

На правах рукописи

РАЧЕНКО МАКСИМ АНАТОЛЬЕВИЧ

**ЭКОЛОГО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОРТОВ ЯБЛОНЬ В
УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО ПРЕДБАЙКАЛЬЯ**

Специальность

03.02.01 – ботаника (биологические науки)

03.02.08 – экология (биологические науки)

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата биологических наук

Улан-Удэ, 2011

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО Иркутской государственной сельскохозяйственной академии

Научный руководитель: кандидат биологических наук, доцент
Худоногова Елена Геннадьевна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор
Анцупова Татьяна Петровна

кандидат биологических наук, доцент
Баханова Милада Викторовна

Ведущая организация: Забайкальский государственный гуманитарно-педагогический университет им. Н.Г.Чернышевского (г.Чита)

Защита состоится: «23»декабря 2011г в 14 часов на заседании диссертационного совета Д.212.022.03 по защите докторских диссертаций при бурятском государственном университете по адресу: 670000, г. Улан-удэ, ул. Смолина, 24а, конференц-зал

Факс: (3012)210588, e-mail: d21202203@mail.ru

Отзывы на автореферат в двух экземплярах, заверенных печатью, просьба присылать по указанному адресу ученому секретарю диссертационного совета.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВПО «Бурятский государственный университет»

Автореферат разослан «__» _____ 2011 г.

Ученый секретарь
Диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Шорноева Н.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Яблоня среди плодовых растений занимает ведущее место, как по площади насаждений, так и по сбору плодов, т. к. яблоки являются незаменимым продуктом питания и сырьем для перерабатывающей промышленности. Яблоки содержат сахара (глюкоза, сахароза, фруктоза), органические кислоты (винная, яблочная, лимонная), пектиновые вещества, витамины (аскорбиновая кислота, Р-активные вещества, катехины, лейкоантоцианы, антоцианы, флавоновые гликозиды, провитамин А, В, К (филлохинон), антибиотики (дубильные вещества и эфирные масла), калий, фосфор, железо, марганец, цинк, кобальт, йод.

Прибайкалье занимает достаточно большую территорию, и говорить о развитии плодового хозяйства по всему региону было бы некорректно. Климат в целом резко континентальный, и выращивание плодовых деревьев, особенно в северных районах, сопряжено со значительными трудностями. Район Южного Предбайкалья, к которому относится Иркутский район, наиболее приспособлен к ведению промышленного и любительского плодового хозяйства. Для пополнения ассортимента актуальным для нашего региона является оценка новых сортов по адаптивности их к местным условиям и способности обеспечить стабильное и качественное плодоношение.

Количество сортов, пригодных для выращивания в нашем регионе, ограничено таким существенным признаком как зимостойкость. Устойчивость растения к низкой температуре обусловлена набором биохимических факторов (Margesin et al., 2007; Lütz, 2010). Изучение таких факторов у плодовых растений на примере яблони позволит лучше понять природу зимостойкости и ускорить процесс селекции по этому признаку.

Цель работы - изучение и сравнительная оценка сортов яблони и выделение наиболее перспективных и адаптированных из них в условиях Южного Предбайкалья. Для реализации цели были поставлены **следующие задачи:**

1. На основе коллекционного сортоизучения сравнить пригодность имеющихся сортов яблони к выращиванию в погодно-климатических условиях региона.
2. Изучить зимостойкость выбранных сортов в зависимости от происхождения и способа выращивания.
3. Сравнить морозостойкость разных сортов яблони в полевых условиях и условиях искусственного промораживания.
4. Проследить сезонную динамику накопления и деградации дегидринов в коре яблонь с разным уровнем зимостойкости.
5. Выделить лучшие сорта яблони в качестве источников ценных признаков для селекции.

Научная новизна исследований. В работе дана оценка зимостойкости 45 сортов яблонь в полевых условиях в зависимости от способа прививки и формирования дерева. В условиях искусственного промораживания определен основной повреждающий фактор, характерный для района исследования:

перепад температуры в ранневесенний период от оттепели днем до мороза ночью. В коре разных по зимостойкости яблонь прослежена сезонная динамика дегидринов, являющихся биомаркерами, связанными со специфичными стадиями холодовой акклиматизации и покоя во время зимы.

Практическая значимость. Создана коллекция сортов яблонь более 200 наименований. Полученные результаты исследований позволили сформировать сортимент яблонь, пригодных для выращивания в условиях Южного Предбайкалья. Проведённые исследования могут быть внедрены в технологию производства посадочного материала яблони, обеспечивающую стабильную продуктивность садовых насаждений, а также могут быть использованы в учебном процессе курса плодоводства для студентов биологических и сельскохозяйственных специальностей ВуЗОВ г. Иркутска и Иркутской области. Проведен корреляционный анализ между зимостойкостью и вкусом и размером плодов яблонь. Результаты исследований получили высокую оценку на трех региональных выставках-ярмарках «Сибэкспоцентра» («Сад. Огород. Загородный дом-2007», «Агропромышленная неделя-2010», «Урожай-2010»).

Защищаемые положения. 1. Использование в качестве подвоев яблоню ягодную или мелкоплодные ранетки, как в низкий штамп, так и в скелетообразователь показывает положительный результат. Однако прививка в скелетообразователь не только ускоряет начало плодоношения, но и повышает общую зимостойкость плодового дерева, а также увеличивает выживаемость генеративных почек в 3-4 раза, что приводит к увеличению потенциальной урожайности привитых сортов яблонь.

2. В Предбайкалье, в ранневесенний период с максимальными суточными перепадами температур (от +5 до -20°C) наблюдается до 50-70% потери генофонда культивируемых культур в результате повреждения коры и однолетней древесины. Наиболее адаптированы сорта бурятской селекции и ряд красноярских сортов яблонь.

3. Зимостойкость – основной критерий при районировании сортов яблонь в Предбайкалье. При этом анализ их разнообразия по уровню содержания в коре белков-дегидринов, индицирующих морозоустойчивость, является перспективным при отборе культур для возделывания.

Реализация результатов исследований. Заложён коллекционный сад на территории Сибирского института физиологии и биохимии растений СО РАН. Результаты исследований по выращиванию яблонь внедрены в фермерских и личных подсобных хозяйствах Иркутского района и Иркутской области: крестьянское (фермерское) хозяйство В.В.Шичалина, клубы садоводов-любителей «Академия на грядках», «Радуга», ТСЖ «Молодежное».

Апробация исследований. Результаты исследований были представлены на международных научно-практических конференциях: «Совершенствование сортимента и технологий возделывания плодовых и ягодных культур» (РФ, Орел, 2010 г.), «Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции овощных, плодово-ягодных и лекарственных растений» (РФ, Москва, 2011), «Природа и сельскохозяйственная деятельность

человека» (РФ, Иркутск, 2011), «Научные достижения производству» (РФ, Иркутск, 2011); на Всероссийской научной конференции «Устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды» (РФ, Иркутск, 2007); на научно-практическом семинаре «Адаптивные технологии производства растениеводческой продукции» (РФ, Иркутск, 2011); на заседании круглого стола «Садоводство Иркутской области: история, состояние и перспективы развития» (РФ, Иркутск, 2011).

