептическая и химическая оценка фруктовых чипсов из плодов красномякотных гибридов яблони

На сегодняшний день одним из наиболее популярных видов сушёной продукции являются фруктовые чипсы. Для чипсов подходят только плоды первого или высшего сортов, собранные с дерева вручную без разбитых боков и пятен.

Из плодов 6-ти красномякотных форм яблони были изготовлены чипсы с использованием технологии инфракрасной сушки. Наиболее высокой органолептической оценкой характеризуются чипсы из плодов форм 87-3-2 (9,65 балла), практически на уровне контрольного варианта (Антоновка обыкновенная – 9,64 балла), и Гранатное (8,58 балла). Форма 87-3-2 имеет максимальные показатели по вкусу (4 балла) и цвету (0,5 балла).

Установлено, что при удалении влаги в процессе сушки, увеличилось содержание сахаров, наряду с общим содержанием сухих растворимых веществ, при этом кислотность увеличилась, но далеко не так значительно (табл. 14). Таким образом, сахарокислотный индекс составил от 9,4 (у Гранатного) до 17,93 (у 67-5(28)). Также наблюдалось увеличение (в 1,5 – 2 раза) концентрации антоцианов. Наиболее высоким их содержанием характеризуются формы 87-3-2 (181 мг/%) и Гранатное (417 мг/%) (табл. 13).

Таблица 13 - Химический состав фруктовых чипсов из плодов красномякотных гибридов яблони

Гибриды	Кислотность общая,%	Сахара общие,%	Сахаро-кислотный индекс	Антоцианы, мг%
67-5(28)	3,0	53,8	17,93	51,00
69-4-450	4,0	42,3	10,58	122,60
82-26-2	3,3	54,4	16,48	49,45
87-3-2	4,3	52,8	12,30	181,00
88-5-110	3,5	53,6	15,30	70,21
Гранатное	6,0	56,3	9,40	417,00
Антоновка об.	2,5	18,6	7,40	17,50

Таким образом, плоды красномякотных гибридов яблони являются перспективным сырьём для производства различных видов продуктов переработки с функциональной направленностью (сок, компот, чипсы). Такие продукты отличаются высоким содержанием антиоксидантов, прежде всего, антоцианов, которые сохраняются при термической обработке.

ГЛАВА 10. СЕЛЕКЦИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ

Яблоня может быть одновременно и плодовым, и декоративным растением (Лангенфельд, 1991). Большинство декоративных сортов яблони зарубежной селекции представлены потомками *M. niedzwetzkyana* и некоторых «гибридных видов» *M. astrosanguinea* и *M. purpurea*. Наряду с несомненными декоративными достоинствами, они имеют один общий недостаток, как правило, невысокую зимостойкость и недостаточную адаптивность к условиям Центральной России.

Генофонд вегетативно размножаемых подвоев яблони, созданный за многие годы работы В.И. Будаговским и его последователями, представляет богатый источник исходного селекционного материала для создания декоративных сортов яблони, имеющие в своём генотипе свойства 3-9 видов яблони и обладают широким размахом изменчивости по декоративным признакам. Богатая наследственная основа этих гибридов в значительной степени обуславливают их широкий адаптивный потенциал и экологическую пластичность, которые создают условия для их устойчивости к стрессорам, что, в конечном счёте, является немаловажным критерием для отбора форм, устойчивых в условиях городского озеленения. По результатам изучения гибридного фонда нами выделено 8 форм, перспективных для декоративного садоводства.

Характеристика кроны дерева. По высоте почти все деревья отличались небольшими размерами. Только форма Мичдекор 1, во многом потому, что имеет свисающую форму кроны, отличалась небольшой высотой дерева в саду. Все формы, за исключением Мичдекор 3, вступают в плодоношение на 3-5 год после посадки двухлетними корнесобственными саженцами, что характеризует их как высокоскороплодные, и позволяет им проявить декоративные качества уже в первые годы эксплуатации. Наиболее скороплодными являются формы Мичдекор 2, Мичдекор 5, Мичдекор 8 (на 3-й год после посадки). Формы Мичдекор 2, Мичдекор 3, Мичдекор 5 и Мичдекор 7 отличаются густой кроной, что для декоративного назначения может являться приоритетным признаком, т.к. при обильном цветении такие формы представляют собой «розовые облака» цветов.

Характеристика цветения. Крупным диаметром цветка отличаются формы Мичдекор 1, Мичдекор 2, Мичдекор 6 и Мичдекор 7. Обильным цветением, одним из главных декоративных качеств, выделяется форма Мичдекор 2 и контроль. Количество цветков в соцветии практически у всех одинаково. Рыхлыми соцветиями отличается Мичдекор 1, плотными – все остальные изучаемые формы. Аромат цветков присутствует у всех изучаемых форм.

Декоративные качества плодов. Характеристика плодоношения. Наиболее урожайные формы это Мичдекор 2, Мичдекор 5, Мичдекор 6, Мичдекор 7. Форма плодов в данном случае не имеет существенного значения. По сроку созревания плодов все формы имеют либо средний, либо ранний срок. Глянцевитостью кожицы отличаются плоды форм Мичдекор 2, Мичдекор 3, Мичдекор 6, Мичдекор 7.

Оценка гибридов в маточнике вертикальных отводков. Главное отличие изучаемых нами гибридов яблони в том, что они, по сравнению с существующими сортами декоративной яблони, имеют способность к образованию придаточных корней в маточнике вертикальных отводков. Это существенно облегчает технологию производства посадочного материала. По укоренению довольно высокими показателями отличаются Мичдекор 1 и Мичдекор 6 (4 и 3,8 балла, соответственно), которые превосходят контроль, и Мичдекор 4 (3,6 балла). Но и те формы, которые уступают 54-118 по укоренению, имеют высокие показатели, подтверждающие возможность их вегетативного размножения в маточнике.