Публикации. Опубликовано 9 работ, в том числе четыре статьи в рекомендованных ВАК изданиях.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 153 страницах компьютерного текста и состоит из введения, 4 глав, выводов, практических рекомендаций, библиографического списка из 133 наименований, в том числе 58 зарубежных авторов, содержит 41 рисунок, 27 таблиц и 21 приложение.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1 Климатические условия изучаемого региона

Южное Предбайкалье – регион Восточной Сибири, по природным условиям наиболее благоприятный для проживания и хозяйственной деятельности населения. Иркутский район, который находится на территории Южного Предбайкалья — муниципальное образование в юго-восточной части Иркутской области с административным центром в г. Иркутск.

Климат района резко-континентальный. Общая сумма осадков 350-490 мм в год. На всей территории зима суровая и продолжительная, абсолютный минимум – минус 50°. Продолжительность зимы в Иркутске – 184 дня.

Климатические условия Сибири в целом, и Южного Предбайкалья в частности, существенно отличаются от условий регионов, где хорошо развито промышленное и личное садоводство. Можно выделить основные проблемы, возникающие при выращивании яблони в условиях сибирского климата: короткий вегетационный период и недостаток суммы положительных температур; короткий период закалки и быстрый переход к низким отрицательным температурам при минимальном снеговом покрове; длительное действие экстремально низких температур в зимний период; резкие перепады температур в конце зимы и начале весны (оттепель-мороз, большой диапазон между ночной отрицательной и дневной положительной температурой); возвратные заморозки в период активной вегетации и цветения.

Наблюдения за динамикой температуры, проведенные нами в течение 6 лет, позволили выявить наиболее неблагоприятные сезонные изменения погоды (рис 1). Температурные данные соответствовали показаниям метеостанции на высоте 2 м над землей.

Самым благоприятными годами можно считать 2006-2007 г (необходимый период осенней закалки, теплая зима без периодов с экстремально низкими температурами, ранняя дружная весна) и 2007-2008 г (длительная осенняя закалка, экстремально холодный период наблюдался

только в январе, ранняя весна без возвратных холодов). Неблагоприятными для перезимовки растений оказались 2008-2009 г (неблагоприятные условия для осенней заделки, холодная зима, весна с продолжительным периодом значительных перепадов температур) и 2009-2010 г (короткий период заделки, все зимние месяцы отмечены продолжительными периодами, когда минимальная температура воздуха была ниже -30°C , поздняя и холодная весна).

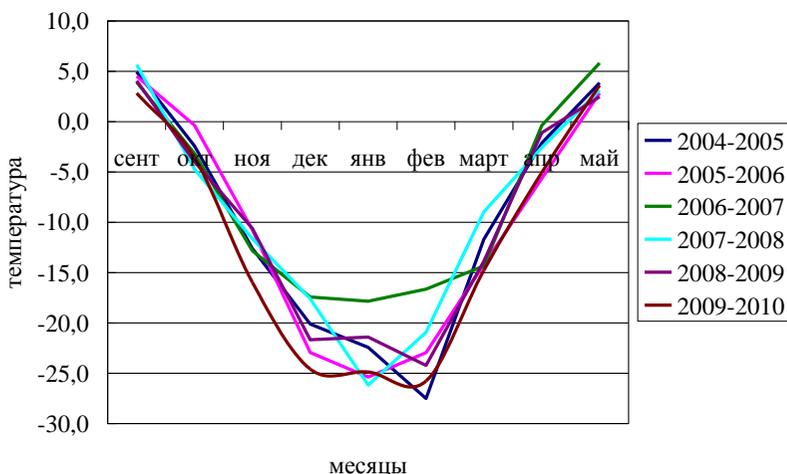


Рисунок 1 Среднемесячные минимальные температуры за годы наблюдений

Глава 2 Развитие садоводства в Сибири

Проведен обзор литературных данных: история выращивания яблони в Сибири, сведения о происхождении сибирских сортов (Соболевская, 1991; Симаков, 1998; Калинина, 1976, 1982, 2003; Долганова и др., 2008; Хабаров, 2008; Муравьев, 2003; Исаева, 2005; Помология, 2005). Подробно рассмотрены вопросы зимостойкости плодового дерева (Генкель, 1964; Туманов, 1979; Левитт, 1983; Xin et al., 2000; Wisniewski et al., 2003; Kalberer et al., 2006), дана характеристика основным этапам развития зимостойкости и морозоустойчивости (Квамме, 1983; Irving et al., 1967; Thomashow, 1999; Xin Z., Browse J., 2000; Smallwood et al., 2002; Garcia-Banuelos et al., 2008), типов зимних повреждений и способов повышения зимостойкости (Шульгин, 1978; Бурдасов, Петрова, 1982; Некрасова, 1982; Пробстинг, 1983; Гужов и др., 2003). Как один из факторов устойчивости плодовых растений к низким температурам рассмотрены белки-дегидрины (Arora et al., 1996, 2003; Ouellet, 2007; Battaglia, 2008; Garcia-Banuelos et al., 2009). Дан обзор особенностям

сибирского садоводства: способам выращивания плодовых деревьев, методам борьбы с повреждениями, снижению вредного воздействия неблагоприятных природных факторов (Якушев, Шевченко, 1980; Березовский, 2003; Корзинников, Тагаева, 2004; Айтжанова, 2006; Еремеева, 2007).

Глава 3 Объекты и методы исследования

Изучение зимостойкости разных сортов яблонь проводили на экспериментальном участке СИФИБР СО РАН и в плодовых садах фермерских хозяйств Иркутского района в 2005-2010 г.

В состав сортовой коллекции яблонь экспериментального участка входят 8 сортов яблонь-ранеток, 18 сортов мелкоплодных яблонь-полукультурок, 11 сортов крупноплодных яблонь-полукультурок, 8 сортов яблонь крупноплодных европейских и американских сортов.

Посадочный материал для коллекционного участка выращивался в равных агротехнических и климатических условиях. В качестве подвоев использовали 2-летние сеянцы яблони ягодной (для стандартной прививки в низкий штамб), 5-7-летние деревья яблони ягодной для прививки в скелетообразователь.

Степень повреждений в полевых и контролируемых условиях оценивали по 5-ти балльной шкале (Программа и методика сортоизучения..., 1999).

В экспериментах по изучению сезонной динамики дегидринов объектом исследования послужили шесть генотипов яблони. С ветвей текущего года снимали и замораживали в жидком азоте кору. Белок выделяли по стандартной методике, принятой для древесных растений (Agora et al., 1992). После разделения белков с помощью Na-ДДС-электрофореза в 14%-ном ПААГ проводили иммуноблоттинг с антителами на дегидрины (Agriseria AS07 206) (Timmons et al., 1990). Статистическую обработку результатов проводили с помощью дисперсионного и корреляционного анализа (Ефимова, 2004; Толстик, 2007).

Глава 4 Зимостойкость сортов яблони в полевых и лабораторных условиях

В ходе экспериментальных исследований нами были выделены наиболее и наименее благоприятные сезонные периоды для перезимовки яблонь. На основании полученных результатов, характеризующих степень повреждения коры, однолетней древесины, генеративных почек и общего состояния дерева после зимовки, нами была дана оценка адаптивности изучаемых сортов в условиях Южного Предбайкалья.

4.1 Зимостойкость сортов яблонь, привитых в низкий штамб

2004-2005 г в целом был благоприятным для перезимовки большинства изученных сортов яблонь, несмотря на плохую закалку (длинная теплая осень: до середины октября наблюдалась температура до +15°C, а к концу первой

декады ноября – до -20°C). Ранетки совсем не имели повреждений или они были незначительными и не превышали одного балла. Так же перезимовали и мелкоплодные полукультурки: наблюдалось очень слабое поверхностное повреждение коры (0-1 балл) и однолетней древесины (0-1 балл). Некоторые крупноплодные полукультурки имели повреждения коры и однолетней древесины, оцениваемые в 2 балла: Алтайское Крапчатое, Алтайское Юбилейное, Неженка, Серебряное Копытце, хотя большинство изученных сортов имели повреждения не выше одного балла.

Степень повреждения генеративных почек яблонь-ранеток не превышала одного балла. У большей части мелкоплодных полукультурок картина перезимовки была такой же. Только у сортов позднего срока созревания Красноярское Зимнее, Пепинчика Красноярского, Шафрана Саянского пострадало три четверти генеративных почек (4 балла). За небольшим исключением, крупноплодные полукультурки имели степень повреждения генеративных почек 3-5 баллов. Только сорта Превосходное и Светлое имели лишь легкое побурение основания почек (1 балл).

В целом состояние наблюдаемого сада в конце вегетационного периода этого года было хорошим. Отличным можно было назвать общее состояние после перезимовки деревьев всех сортов ранеток и мелкоплодных полукультурок. Из крупноплодных полукультурок только Алтайское Крапчатое, Алтайское Юбилейное, Неженка, Серебряное Копытце и Юнга имели удовлетворительное состояние (3 балла). Деревья остальных сортов были в отличном состоянии (5 баллов).

Осень 2005-2006 года характеризовалась плавным понижением температуры, что хорошо сказалось на закалке плодовых деревьев и, не смотря на сравнительно холодную зиму (средняя минимальная температура декабря, января и февраля $-22,9^{\circ}$, $-25,4^{\circ}$ и -23°C соответственно), показатели зимостойкости изученных сортов были на уровне или немного ниже предыдущего года. С полным отсутствием или минимумом повреждений коры и древесины (0-1 балл) перенесли зиму ранетки и мелкоплодные полукультурки. У крупноплодных полукультурок максимальная степень повреждения коры и однолетней древесины не превышала 2 баллов. Генеративные почки мелкоплодных полукультурок позднего срока созревания (Живинка, Красноярское Зимнее, Пепинчик Красноярский, Шафран Саянский) были существенно повреждены морозом (3-4 балла). Сорта крупноплодных полукультурок Превосходное и Светлое имели повреждения генеративных почек на уровне 2 баллов. У остальных крупноплодных полукультурок гибель генеративных почек составила от 50 до 75 и выше процентов. Общее состояние деревьев в саду к концу вегетационного периода 2006 г. было отличным (ранетки и мелкоплодные полукультурки) и хорошим (крупноплодные полукультурки).

Длинная осень 2006-2007 г (устойчивые отрицательные температуры наблюдались только в начале ноября) с плавным понижением температуры к концу ноября (от -3° до -25°C) позволила деревьям яблонь полностью завершить процесс закаливания; сравнительно мягкая зима (средние минимальные

температуры декабря, января и февраля: $-17,4^{\circ}$, $-17,8^{\circ}$ и $-16,6^{\circ}\text{C}$) и ранняя дружная весна (уже к третьей декаде апреля температура воздуха повышалась до $26,4^{\circ}\text{C}$) способствовали хорошему прохождению периода покоя практически всех изученных сортов; повреждений коры и однолетней древесины в наблюдаемый период практически не было, а генеративные почки некоторых сортов имели незначительные повреждения. Общее состояние деревьев в саду в конце лета было хорошим и очень хорошим.

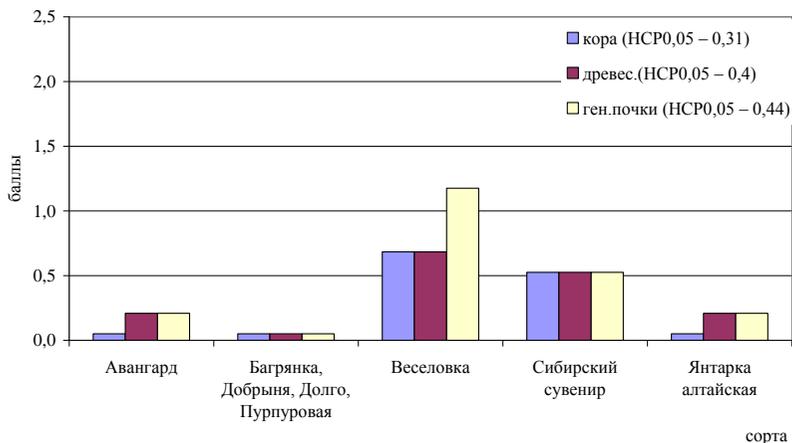


Рисунок 2 Средние показатели степени повреждения коры, однолетней древесины и генеративных почек яблонь-ранеток, привитых на низкий штамп, за годы наблюдений (2004-2010)(НСР0,05 – наименьшая существенная разница при доверительной вероятности 95%)

Длительная осенняя закалка (до середины ноября температура не опускалась ниже -15°C) положительно сказалась на результатах перезимовки деревьев яблонь в 2007-2008 году; степень повреждения коры и однолетней древесины была на уровне 1-2 баллов у крупноплодных полукультурок (кроме сортов Алтайское Юбилейное и Серебряное копытце), этот же показатель у ранеток и мелкоплодных полукультурок был близок к нулю; существенные повреждения генеративных почек были отмечены у мелкоплодных полукультурок позднего срока созревания (Красноярское Зимнее, Пепинчик Красноярский, Шафран Саянский) и у всех сортов крупноплодных полукультурок, кроме сортов Превосходное и Светлое. Общее состояние большинства деревьев было хорошим и отличным. Сорта Алтайское Юбилейное и Серебряное копытце не смогли полностью восстановиться и имели оценку общего состояния дерева 2 балла.

Неблагоприятная осень (перепады температуры в ноябре от 6° до -25°С), сравнительно холодная зима (средние минимальные температуры декабря, января и февраля были -21,7°С, -21,4°С и -24,2°С соответственно) и холодная весна (температура выше 0°С наблюдалась только к концу третьей декады марта) 2008-2009 г существенным образом скорректировали перечень зимостойких сортов нашей коллекции; появились значительные повреждения коры и однолетней древесины у сортов мелкоплодных полукультурок позднезимнего срока созревания (Красноярское Зимнее, Пепинчик Красноярский, Шафран Саянский), а также у всех сортов крупноплодных полукультурок, оценка повреждений составляла 3-4 балла; перезимовка ранеток (0-1 балл) и основной части мелкоплодных полукультурок (1-2 балла) прошла с наименьшими потерями; генеративные почки существенно повредились у сорта Живинка и практически полностью погибли у сортов Красноярское Зимнее, Пепинчик Красноярский, Шафран Саянский и у всех сортов крупноплодных полукультурок, кроме сорта Светлое, у которого морозом были повреждены около половины генеративных почек. Как слабое и ослабленное оценивалось состояние деревьев сортов Красноярское Зимнее, Пепинчик Красноярский, Шафран Саянский, Алтайское Крапчатое, Алтайское Румяное, Алые Паруса, Красная Горка, Неженка и Юнга; очень слабыми в конце вегетационного периода оказались деревья сортов Алтайское Юбилейное и Серебряное копытце.