Слишком высокая способность к укоренению декоративных форм яблони нежелательна, так как обычно у таких растений имеются ярко выраженные зачатки корней на штамбе и ветвях (берноты), что может существенно снижать их декоративность. Наличие бернотов отмечали у вегетативно размножаемых гибридов яблони не только на отводках в маточнике, но и на взрослых деревьях (10-15 лет) в саду.

Одним из ключевых показателей адаптивности декоративных форм яблони к суровым климатическим условиям Центральной России является их зимостойкость. Форма Мичдекор 4 отнесена после суровой зимы 2005/2006 к устойчивым (общая степень подмерзания 1 балл), а остальные формы к высокоустойчивым генотипам (общая степень подмерзания до 1 балла).

Основной грибной болезнью, поражающей декоративные сорта яблони, является парша (*Ventura inaequalis* (Cooke) Winter). Несколько менее вредоносным может быть поражение филлостиктозом (*Phyllosticta mali* Briard). В отдельные годы наблюдаются поражения яблони мучнистой росой (*Podosphaera leucotricha* Salm.). Полученные результаты говорят о высокой устойчивости (степень поражения не превышает 1 балла) декоративных гибридов к парше, в то время как взятый за контроль подвой 54-118 поражен на 2,2 балла и отнесён лишь к среднеустойчивым генотипам. Таким образом, степень повреждения изучаемых гибридов не достигает уровня, делающего их непригодными для декоративных целей, а их антоциановая окраска хорошо маскирует симптомы парши. Существенного поражения мучнистой росой и филлостиктозом за годы исследований не отмечено, лишь форма Мичдекор 4 поразила мучнистой росой на 1,4 балла, у остальных форм поражений не было отмечено, либо они не превышали 1 балл.

По комплексу хозяйственно-биологических и декоративных признаков выделено 2 формы, которые готовятся для передачи в ГСИ.

Мичдекор 2. Дерево слаборослое, в 10-летнем возрасте достигает высоты 2,2 метра. Вступает в плодоношение на 3-й год после посадки в сад 2-летними корнесобственными саженцами. Крона густая, раскидистая, скелетные ветви отходят от ствола под прямым углом. Окраска побегов тёмно-красная. Листья весной при распускании с красноватым оттенком, летом зелёные. Цветение обильное, количество цветков в соцветии 6. Цветки крупные (диаметр более 50 мм), окраска бутона по шкале RHS – 71В. Соцветие плотное, окраска лепестков по шкале RHS – 70С, цветки ароматные. Зимостойкость высокая.

стойкость высокая. Не поражается мучнистой росой. Поражение паршой и филлостиктозом не превышает 1 балла. Средний балл укоренения в маточнике вертикальных отводков 3,2; выход отводков на 4-й год эксплуатации 6,8 (в том числе стандартных 4,2). Рекомендуются использовать в качестве солитёров и в аллеиных посадках.

Мичдекор 5. Дерево полукарликовое, в 10-летнем возрасте достигает высоты 2,8 метра. Вступает в плодоношение на 3-й год после посадки в сад 2-летними корнесобственными саженцами. Крона густая, округлая. Окраска побегов тёмно-красная. Листья весной с красноватым оттенком, летом зелёные. Цветение обильное, в соцветии 6 цветков. Цветки средние (диаметр 45 мм), окраска бутона по шкале RHS – 71В. Соцветие плотное, окраска лепестков по шкале RHS – 73А, цветки ароматные. Зимостойкость высокая. Не поражается мучнистой росой. Поражение паршой и филлостиктозом не превышает 1 балла. Средний балл укоренения в маточнике вертикальных отводков 3,0; выход отводков на 4-й год эксплуатации 8,2 (в том числе стандартных 4,6). Рекомендуются использовать в качестве солитёров и в аллеиных посадках.

Остальные 6 форм рекомендуются как источники декоративных качеств для селекции новых сортов декоративной яблони.

ГЛАВА 11. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ

11.1 Экономическая эффективность производства подвоев в маточнике вертикальных отводков

Себестоимость подвоев и уровень рентабельности будут зависеть от продуктивности маточных кустов и укореняемости отводков. Для расчёта экономической эффективности мы выбрали 2 новых районированных клоновых подвоя, которые выделяются по комплексу признаков, 83-1-15 (карликовый) и 87-7-12 (полукарликовый) (табл. 14).

Таблица 14 - Экономическая эффективность выращивания новых клоновых подвоев яблони в маточнике вертикальных отводков

Показатели	83-1-15	62-396	87-7-12	54-118
1.Выход отводков с 1 га, тыс.шт. в т.ч.	300,0	194,3	159,9	151,4
стандартных	197,1	91,4	88,6	71,4
нестандартных	102,9	102,9	71,3	80,0
2.Затраты на 1га маточника, тыс. руб.	475,0	460,0	450,0	450,0
3.Себестоимость 1тыс. отводков, тыс. руб.	1,583	2,367	2,814	2,972
4. Цена реализации 1 тыс. отводков, тыс. руб.				
стандартных	15	15	15	15
нестандартных	10	10	10	10
5.Выручка от реализации отводков с 1га, тыс. руб.	3 985,5	2 400,0	2 042,0	1 871,0
в т. ч. стандартных	2 956,5	1 371,0	1 329,0	1 071,0
нестандартных	1 029,0	1 029,0	713,0	800,0
6.Прибыль с 1 га, тыс. руб.	3 510, 5	1 940,0	1 592,0	1 421,0
7.Уровень рентабельности, %	739,1	421,7	353,8	315,8

Наиболее высокий уровень рентабельности отмечен у подвоя 83-1-15 (739,1%), что на 317,4 % выше, чем у 62-396. Подвой 87-7-12 по уровню рентабельности превосходил подвой 54-118 на 38%.

11.2 Экономическая эффективность производства посадочного материала декоративных сортов яблони

Преимущества корнесобственных декоративных яблонь:

- намного меньше затрат ручного труда, исключается окулировка и все работы связанные с ней (подготовка плёнки, инструментов, снятие плёнки, срезка на почку и т.д.);

- большой выход корнесобственных саженцев с 1 га, чем при выращивании привитых саженцев через окулировку.