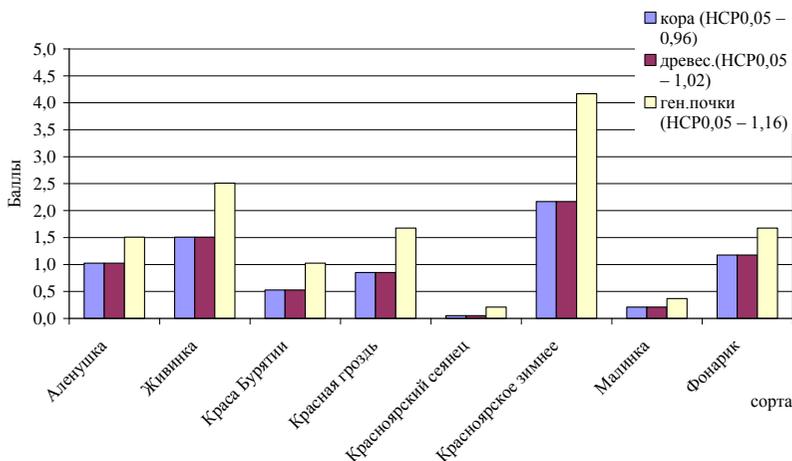


Рисунок 3 Средние показатели степени повреждения коры, однолетней древесины и генеративных почек мелкоплодных яблонь-полукультурок (выборочно), привитых на низкий штамб, за годы наблюдений (2004-2010).

2009-2010 г, последний год наблюдений оказался самым суровым за шесть лет и результаты перезимовки этого года стали лимитирующими для всех изученных сортов яблонь: практически полное отсутствие периода закалки (отрицательные температуры установились уже в конце октября, а в первой декаде ноября температура понижалась до $-25,2^{\circ}\text{C}$), аномально холодная зима (среднемесячные минимальные температуры декабря, января и февраля составляли $-24,6^{\circ}$, $-24,9^{\circ}$ и $-25,8^{\circ}\text{C}$ соответственно) с продолжительными периодами экстремально низкой температуры (ниже -30°C), поздняя весна (минимальная температура марта до третьей декады часто опускалась ниже -15°C) с большими температурными флуктуациями (в третьей декаде апреля составили от $16,6^{\circ}$ до $-6,6^{\circ}\text{C}$, а в первой и второй декадах мая от $21,4$ до $-2,6^{\circ}\text{C}$) существенно сократили количество деревьев на коллекционных участках; деревья мелкоплодных яблонь-полукультурок Аленушка, Горноалтайское и Доктор Куновский имели повреждения коры и древесины; у мелкоплодных полукультурок Живинки, Красноярского зимнего, Пепинчика красноярского и Шафрана Саянского самая суровая зима усугубила накопившиеся повреждения за предыдущие годы и это привело к потере почти 70% габитуса деревьев этих сортов.

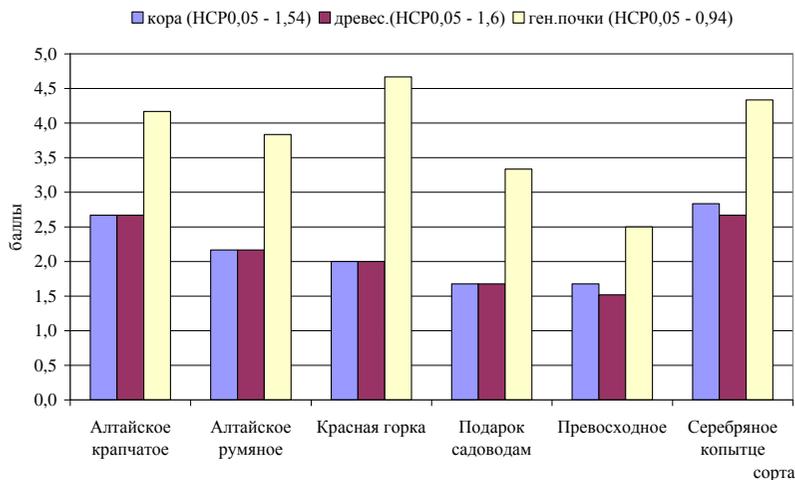


Рисунок 4 Средние показатели степени повреждения коры, однолетней древесины и генеративных почек крупноплодных яблонь-полукультурок (выборочно), привитых на низкий штамб, за годы наблюдений (2004-2010).

Все привитые в низкий штамб крупноплодные полукультурки имели сильные и очень сильные повреждения коры и древесины. Деревья сортов

Алтайское крапчатое, Алтайское юбилейное, Неженка и Серебряное копытце вымерзли полностью, остальные изученные сорта крупноплодных полукультурок имели большие по площади повреждения коры и сильное подмерзание древесины. Отличную и хорошую оценку состояния деревьев в конце лета получили лишь ранетки, часть мелкоплодных полукультурок (Краса Бурятии, Красная Гроздь, Красноярский сеянец, Красноярский Снегирек, Лада, Малинка, Подарок БАМу, Ранетка Ермолаева, Сибирское Золото, Уральское Наливное, Фонарик) (рис 2-3).

Из крупноплодных полукультурок удовлетворительное и хорошее состояние имели только деревья сортов Подарок Садоводам, Превосходное и Светлое (рис 4).

Важным компонентом зимостойкости плодового дерева считается его способность восстанавливать зимние повреждения (Создание новых сортов..., 2002). К сожалению, в наших условиях, это свойство присуще не всем сортам. После суровой зимы 2009-2010 г хорошо восстановились деревья сортов Подарок Садоводам, Превосходное, Светлое, Живинка.

Полученные данные позволяют ранжировать изученные сорта по степени зимостойкости в условиях Южного Предбайкалья. К высокозимостойким сортам можно отнести: все изученные сорта ранеток и часть сортов мелкоплодных полукультурок, таких как Ранетка Ермолаева, Сибирское золото, Красная гроздь, Краса Бурятии, Малинка, Подарок БАМу, Красноярский сеянец, Красноярский Снегирек, Лада, Уральское наливное, Фонарик. К зимостойким сортам мы отнесли сорта Аленушка, Горноалтайское, Доктор Куновский. К среднезимостойким - сорта Живинка, Подарок садоводам, Превосходное, Светлое. Понятием слабозимостойкий сорт можно охарактеризовать Шафран Саянский, Пепинчик Красноярский, Красноярское Зимнее, Алтайское крапчатое, Алтайское румяное, Алые паруса, Красная горка, Неженка, Юнга. Как незимостойкие себя зарекомендовали сорта Алтайское Юбилейное, Серебряное копытце.