Расчет экономической эффективности мы проводили, основываясь на технологических картах выращивания саженцев яблони в питомнике. Варианты опыта:

1. Выращивание двухлетних саженцев декоративной яблони сорта Роялти в питомнике за 3 года, используя прививку на полукарликовый подвой 54-118.

2. Выращивание двухлетних саженцев изучаемой гибридной формы Мичдекор 2 за 3 года без окулировки. Высадку производили стандартными отводками из маточника.

Расчет производился на 1 га (высаживалось 44 тыс. подвоев по схеме 90x25 см), в ценах 2010 года (табл. 15).

Таблица 15 - Сравнение затрат на выращивание привитых и корнесобственных саженцев декоративных форм яблони

Варианты	Выход саженцев, %	Выход саженцев, шт./га	Цена реализации, руб./шт.	Стоимость валовой продукции, руб.	Затраты на ручные и механизированные работы, руб./га.
1	85	37 400	100	3 740 000	156 698,1
2	98	43 120	100	4 312 000	129 545,3

Таким образом, затраты на производство корнесобственных саженцев декоративной формы яблони Мичдекор 2 существенно (на 37000 рублей) ниже, чем при выращивании по традиционной технологии с применением окулировки.

11.3 Экономическая эффективность производства продуктов переработки из плодов красномякотных гибридов яблони

По результатам проведенных исследований наиболее рентабельным видом продукции из плодов красномякотных гибридов яблони являются фруктовые чипсы (уровень рентабельности составил 78,6%) (табл. 16).

Таблица 16 - Уровень рентабельности производства продуктов переработки из плодов красномякотных гибридов яблони

Вид продукции	Уровень рентабельности, %
Сок прямого отжима	75,5
Компот	30,0
Фруктовые чипсы	78,6

Описание новых форм клоновых подвоев яблони

Клоновый подвой яблони 83-1-15. Получен путём скрещивания подвоя 64-143 x 54-118. Зеленолистный карликовый подвой, по силе роста равный подвою 62-396 или немного превышающий его. Побеги в маточнике слегка изогнутые, средневетвящиеся, средней толщины, слабоопушённые. Коленчатость выражена слабо. Древесина ломкая, зелёная. Маточный куст среднераскидистый, средняя высота куста 101 см. Выход стандартных подвоев в маточнике вертикальных отводков на 4 год эксплуатации составляет 6,9 штук с куста, средний балл укоренения 3,9 баллов. Подвой высокозимостойкий и отличается высокой морозостойкостью корневой системы (корни сохраняются при минус 16⁰ С). Высокоустойчив к парше, мучнистой росе и клещу Шлехтендаля (степень поражения не превышает 1 балла). Хорошо совместим с сортами средней зоны садоводства России, практически не даёт поросли в саду. В саду деревья высокопродуктивные, вступают в плодоношение на 2-3-й год после посадки. Продуктивность деревьев на 4 год после посадки 16-17 кг с дерева. Включён в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Клоновый подвой яблони 76-3-6. Получен путём скрещивания подвоя М27 x ПБ. Краснолистный карликовый подвой, по силе роста равный подвою М9 или ПБ. Побеги в маточнике слегка изогнутые, неветвящиеся, средней толщины, опушённые, дугообразные. Древесина ломкая, розоватая. Маточный куст среднераскидистый, средняя высота куста 95 см. Выход стандартных подвоев в маточнике вертикальных отводков на 4 год эксплуатации составляет 3,6 штук с куста, средний балл укоренения 3,8 баллов. Подвой высокозимостойкий и отличается высокой морозостойкостью корневой системы (корни сохраняются при минус 16⁰ С). Высокоустойчив к парше, и мучнистой росе (степень поражения не превышает 1 балла). Хорошо совместим с сортами средней зоны садоводства России, практически не даёт поросли в саду. В саду деревья высокопродуктивные, вступают в плодоношение на 2-3-й год после посадки. Продуктивность деревьев на 4 год после посадки 12-13 кг с дерева. Включён в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

Клоновый подвой яблони 87-7-12. Получен путём скрещивания подвоя 54-118 x ПБ. Краснолистный карликовый подвой, по силе роста равный подвою 54-118. Побеги в маточнике, прямые не ветвятся, толстые, коричнево-бурые, коленчатые, опушённые. Древесина ломкая, розовая. Маточный куст прямостоячий, средняя высота куста 134 см. Выход стандартных подвоев в маточнике вертикальных отводков на 4 год эксплуатации составляет 5,6 штук с куста, средний балл укоренения 3,5 балла. Высокозимостойкий и

отличается высокой морозостойкостью корневой системы (корни сохраняются при минус 16⁰ С). Высокоустойчив к парше, мучнистой росе. Хорошо совместим с сортами средней зоны садоводства России, практически не даёт поросли в саду. В саду деревья высокопродуктивные, вступают в плодоношение на 3-4-й год после посадки. Продуктивность деревьев на 4 год после посадки 7-8 кг с дерева. Включён в Госреестр селекционных достижений, допущенных к использованию.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Проведённые полевые и лабораторные исследования зимостойкости клоновых подвоев яблони позволили выделить подвойные формы с высоким и стабильным уровнем морозостойкости, как в естественных, так и в искусственных условиях. Формы 70-20-21, 85-5-28, 67-2(30), 64-143, 67-5(32), 69-21-5, 71-3-150 могут служить ценными родительскими формами в селекции на зимостойкость в качестве генетических источников данного признака.

2. Установлено, что по мере увеличения силы роста подвоев, содержание цитокининов в корнях увеличивается, а в надземной части уменьшается. Под влиянием обработки экзогенным гиббереллином у карликовых подвоев происходит более интенсивный отток ассимилятов на формирование коры, и почти вдвое увеличивается листовая поверхность, тогда как у более сильнорослых подвоев происходит нарастание древесины, а увеличение листовой поверхности происходит слабее, чем у карликов.

3. У подвоев разной силы роста распределение продуктов фотосинтеза идёт неодинаково. Для карликовых подвоев свойственно более интенсивное формирование флоэмной части, а для более сильнорослых – ксилемной.