Выращивание изучаемых нами сортов в других регионах показало, что, например, в условиях Красноярского края высокую зимостойкость показывают как сорта бурятской и красноярской селекции, так и алтайской – Горноалтайское, Алтайское румяное (Муравьев, 2000; Кабанова, 2003). В Забайкалье алтайские, красноярские, дальневосточные сорта яблонь зимой сильно подмерзают, малопродуктивны и недолговечны, даже мелкоплодные полукультурки бурятской и народной селекции после особо суровых зим имеют повреждения (Новоселова, 2003; Садоводство в Бурятии, 2010). В условиях Новосибирской области к зимостойким относятся сорта яблонь Ранетка Ермолаева, Веселовка, Сибирский сувенир, к среднезимостойким - Янтарка алтайская, Долго, Горноалтайское, Уральское наливное, Аленушка, а Пепинчик Красноярский – к незимостойким (Васильева, 1991).

4.2 Зимостойкость сортов яблонь, привитых в скелетообразователь

Деревья слабозимостойких и среднезимостойких сортов в суровые зимы сильно подмерзают, болеют и погибают. Осенью процесс закалки

плодовых деревьев начинается с верхних ветвей, а затем постепенно захватывает ниже расположенные части деревьев. Нередко нижние части деревьев, в первую очередь основание штамба и весь штаб, а также основание нижних скелетных сучьев, не успевают хорошо подготовиться к зиме и подмерзают.

Ранней весной в первую очередь теряет закалку штаб и основание нижних скелетных ветвей. Резкие суточные колебания температуры приводят к значительным повреждениям раззакаленных тканей коры и древесины штамба и оснований скелетных сучьев, чего не происходит с находящимися еще в покое верхними ветвями кроны (Сусов, 1993).

Кроме подмерзаний, довольно частым видом зимних повреждений бывает подопревание коры основания штамба.

В связи с вышеизложенным становится перспективным использование в качестве штамбо- и скелетообразователя зимостойкого сорта или вида (дикие виды яблони, ранетки, зимостойкие полукультурки).

В своей работе мы использовали в качестве скелетообразователя самый зимостойкий вид яблони – сибирскую ягодную яблоню (*Malus baccata* (L.) Borkh.). Прививка большинства крупноплодных полукультурок на скелетообразователе существенно повысила их зимостойкость (рис 5).

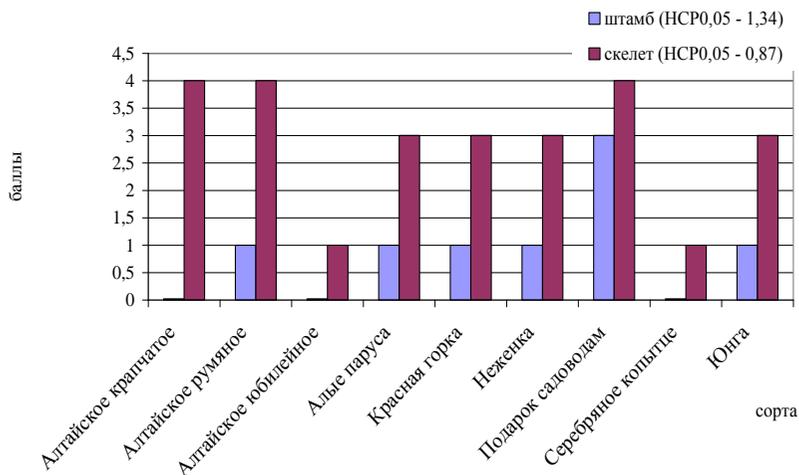


Рисунок 5 Сравнение общего состояния дерева в конце периода наблюдений крупноплодных яблонь-полукультурок при прививке в низкий штаб и на скелетообразователь

За все шесть лет наблюдений не было отмечено ни одного сколько-нибудь существенного подмерзания коры и древесины у привитых в скелетообразователь крупноплодных полукультурок. Только после зимы 2009-2010 г у сортов Алтайское юбилейное и Серебряное копытце появились значительные повреждения коры (3 балла) с ее омертвлением до древесины, что отрицательно сказалось на общем состоянии дерева (1 балл). Генеративные почки этих сортов также за время наблюдений повреждались до 4 баллов.

Прививка в скелетообразователь, помимо повышения зимостойкости, имеет ряд преимуществ. Отмечено ускоренное вступление в плодоношение яблони сорта Тубинское (на второй год) после прививки в крону взрослой сибирки (Кабанова, 2003). Обычно этот сорт плодоносить начинает на 4 год с момента посадки. Сорта Алтайское Румяное и Алые Паруса при обычной прививке плодоносить начинают на четвертый и пятый год, а при прививке в скелетообразователь – на второй и третий год соответственно. Прививка в крону скелетообразователя приводит к существенному повышению урожайности некоторых сортов. Например, сорт Красноярское зимнее при средней урожайности 10-15 кг на низком штамбе, при прививке в крону давал до 40 кг с дерева (Наш сад и огород, 1993). Повышение урожайности и ускорение сроков вступления в плодоношение при прививке в скелето- и штамбообразователь отмечено и для европейских сортов в работах Тимирязевской академии (Сусов, 1993). Там же было показано, что 6-летние скелетообразователи способствовали у 3-летних прививок значительному ускорению окончания роста побегов, значительно лучшему их вызреванию в начале и середине осени; формированию верхушечной почки; более раннему началу и окончанию листопада. Все это, в конечном итоге, способствует повышению зимостойкости привитого сорта.

4.3 Зимостойкость сортов яблонь, сформированных в стланцевой форме

Выращивание европейских сортов яблонь, привлекательных по таким признакам как крупноплодность и вкусовые качества плодов, к сожалению, сопряжено с низкой зимостойкостью этих сортов. Несмотря на то, что выбранные нами сорта европейской и североамериканской селекции на родине считаются высокозимостойкими, в наших условиях их необходимо выращивать исключительно в стланцевой культуре (Дмитриева, 1951; Матвеева, 2002; Садоводство Бурятии, 2010). В нашей работе мы формировали плодовые деревья в виде бахчевого стланца, который по нашему мнению наиболее удобен в использовании. Единственное укрытие, которое мы использовали для защиты стланцев от мороза – это снег. Поэтому формирование снежного покрова до наступления экстремальных морозов было важнейшим условием полноценной зимовки крупноплодной яблони. Использование дополнительного сухого укрытия (листовой опад, опилки, солома) возможно в районах с бесснежными зимами (Садоводство Бурятии, 2010).

Сильных повреждений за время наблюдений у сортов, растущих в стланцевой культуре, мы не наблюдали (рис 6). Даже после зимы 2009-2010 г

повреждение коры и слабое подмерзание древесины было отмечено только у трех сортов: Антоновки Обыкновенной, Осеннего Полосатого и Папировка. Также в этом году мы наблюдали у всех сортов слабое повреждение генеративных почек (два балла). Сорта яблони Алтайское Юбилейное и Серебряное копытце, плохо зимовавшие в наших условиях на скелетообразователе, в стланцевой культуре хорошо перенесли даже суровую зиму 2009-2010 г.

При выращивании в условиях Новосибирской области (ЦСБС СО РАН) сорта яблонь Папировка, Боровинка, Грушевка Московская, Мелба имели среднюю зимостойкость 1,5-1,9 балла, в особо суровые зимы подмерзали до 3-4 баллов (Васильева, 1991).

Таким образом, из всех изученных нами сортов яблонь, для выращивания в суровых условиях нашего региона оптимально подходят все сорта ранеток и большинство мелкоплодных полукультурок. Мелкоплодные полукультурки позднего срока созревания и крупноплодные среднезимостойкие и слабозимостойкие полукультурки возможно выращивать или в зонах Южного Предбайкалья с благоприятным микроклиматом, или привитыми в зимостойкий скелетообразователь.

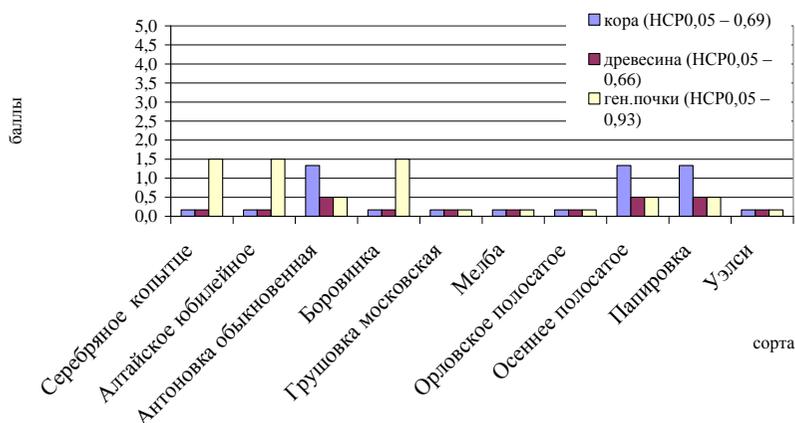


Рисунок 6 Средние показатели степени повреждения коры, однолетней древесины и генеративных почек крупноплодных яблонь разных сортов, сформированных в стланцевой форме, за годы наблюдений (2004-2010).

4.4 Коррелятивная связь зимостойкости с размером и вкусом плодов яблони

Считается, что признак зимостойкости яблоня сибирская передает своему потомству от скрещивания с культурными яблонями только вместе с мелкоплодностью и посредственным вкусом (Бурдасов, 1982; Корзинников и др., 2003; Исаева, 2005). На основании этого утверждения и проведенных нами полевых наблюдений была выдвинута гипотеза о связи признака зимостойкости с размером и вкусом плодов.

Для проверки этой гипотезы был проведен корреляционный анализ таких параметров, как максимальная степень подмерзания дерева и средний вес плода, а также максимальная степень подмерзания дерева и вкус плода в баллах (Программа..., 1999). Степень подмерзания дерева учитывалась только у деревьев, привитых в низкий штамб.

Проведенный корреляционный анализ показал (табл. 1), что связь между максимальной степенью подмерзания и весом и вкусом плода прямая и слабая у яблонь-ранеток и мелкоплодных яблонь-полукультурок. Линейный коэффициент корреляции между максимальной степенью подмерзания дерева и вкусом плода у крупноплодных яблонь-полукультурок свидетельствует об обратной связи средней силы и говорит о том, что чем лучше вкус плодов, тем ниже зимостойкость дерева.

Таблица 1.

Зависимость максимальной степени подмерзания дерева (в баллах) от среднего веса и вкуса плода по данным корреляционного анализа.

	Линейный коэффициент	
	средний вес плода, г	вкус плода, в баллах
Яблони-ранетки	0,55	0,378
Мелкоплодные яблони-полукультурки	0,3	0,684
Крупноплодные яблони-полукультурки	0,1	-0,39

4.5 Эксперименты по искусственному промораживанию

Полевой метод исследований зимостойкости плодовых растений, несмотря на все свои достоинства, имеет один, но очень существенный недостаток – длительность. Для ускорения оценки зимостойкости новых гибридов и сортов используется метод моделирования наиболее опасных природных ситуаций в контролируемых условиях. Изучение проводят по компонентам зимостойкости: 1 – устойчивость сорта к раннезимним морозам; 2 – максимальная морозоустойчивость в закаленном состоянии; 3 – способность сохранять высокую устойчивость к морозам в период оттепелей; 4 – способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалке после оттепелей.

Для каждого конкретного климатического региона условия лабораторных испытаний морозостойкости подбираются индивидуально. Если в европейской части России устойчивость к раннезимним морозам испытывается при температуре -25°C (Ожерельева, 2007), то для Южного Предбайкалья - это ночная температура конца ноября-начала декабря и экстремальной может считаться только для благоприятных зим. Поэтому для проверки первого компонента зимостойкости была выбрана температура -40°C и время промораживания 24 часа. Критические морозы в условиях средней зоны садоводства России наблюдаются примерно один раз в 25-50 лет (Туткин, 2007). В Сибири зимы с продолжительными экстремально низкими температурами (до -40°C) – явление с периодичностью один раз в 5-10 лет. Обычно абсолютный минимум температуры и продолжительные периоды с минимальной температурой наблюдаются с конца января до середины февраля. Длительность температурного воздействия может продолжаться от трех до 10 дней и более. Поэтому выбор температуры -45°C для определения максимальной морозостойкости в закаленном состоянии был оправданным. Период оттепелей в Южном Предбайкалье чаще всего наступает в марте, температура днем на солнечных участках может подниматься до $+5-7^{\circ}\text{C}$, а ночью опускаться до $-28-30^{\circ}\text{C}$. Это послужило причиной выбора температурного режима для определения третьего и четвертого компонентов зимостойкости: оттепель $+5^{\circ}\text{C}$ в течение пяти часов, затем восьмичасовое промораживание при -35°C или повторная закалка при -10°C в течение суток и промораживание при -35°C в течение восьми часов.

Используя результаты полевых наблюдений, были выбраны сорта для оценки в условиях искусственного промораживания: ранетка Пурпуровая, полукультурки Веселовка, Краса Бурятии, Алтайское румяное, культурная яблоня сорта Папировка и сибирская ягодная яблоня.

Оценка результатов (степень повреждения древесины) по 1 и 2 компонентам зимостойкости при искусственном промораживании в середине декабря при -40°C и в феврале при -45°C показала, что все изучаемые генотипы выдерживают раннезимние морозы и сохраняют высокую морозостойкость в закаленном состоянии.

Способность сохранять устойчивость к морозу в период оттепели (3 компонент) изучали, промораживая однолетние побеги при -35°C после 5-часовой искусственной оттепели при $+5^{\circ}\text{C}$ в начале марта. Незначительное побурение (2 балла) древесины наблюдалось только у Папировки.

Способность восстанавливать морозостойкость при повторной закалке после оттепели (4 компонент) показали только сибирская ягодная яблоня, ранетка Пурпуровая, полукультурки Веселовка и Краса Бурятии. Сорт Алтайское румяное имело значительные повреждения (4 балла), а у Папировки наблюдалась полная гибель (5 баллов).