4. Различия в анатомо-морфологическом строении корней (соотношение коры и древесины), длине корневых волосков, количестве устьиц на единицу площади листовой пластинки у подвоев разной силы роста позволяет усовершенствовать и использовать методы предварительной диагностики силы роста подвоев на основании корреляционных связей между данными показателями и высотой 10-летних деревьев в саду.

5. Источниками и донорами карликовости могут служить формы: 76-9-54, 85-11-9, 60-160, 75-1-37, 67-2(30), 70-20-21. Наибольшее количество карликовых сеянцев выщепляется в потомствах формата скрещивания «карлик x полукарлик» (до 54%), а также при скрещивании карликовых форм с некоторыми слаборослыми сортами (Веньяминовское) (до 58%). В потомстве формата скрещивания «полукарлик x полукарлик» увеличивается количество полукарликовых сеянцев, а карликовых снижается. При скрещиваниях с большинством культурных сортов процент карликовых форм снижается (до 13 – 30%).

6. Установлено, что хорошими донорскими свойствами по признаку укореняемости обладают формы 67-5(32), 85-11-9, 75-1-37, 64-194, 67-2(30) и 70-20-21. При использовании в скрещиваниях с клоновыми подвоями

культурных сортов, количество хорошо укореняемых форм в потомстве резко снижается, что является вполне ожидаемым.

6. Наиболее высоким показателем среднего количества побегов с куста характеризуются гибридные семьи 75-1-37 х 64-194 и 70-20-21 х 67-2(30), что говорит о высоких донорских способностях исходных форм по данному признаку. Чётко прослеживается тенденция снижения среднего количества побегов и увеличения процентного соотношения кустов с минимальным числом побегов (от 1 до 3) в семьях, где одним из родителей является культурный сорт. Исключение составили комбинации с сортом Жигулёвское (82-39-2 х Жигулёвское и 82-33-3 х Жигулёвское), у которых эти показатели были достоверно выше.

7. Наличие боковых разветвлений у отводков в маточнике не является однозначно отрицательным признаком. Необходимо принимать во внимание не только их количество, но и качественный состав. Подвойные формы с околюченными отводками подлежат выбраковке на ранних этапах селекционного процесса. Подвойные формы 83-1-15, 76-6-13, 75-1-89 и ряд других, имеющих разветвления в виде плодовых образований или коротких вегетативных приростов, могут быть перспективны как потенциально скороплодные генотипы.

8. Большинство изучаемых гибридов характеризовались высокой полевой устойчивостью к парше и мучнистой росе и могут являться источниками данных признаков в селекционной работе. Такая низкая степень поражения большинства изучаемых гибридов мучнистой росой и паршой может быть объяснена горизонтальной (полигенной) устойчивостью. Донором устойчивости к мучнистой росе выделен подвой 76-9-54.

9. Необходимость наличия адвентивно-гибридного маточника как этапа в схеме селекционного процесса клоновых подвоев обоснована тем, что способность к образованию придаточных корней ярко проявляется в ювенильной стадии развития. При ведении селекции подвоев по схеме селекционного процесса, принятой для сортов яблони: селекционная школка – селекционный питомник – селекционный сад, и дальнейшая попытка размножить вегетативное потомство от взрослых корнесобственных деревьев, имеет более худшие результаты, даже у генетически хорошо укореняемых форм. Для правильной оценки и сохранения у лучших форм хорошей способности к укоренению, растения необходимо искусственно поддерживать в стадии ювенильности (маточника вертикальных отводков).

10. Плоды отобранных по комплексу признаков красномякотных гибридов яблони, являются ценным сырьём для производства различных видов продуктов переработки с функциональной направленностью. Такие продукты отличаются высоким содержанием антиоксидантов, прежде всего, антоцианов, которые в значительной степени сохраняются при термической обработке.

11. Выделенные в результате многолетней селекционной работы красномякотные гибриды обладают достаточной для условий Центральной России зимостойкостью, высокой продуктивностью и хорошей способностью к укоренению.

12. Сок из красномякотных плодов яблони имеет привлекательную для потребителя антоциановую окраску. Наиболее высокой органолептической оценкой (8,76 балла) и содержанием антоцианов характеризуется сок из плодов формы Гранатное (64 мг/%), при этом он обладает и наиболее высокой кислотностью (2,2 %), вследствие чего, имеет и низкий сахарокислотный индекс (6,1).

13. Наиболее оптимальным сочетанием органолептических (9,49 балла) и химических (антоцианы 26 мг/%, сахарокислотный индекс 12,44) показателей характеризуется компот из красномякотной формы 87-3-2.

14. Чипсы из плодов красномякотных форм яблони 87-3-2 и Гранатное являются более перспективным видом продукции, чем сок и компот. В процессе сушки они способны сохранять антоциановую окраску, без обработки антиокислителями, что повышает их органолептическую оценку (9,65 и 8,58 баллов соответственно), а также высокое содержание антоцианов (181 и 417 мг%, соответственно), при этом имея более оптимальные значения сахарокислотного индекса (12,3 и 9,4) по сравнению с соками.

15. Оптимальная степень укоренения декоративных сортов яблони должна приближаться к 3 баллам по шкале В.И. Будаговского, то есть чуть ниже, чем у подвоя 54-118. Такие формы не должны отличаться наличием ярко выраженных бернотов, которые существенно снижают декоративные качества.

16. Выделенные в качестве декоративных форм Мичдекор 2 и Мичдекор 5, отличаются высокой зимостойкостью (на уровне сортов Китайка золотая ранняя, Горноалтайское, Таёжное и др.). Степень повреждения изучаемых гибридов паршой, мучнистой росой и филлостиктозом не достигает уровня, делающего их непригодными для декоративных целей, а их антоциановая окраска хорошо маскирует симптомы парши.

17. Уровень рентабельности производства новых форм клоновых подвоев (83-1-15 и 87-7-12) в маточнике выше, чем у контрольных форм (62-396 и 54-118) на 318,1 и 38 %, соответственно.