Таким образом, лабораторные эксперименты позволили выявить наиболее сильный повреждающий фактор для выбранных генотипов: перепад температуры в ранневесенний период от оттепели днем до мороза ночью (от $+5^{\circ}\text{C}$ до -20°C).

4.6 Определение дегидрин-подобных белков в коре яблонь, различающихся по зимостойкости

Устойчивость к холоду и морозу является динамическим результирующим свойством многих факторов и изменяется со временем. Развитие холодоустойчивости у древесных можно разделить на пять составляющих: время индукции холодовой акклиматизации, скорость акклиматизации, степень достигаемой морозоустойчивости, сохранение морозоустойчивости во время зимних месяцев, и скорость потери морозоустойчивости при возобновлении весеннего роста (Wisniewski, 2003). Предположительно, что каждая составляющая устойчивости обусловлена своим набором биохимических факторов. Изучение этих факторов позволит дать оценку зимостойкости уже имеющихся и вновь созданных сортов на биохимическом уровне.

Имеющиеся литературные данные не позволяют создать полной картины изменений, происходящих в коре древесных растений, в том числе и плодовых, во время подготовки к зиме, действия низких отрицательных температур (до -50°C) при небольшом или полностью отсутствующем снежном покрове и при перепадах температур весной (от $+5-10^{\circ}\text{C}$ днем до -20°C ночью). Для того чтобы выявить возможные причины различий в зимостойкости *Malus baccata* (L.) Borkh. и *Malus domestica* (L.) Borkh., мы исследовали, как меняется состав дегидринов в коре вышеназванных видов яблонь и их гибридов.

Работ, связанных с изучением сезонной динамики дегидринов у древесных вообще и у плодовых в частности немного. Было показано, что во время холодовой акклиматизации в цветочных почках голубики накапливаются дегидрины с молекулярной массой 65, 60 и 14 кДа (Aroga et al., 1997). Иммунологические исследования показали, что полипептид с молекулярной массой 60 кДа, выделенный из ткани ксилемы персика является дегидрином (Aroga et al., 1996). В коре яблони *Malus domestica* был обнаружен мажорный дегидрин с молекулярной массой 47 кДа (Wisniewski et al., 1996).

Авторы рассматривают дегидрины как белки закалывания и данных о сезонных изменениях в спектре этих белков в условиях низкой отрицательной температуры очень мало. Изучение экспрессии генов в ответ на снижение температуры в почках трех разных экотипов березы, растущих в центральной части Финляндии, показало, что наибольшего уровня транскрипты одного из генов, кодирующих дегидрин *BpuDhn2*, достигают к февралю, а максимум транскриптов второго гена дегидрина *BpuDhn1* наблюдаются в октябре, а к февралю их количество значительно снижается. Была предположена различная функция продуктов этих генов на разных этапах развития устойчивости растения (Welling et al., 2004).

Наши эксперименты показали (рис. 7), что различия в накоплении дегидринов наблюдались уже в сентябре – октябре. В сентябре нами были определены дегидрины в коре яблони сибирской (60 кДа), ранетки Пурпуровой (63, 60 и 52 кДа), крупноплодной яблони-полукультурки Алтайское Румяное (60, 52, 34 кДа) и культурной яблони Папировка (63, 60, 52, 34, 32 кДа).

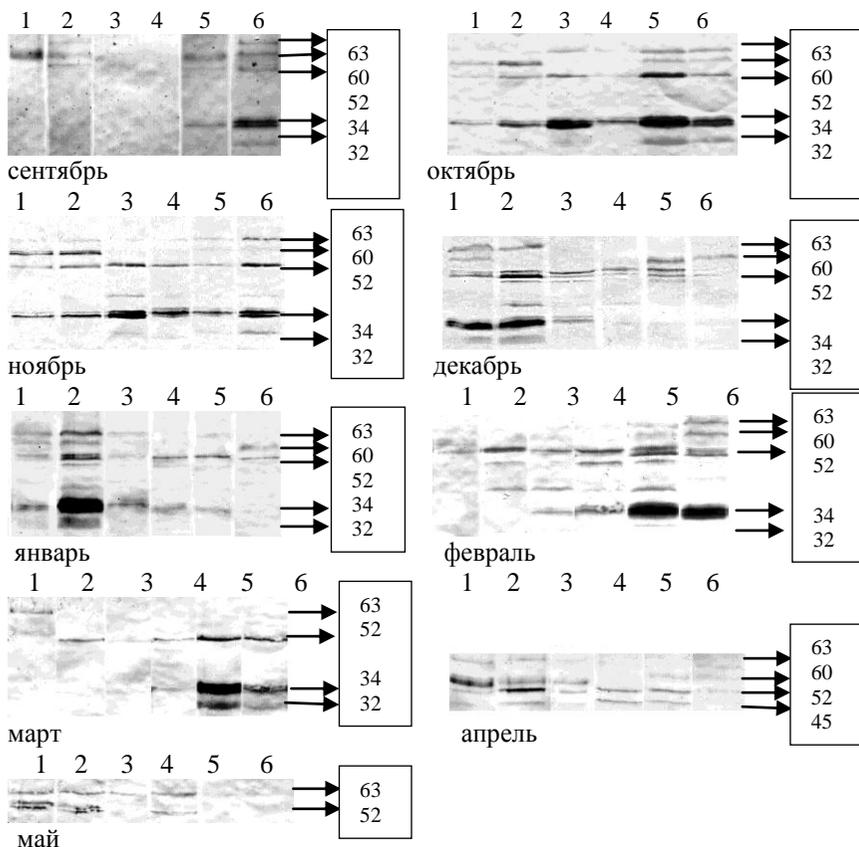


Рисунок 7. Сезонные изменения в спектре дегидринов коры яблони: 1-яблоня ягодная; 2- ранетка Пурпуровая; 3- яблоня полукультурная Веселовка; 4- яблоня полукультурная Краса Бурятии; 5 - яблоня полукультурная Алтайское румяное; 6 – яблоня культурная Папировка.

В октябре спектр определяемых белков-дегидринов расширился у яблони сибирской (появились белки с массой 52 и 34 кДа), ранетки Пурпуровой (34 кДа), мелкоплодных яблонь-полукультурок Веселовка и Краса Бурятии (63, 52, 34 кДа), крупноплодной яблони-полукультурки Алтайское Румяное (63 и 32 кДа). В декабре-январе количество дегидринов в коре яблони сибирской и ранетки Пурпуровой достигает максимума, а крупноплодной

яблони-полукультурки Алтайское Румяное и культурной яблони Папировка наоборот снижается до минимума (определяются только белки с молекулярной массой 60 и 52 кДа).

В феврале-марте наблюдается обратная картина: у яблони сибирской и ранетки Пурпуровой определяются только белки с молекулярной массой 63, 52 и 34 кДа, тогда как спектр определяемых дегидринов в коре Алтайского Румяного и Папировки значительно расширяется (63, 60, 52, 64, 32 кДа) и количество их увеличивается (особенно белки 32 кДа в феврале и 34 кДа в марте).