Производство корнесобственных саженцев выделенных декоративных форм яблони является более рентабельным, по сравнению с производством привитых саженцев, за счёт их способности к укоренению и исключения мероприятий, связанных с окулировкой. Наиболее рентабельным видом продукции из плодов красномякотных гибридов яблони являются яблочные чипсы (78,6 %).

Рекомендации производству и селекционерам

1. Для дальнейшей селекционной работы с клоновыми подвоями рекомендуются следующие исходные формы в качестве источников и доноров:

- зимостойкости: 70-20-21, 85-5-28, 67-2(30), 64-143, 67-5(32), 69-21-5, 71-3-150;

- слаборослости: 76-9-54, 85-11-9, 60-160, 75-1-37, 67-2(30), 70-20-21;

- укореняемости: 67-5(32), 85-11-9, 75-1-37, 64-194, 67-2(30) и 70-20-21; 75-6-8, 75-11-280, 76-23-1, 85-5-28, 75-1-62, 75-1-89, 75-4-4, 75-11-232, 75-12-23, 3-4-7, 3-4-10, 3-12-29, 2-3-44, 2-4-11, 2-9-49, 3-12-5, 4-6-5;
- побегопроизводительности: 75-1-37, 64-194, 70-20-21, 67-2(30), 75-6-8, 75-1-89, 76-9-65, 85-11-9, 88-3-32А, 2-4-11, 2-9-49;
- устойчивости к парше: 83-1-15, 84-1-17, 76-9-54, 76-9-65 и др.;
- устойчивости к мучнистой росе: 76-9-54.

Комплексные источники и доноры:

- зимостойкости, слаборослости, укореняемости и побегопроизводительности: 70-20-21 и 67-2(30);
- слаборослости, укореняемости и побегопроизводительности: 85-11-9;
- зимостойкости и укореняемости: 85-5-28;

2. Предварительную диагностику силы роста подвоев рекомендуется проводить с использованием анатомо-морфологических методов оценки следующих показателей: соотношение коры и древесины в корнях, длина корневых волосков, количество устьиц на единицу площади листовой пластинки. Отпечатки нижней стороны листовой пластинки для подсчёта количества устьиц рекомендуем изготавливать при помощи клея БФ-6.

3. Селекцию новых форм слаборослых клоновых подвоев рекомендуется вести по схеме селекционного процесса, с использованием этапа отбора по укореняемости в адвентивно-гибридном маточнике.

4. Для широкого внедрения в производство рекомендуются новые формы карликовых (83-1-15 и 76-3-6) и полукарликовых (87-7-12) подвоев.

5. Для государственного и производственного испытания в качестве сырьевых сортов яблони с высоким содержанием в плодах антиоксидантов и естественных красителей рекомендуются формы 87-3-2 и Гранатное.

6. Для государственного и производственного испытания в качестве декоративных сортов яблони рекомендуются формы Мичдекор 2 и Мичдекор 5.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, рекомендованных Перечнем ВАК

1. Соломатин, Н.М. Изменение характера роста подвоев яблони в питомнике под влиянием гиббереллина / Н.М. Соломатин, Ю.В. Крысанов // **Плодоводство и ягодоводство России.** – 2005. – Т. XII. – С. 377-384.
2. Соломатин, Н.М. Результаты селекции на зимостойкость слаборослых клоновых подвоев яблони в МичГАУ / Н.М. Соломатин, Ю.В. Трунов, З.Н. Тарова, Д.Ю. Честных // **Плодоводство и ягодоводство России.** – 2006. – Т. XVI. – С. 146-150.
3. Соломатин, Н.М. Результаты селекции клоновых подвоев яблони / Н.М. Соломатин, Ю.В. Трунов, А.В. Соловьёв // **АГРО XXI.** – 2007. – №4 – 6. – С. 26-28.
4. Соломатин, Н.М. Конкурсное изучение новых форм слаборослых клоновых подвоев в маточнике. / Н.М. Соломатин, Д.Ю. Честных, Н.Л. Чурикова, М.В. Денисова // **Плодоводство и ягодоводство России.** – 2012. – Т. XXXII. – №2. – С. 175-180.
5. Соломатин, Н.М. Селекционная оценка краснолистных гибридов яблони на декоративные качества. / Н.М. Соломатин, Е.А. Соломатина // **Достижения науки и техники АПК.** – 2012. – №7. – С. 51-54.

6. Соломатин, Н.М. Новые слаборослые клоновые подвои яблони / Н.М. Соломатин Н.М., Р.В. Папихин, И.М. Зуева, Л.В. Григорьева, Д.Ю. Честных, Л.В. Скороходова, Н.Л. Чурикова // **Вестник МичГАУ**. – 2012. – №1, ч.1. – С. 58-61.
7. Папихин, Р.В. Сравнительное изучение новых слаборослых клоновых подвоев яблони в маточнике / Р.В. Папихин, Н.М.Соломатин, Д.Ю. Честных, Н.Л. Чурикова // **Вестник МичГАУ**. – 2012. – №1, ч.1. – С. 50-53.
8. Соломатин, Н.М. Новые районированные клоновые подвои яблони / Н.М. Соломатин, И.М. Зуева, Д.Ю. Честных, Л.В. Скороходова, Н.Л. Чурикова // **Садоводство и виноградарство**. – 2012. – № 3. – С.21-23.
9. Соломатин, Н.М. Оценка устойчивости подвоев яблони селекции Мичуринского ГАУ и их влияние на зимостойкость привитых сортов / Н.М. Соломатин, З.Н. Тарова, Л.И. Никонорова, С.В. Фролова // **АГРО XXI**. – 2012. – №10-12. – С.12-13.
10. Соломатин, Н.М. Селекция яблони на декоративные качества в условиях Центрально-Чернозёмной зоны / Н.М. Соломатин, Е.А. Соломатина, Е.В. Иванова // **Научные ведомости БелГУ. Серия Естественные науки**. – 2012. – №21 (140). – С.68-71.
11. Соломатин, Н.М. Декоративные яблони из Мичуринска / Н.М. Соломатин, Е.А. Соломатина // **Цветоводство**. – 2013. – №3. – С. 34-35.
12. Соломатин, Н.М. Перспектива производства продуктов функционального назначения из плодов краснолистных гибридов яблони / Н.М. Соломатин, Ю.Г. Скрипников, В.Ф. Винницкая, Т.Е. Бочарова // **Вестник МичГАУ**. – 2013. – №3. – С. 84-86.
13. Соломатин, Н.М. Яблоки с красной мякотью как источник антоцианов / В.И. Дейнека, Н.М. Соломатин, Л.А. Дейнека, В.Н. Сорокопудов, С.Л. Макаревич // **Химия растительного сырья**. – 2014. – №4. – С. 163-168.
14. Соломатин, Н.М. Оценка красномякотных гибридов яблони сырьевого назначения на способность к размножению отводками и зелёными черенками / Н.М. Соломатин, Ю.Г. Скрипников, П.Ю. Хатунцев, Ю.Е. Ефремова // **Вестник МичГАУ**. – 2015. – № 1. – С. 203-206.
15. Соломатин, Н.М. Оценка плодов красномякотных гибридов яблони для производства компотов / Н.М. Соломатин, В.Н. Сорокопудов, Е.А. Соломатина // **Плодоводство и ягодоводство России**. – 2017. – Т. 51. – С. 312-317.

Статьи в изданиях базы SCOPUS

16. Solomatin, N.M. Nutritional Qualities of Both Red Pulp Apples and Their Products / N.M. Solomatin, Z.N. Tarova, L.V. Astakhova, V.A. Koltsov and T.E. Vocharova // *Ecology, Environment and Conservation*. – 2015. – Vol. 21. – P.41-44.

Статьи в прочих изданиях

17. Соломатин, Н.М. Распределение продуктов фотосинтеза у подвоев и саженцев яблони / Н.М. Соломатин // *Материалы Международной конференции студентов и аспирантов по фундаментальным наукам. «Ломоносов»*. – М.: Изд-во МГУ. – 2000. – № 4. – С. 66.
18. Соломатин, Н.М. Особенности роста слаборослых клоновых подвоев яблони в первом поле питомника / Н.М. Соломатин // *Материалы Международной научно-практической конференции молодых ученых, посвященная 145-летию со дня рождения И.В. Мичурина и 90-летию проф. В.И. Будаговского 6-8 сентября 2000 г.: Интенсивное садоводство*. – Мичуринск, 2000. – Ч. 1. – С. 39-40.
19. Соломатин, Н.М. Особенности анатомического строения подвоев яблони разной силы роста / Н.М. Соломатин, Ю.В. Крысанов // *Вестник МГАУ. Научно-производственный журнал*. – Мичуринск, 2001. – Т. 1. – № 1. – С. 79-82.
20. Соломатин, Н.М. Использование методов диагностики силы роста при селекции слаборослых клоновых подвоев яблони / Н.М. Соломатин, А.М. Тарасов // *Материалы VI Международной научно-практической конференции «Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения»*. – Белгород, 2002. – Ч.1. – С.66–67.

21. Соломатин, Н.М. Изучение новых гибридных форм клоновых подвоев в адвентивном маточнике / Н.М. Соломатин, А.В. Верзилин, В.В. Полетаева // Повышение эффективности садоводства в современных условиях: Материалы Всероссийской научно-практической конф. 22-24 декабря 2003г. – Мичуринск: Изд-во ФГОУ ВПО МичГАУ, 2003. – Т. 2. – С. 25-28.
22. Соломатин, Н.М. Количество и размеры устьиц у подвоев яблони и использование этих признаков в селекционной работе / Н.М. Соломатин, Ю.В. Крысанов // Повышение эффективности садоводства в современных условиях: Материалы Всероссийской научно-практической конф. 22-24 декабря 2003г. – Мичуринск: Изд-во ФГОУ ВПО МичГАУ, 2003. – Т. 2. – С. 60-63.
23. Соломатин, Н.М. Особенности водного режима слаборослых клоновых подвоев яблони в питомнике / Н.М. Соломатин, Ю.В. Крысанов // Материалы международной научно-практической конференции «Мобилизация адаптивного потенциала садовых растений в динамичных условиях внешней среды». – М.: ВСТИСП, 2004. – С. 238-242.
24. Соломатин, Н.М. Фотосинтетические особенности подвоев яблони в питомнике / Н.М. Соломатин, Ю.В. Крысанов // Материалы научно-практической конференции «Роль науки в повышении устойчивости функционирования АПК Тамбовской обл.». – Мичуринск, 2004. – Т. 2. – 2004. – С. 45-47.
25. Соломатин, Н.М. Содержание фитогормонов у подвоев яблони / Н.М. Соломатин, Ю.В. Крысанов // Вестник МичГАУ. – 2004. – №1. – Т.2. – С. 90-93.
26. Соломатин, Н.М. Влияние высоты кронирования на показатели роста саженцев в третьем поле питомника / Н.М. Соломатин, А.В. Верзилин, А.В. Жбанов // Материалы международной научно-практической конференции «Развитие наследия И.В.Мичурина и подготовка кадров». – Мичуринск, 2005. – Т. 2. – С. 103-108.
27. Соломатин, Н.М. Отбор перспективных форм клоновых подвоев в маточнике первичного изучения / Н.М. Соломатин, С.В. Федорченко, Е.А. Носикова // Материалы Всероссийской научно-практической конференции посвящённые 130-летию со дня рождения профессора С.Ф. Черненко. – Мичуринск, 2007. – С. 200-204.
28. Соломатин, Н.М. Изучение новых форм клоновых подвоев яблони на способность к окоренению / Н.М. Соломатин, Т.В. Борзых, М.В. Денисова // Вестник МичГАУ. – 2007. – №1, т. 2. – С. 20-22.
29. Соломатин, Н.М. Селекция зимостойких клоновых подвоев яблони в МичГАУ / Н.М. Соломатин, Ю.В. Трунов // Актуальные проблемы садоводства в России и пути их решения: Материалы Всеросс. науч.-метод. конф. мол. учёных. – Орёл.: Изд-во ВНИИСПК, 2007. – С. 105-108.
30. Соломатин, Н.М. Перспективные формы слаборослых клоновых подвоев яблони селекции МичГАУ / Н.М. Соломатин // Вклад молодых учёных в отраслевую науку с учётом современных тенденций развития АПК: Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых учёных. – М.: 2008. – С. 110-112.
31. Соломатин, Н.М. Состояние и перспективы селекции слаборослых клоновых подвоев яблони в МичГАУ / Н.М. Соломатин, А.М. Тарасов // Научно-практические достижения и инновационные пути развития производства продукции садоводства для улучшения структуры питания и здоровья человека: Материалы научно-практической конференции 8-10 сентября 2008 года. – Мичуринск-научоград, 2008. – С.25- 28.
32. Соломатин, Н.М. Изучение новых форм клоновых подвоев яблони в питомнике / Н.М. Соломатин, В.В. Пронькин, Е.А. Носикова // Вестник МичГАУ. – 2009. – №1, т. 1. – С. 11-14.
33. Соломатин, Н.М. Распределение ассимилятов у подвоев яблони в питомнике в связи с их силой роста / Н.М. Соломатин, Ю.В. Крысанов // Материалы Международной научно-практической конференции «Методы изучения продукционного процесса растений и фитоценозов», 17-20 июня 2009 г. – Нальчик: «Полиграфсервис и Т», 2009. – С.160-161.
34. Соломатин, Н.М. Перспективные сорто-подвойные комбинации яблони в питомнике / Н.М. Соломатин, Н.Л. Чурикова, Л.В. Скороходова, М.А. Новоторцев

//Достижения науки и инновации в садоводстве. Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 75-летию со дня рождения лауреата Государственной премии РФ, заслуженного деятеля науки профессора В.А. Потапова. – Мичуринск-наукоград РФ, 2009. – С. 69-70.

35. Соломатин, Н.М. Оптимизация схемы селекционного процесса у клоновых подвоев яблони и результаты её применения / Н.М. Соломатин, И.М. Зуева, Д.Ю. Честных, Л.В. Скороходова, Н.Л. Чурикова // Материалы всероссийской конференции с элементами научной школы для молодёжи «Проведение научных исследований в области сельскохозяйственных наук». – Мичуринск-наукоград, 2009. – С. 42-45.

36. Соломатин, Н.М. Оценка новых форм клоновых подвоев яблони на степень поражения клещём Шлехтендаля / И.М. Зуева, Н.М. Соломатин, Д.Ю. Честных // Материалы всероссийской конференции с элементами научной школы для молодёжи «Проведение научных исследований в области сельскохозяйственных наук». – Мичуринск-наукоград, 2009. – С. 50-53.

37. Соломатин, Н.М. Влияние подвоя на накопление антоцианов в коре побегов привитых сортов / Н.М. Соломатин, З.Н. Тарова, Л.И. Кривощёков, Л.И. Никанорова, С.В. Фролова // Материалы международной научно-практической конференции, посвящённой 35-летию ФГОУ ВПО «Смоленская ГСХА» 27 февраля. – Смоленск, 2010. – Ч 1. – С. 287-288.

38. Соломатин, Н.М. Новые клоновые подвои яблони селекции МичГАУ для интенсивных садов в ЦФО / Н.М. Соломатин, И.М. Зуева, Д.Ю. Честных, Л.В. Скороходова, Н.Л. Чурикова // «Сады будущего»: Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 100-летию со дня рождения Заслуженного деятеля науки РСФСР, доктора сельскохозяйственных наук, профессора В.И. Будаговского, 13-16 апреля 2011 г. – Мичуринск-наукоград, 2011. – С. 221-225.

39. Соломатин, Н.М. Селекция слаборослых клоновых подвоев яблони в МичГАУ на современном этапе / Н.М. Соломатин // В кн. Сады на слаборослых подвоях (Избранные труды Будаговского В.И.) сост. Крысанов Ю.В. – Воронеж: Изд-во «Европолиграфия плюс», 2011. – С. 410-413.

40. Соломатин, Н.М. Новые слаборослые клоновые подвои яблони для любительского и промышленного производства / Р.В. Папихин, Н.М. Соломатин, Н.Л. Чурикова, Д.Ю. Честных, Л.В. Скороходова, Г.Б. Ширяева. [Электронный ресурс]. – 2012. – URL: <http://www.tambov-apk.ru/articles/1800/>

41. Соломатин, Н.М. Яблоня Недзвецкого – источник создания декоративных форм яблони / Н.М. Соломатин, Е.А. Соломатина, В.Н. Сорокопудов, Е.Н. Дунаева, Е.В. Иванова // Белгородский агромир. – 2012. – №6(73). – С. 29-30.

42. Соломатин, Н.М. Создание декоративных форм яблони для озеленения и использования в пищевой промышленности / Н.М. Соломатин, Е.В. Иванова, В.Н. Сорокопудов, Е.А. Соломатина // Проблемы сельскохозяйственного производства на современном этапе и пути их решения. Материалы международной научно-практической конференции. – Белгород, 2012. – С.13-15.

43. Соломатин, Н.М. Результаты и перспективы селекции зимостойких слаборослых клоновых подвоев яблони в Мичуринском государственном аграрном университете. / Н.М. Соломатин, Р.В. Папихин, Н.Л. Чурикова, И.М. Зуева, Д.Ю. Честных, Л.В. Скороходова //Актуальные проблемы интенсификации плодоводства в современных условиях. Материалы международной научной конференции. – Самохваловичи, 2013. – С.130-133.

44. Соломатин, Н.М. Степень цветения саженцев яблони в питомнике, как показатель скороплодности клоновых подвоев. / Н.М. Соломатин, Р.В. Папихин, Д.Ю. Честных, Н.Л. Чурикова, Л.В. Скороходова // Материалы международной научно-практической конференции «Современное состояние питомниководства и инновационные основы его развития», посвященная 100-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук С.Н. Степанова (21-23 апреля 2015 г., Мичуринск). – Мичуринск-наукоград, 2015. – С.95-100.

45. Соломатин, Н.М. Оценка укореняемости гибридных потомств клоновых подвоев яблони в различных комбинациях скрещиваний / Н.М.Соломатин // Конкурентоспособные сорта и технологии для высокоэффективного садоводства: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 170-летию ВНИИСПК (2-5июня 2015г., Орел). – Орёл, 2015. – С. 193-194.

46. Соломатин, Н.М. Сырьевое и декоративное значение краснолистных гибридов яблони селекции МичГАУ / Н.М. Соломатин, Е.А. Соломатина / Плодоводство Беларуси: Традиции и современность. Материалы международной научной конференции, посвящённой 90-летию образования РУП «Институт плодоводства». – Самохваловичи, 2015. – С. 115-117.

47. Соломатин, Н.М. Новые виды продуктов переработки из плодов краснолистных гибридов яблони / Н.М. Соломатин, Е.А. Соломатина // «Агротехнологические процессы в рамках импортозамещения» Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию со дня рождения заслуженного работника высшей школы РФ, доктора с.-х. наук, профессора Ю.Г. Скрипникова 25-27 октября 2016 г. – Мичуринск-наукоград, 2016. – С. 277-279.

48. Соломатин, Н.М. Становление и развитие селекционной работы с клоновыми подвоями яблони в Мичуринском ГАУ / Н.М. Соломатин // Материалы Международной научно-практической конференции «Генетические основы селекции сельскохозяйственных культур», посвященной памяти академика РАН, доктора с.-х. наук, профессора Н.И. Савельева, 24-26 мая 2017 года. – Мичуринск-наукоград, 2017. – С. 293- 302.

Методические рекомендации, главы из книг

49. Трунов, Ю.В. и др. Технология закладки и возделывания интенсивных яблоневых садов на слаборослых клоновых подвоях в средней зоне садоводства РФ (рекомендации) / Ю.В. Трунов, А.И. Завражнов, **Н.М. Соломатин** и др. – Мичуринск-наукоград РФ, 2007. – 128 с.

50. Трунов, Ю.В. и др. Технология закладки и возделывания маточников клоновых подвоев яблони в средней зоне садоводства РФ (рекомендации) / Ю.В. Трунов, А.И. Завражнов, **Н.М. Соломатин** и др. – Мичуринск-наукоград РФ, 2007. – 52 с.

51. Трунов, Ю.В. и др. Каталог районированных и перспективных форм зимостойких слаборослых клоновых подвоев яблони селекции Мичуринского государственного аграрного университета / Ю.В. Трунов, **Н.М. Соломатин**, Д.Ю. Честных и др. – Мичуринск-наукоград РФ, 2007. – 30 с.

52. Завражнов, А.И. и др. Рекомендации по устройству сельской усадьбы / А.И. Завражнов, З.Н. Тарова, **Н.М. Соломатин** и др. – Мичуринск-наукоград, 2008. – 80 с.

53. Трунов, Ю.В. и др. Апробационные признаки посадочного материала плодовых культур (методическое пособие) / Ю.В. Трунов, А.В. Соловьёв, **Н.М. Соломатин** и др. – Мичуринск-наукоград, 2009. – 124 с.

54. Трунов, Ю.В. и др. Апробационные признаки посадочного материала плодовых культур (методическое пособие), издание 2-е / Ю.В. Трунов, А.В. Соловьёв, **Н.М. Соломатин** и др. – Мичуринск-наукоград, 2016. – 148 с.

Патенты и авторские свидетельства на селекционные достижения

1. Пат. 7227 Российская Федерация, Клоновый подвой яблони 76 3 6 / Верзилин А.В., Зуева И.М., Скороходова Л.В., Соломатин Н.М., Честных Д.Ю., Чурикова Н.Л.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет» – заявл. № 8954427; приоритет 15.12.2010; зарегистр. 13.01.2014; опубл. 5.02.2014, Бюл. № 192.

2. Пат. 7228 Российская Федерация, Клоновый подвой яблони 87 7 12 / Верзилин А.В., Зуева И.М., Скороходова Л.В., Соломатин Н.М., Честных Д.Ю., Чурикова Н.Л.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет» – заявл. № 8954428; приоритет 15.12.2010; зарегистр. 13.01.2014; опубл. 5.02.2014, Бюл. № 192.

3. Пат. 7229 Российская Федерация, Клоновый подвой яблони 83 1 15 / Верзилин А.В., Зуева И.М., Скороходова Л.В., Соломатин Н.М., Честных Д.Ю., Чурикова Н.Л.; заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет» – заявл. № 8954426; приоритет 15.12.2010; зарегистр. 13.01.2014; опубл. 5.02.2014, Бюл. № 192.

4. Авторское свидетельство № 56418 Клоновый подвой яблони 76 3 6 / Верзилин А.В., Зуева И.М., Скороходова Л.В., Соломатин Н.М., Честных Д.Ю., Чурикова Н.Л.; ФГБОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет» по заявке № 8954427 с датой приоритета 15.12.2010.

5. Авторское свидетельство № 56419 Клоновый подвой яблони 87 7 12 / Верзилин А.В., Зуева И.М., Скороходова Л.В., Соломатин Н.М., Честных Д.Ю., Чурикова Н.Л.; ФГБОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет» по заявке № 8954428 с датой приоритета 15.12.2010.

6. Авторское свидетельство № 56420 Клоновый подвой яблони 83 1 15 / Верзилин А.В., Зуева И.М., Скороходова Л.В., Соломатин Н.М., Честных Д.Ю., Чурикова Н.Л.; ФГБОУ ВПО «Мичуринский государственный аграрный университет» по заявке № 8954426 с датой приоритета 15.12.2010.