В апреле белки 32 и 34 кДа уже не определяются, но появляется белок с молекулярной массой 45 кДа. Но интенсивность окраски белков в треках 1 (яблоня сибирская) и 2 (ранетка Пурпуровая) выше, чем в других треках. В треке 6 (Папировка) определяются следовые количества белков. В мае детектируются дегидрины с молекулярной массой 63 и 52 кДа и только в коре яблони сибирской, ранетки Пурпуровой, мелкоплодных яблонь-полукультурок Веселовка и Краса Бурятии

Таким образом, на основании полученных результатов можно предположить, что изменение в качественном и количественном составе дегидринов в коре исследуемых генотипов яблони связано с формированием зимостойкости яблони.

Выводы

1. Из всех изученных нами сортов яблонь, для выращивания в условиях Южного Предбайкалья оптимально подходят сорта яблонь-ранеток: Авангард, Багрянка, Веселовка, Добрыня, Долго, Пурпуровая, Сибирский Сувенир, Янтарка Алтайская и мелкоплодные полукультурки: Ранетка Ермолаева, Сибирское золото, Красная гроздь, Краса Бурятии, Малинка, Подарок БАМу, Красноярский сеянец, Красноярский Снегирек, Лада, Уральское наливное, Фонарик, Аленушка, Горноалтайское, Доктор Куновский. За шесть лет наблюдений степень подмерзания коры и древесины не превышала 3 балла.

2. Мелкоплодные полукультурки позднего срока созревания Живинка, Красноярское Зимнее, Пепинчик Красноярский, Шафран Саянский и крупноплодные среднезимостойкие и слабовзимостойкие полукультурки возможно выращивать или в зонах Южного Предбайкалья с благоприятным микроклиматом, или привитыми в зимостойкий скелетообразователь. Только в этом случае степень подмерзания коры и древесины была не выше 2 баллов.

3. Высокую зимостойкость в условиях изучаемого региона незимостойкие сорта яблонь-полукультурок Алтайское Юбилейное и Серебряное Копытце и сорта крупноплодных яблонь показывают только при выращивании в сланцевой культуре. При этом способе выращивания степень подмерзания коры и древесины выше 2 баллов отмечалась в единичном случае.

4. Корреляционный анализ показал, что существует слабая связь между зимостойкостью дерева и весом и вкусом его плодов. Анализ параметров крупноплодных яблонь-полукультурок показал, что чем лучше вкус плодов, тем ниже зимостойкость дерева. Об этом свидетельствует линейный коэффициент корреляции -0,39.

5. Эксперименты по искусственному промораживанию показали, что наиболее сильным повреждающим фактором является перепад температуры в ранневесенний период от оттепели днем до мороза ночью (от +5°C до -20°C). Отсутствие оттепелей в ранневесенний период способствует лучшей перезимовке деревьев яблони.

6. Установленные различия в качественном и количественном составе дегидринов в коре яблонь свидетельствуют о том, что у яблони сибирской и ранетки Пурпуровой максимальное количество дегидринов наблюдается в декабре-январе, что способствует их зимостойкости. Более позднее накопление дегидринов (феврале-марте) у крупноплодной полукультурки Алтайское Румяное и культурной яблони Папировка не дает им перезимовать без повреждений. Это позволяет предположить существование связи между сезонным накоплением дегидринов и формированием зимостойкости яблони и является основанием для дальнейших исследований.

Практические рекомендации

1. Для любительского и фермерского садоводства для всех климатических микрозон Южного Предбайкалья можно рекомендовать следующие сорта яблонь-ранеток: Авангард, Багрянка, Веселовка, Добрыня, Долго, Пурпуровая, Сибирский Сувенир, Янтарка Алтайская и мелкоплодных полукультурок: Ранетка Ермолаева, Сибирское золото, Красная гроздь, Краса Бурятии, Малинка, Подарок БАМу, Красноярский сеянец, Красноярский Снегирек, Лада, Уральское наливное, Фонарик, Аленушка, Горноалтайское, Доктор Куновский. В качестве подвоя использовать сеянцы сибирской яблонь и высокозимостойких ранеток.

2. Мелкоплодные полукультурки позднеосеннего срока созревания Живинка, Красноярское Зимнее, Пепинчик Красноярский, Шафран Саянский и крупноплодные полукультурки: Алтайское Крапчатое, Алтайское Румяное, Алые Паруса, Красная Горка, Подарок Садоводам, Превосходное, Светлое, Юнга возможно выращивать привитыми в зимостойкий скелетообразователь. В качестве скелетообразователя использовать сибирскую яблоню.

3. Для выращивания в стланцевой форме рекомендуются сорта яблонь отечественной и зарубежной селекции: Алтайское Юбилейное, Антоновка Обыкновенная, Боровинка, Грушовка Московская, Мелба, Орловское полосатое, Осеннее полосатое, Папировка, Серебряное копытце, Уэlsi.

4. Проводить обрезку плодового дерева нужно только весной и только для удаления поврежденных и больных частей дерева, либо «жирующих» побегов (так называемых «волчков»), на которых почти не формируются плодовые образования. Хорошо перенести зиму может только здоровое дерево с полностью вызревшей древесиной, поэтому необходимо своевременно бороться с болезнями и вредителями, правильно вносить удобрения, своевременно осуществлять полив.

Список опубликованных работ по теме диссертации

Публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Раченко М.А.** Зимостойкость как критерий для выращивания яблонь в условиях Южного Прибайкалья / М.А. Раченко, Е.И. Раченко, Г.Б. Боровский // Вестник ИрГСХА, вып. 44, часть 1, 2011. – С. 117-122.
2. **Раченко М.А.** Определение дегидрин-подобных белков в коре яблонь, различающихся по зимостойкости / М.А. Раченко, Е.И. Раченко, Г.Б. Боровский // Вестник ИрГСХА, вып.45, 2011. – С.53-57.
3. **Раченко М.А.** Изменения в составе дегидринов и холодоустойчивость яблони / М.А. Раченко, Е.И. Раченко, Н.Е. Коротаева, Г.Б. Боровский, Е.Г. Худоногова // Вестник АГАУ, № 7 (81), 2011. – С. 33-35.
4. **Раченко М.А.** Оценка зимних повреждений крупноплодных яблонь- полукультурок в условиях Южного Предбайкалья / М.А. Раченко, Е.И. Раченко, Ю.В. Бабицкий. // Садоводство и виноградарство, № 4, 2011. – С. 33-36.

Публикации в других изданиях:

5. Кузнецова Е.В. Изучение полиморфизма слабосвязанной с клеточной стенкой и общей пероксидазы в различных по росту формах яблони сибирской / Е.В. Кузнецова, **М.А. Раченко**, А.В. Рудиковский, И.А. Граскова // Устойчивость растений к неблагоприятным факторам внешней среды: Материалы Всероссийской научной конференции, 16-19 сентября 2007 г. – Иркутск, Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН. – Иркутск: РИО НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2007. – С. 138-143.
6. Раченко Е.И. Динамика накопления и деградации дегидринов в коре разных по зимостойкости генотипов яблони / Е.И. Раченко, **М.А. Раченко**, Г.Б. Боровский // Совершенствование сортимента и технологий возделывания плодовых и ягодных культур: материалы междунауч. конф. – Орел: ВНИИСПК, 2010. – С. 183-186.
7. **Раченко М.А.** Сезонные изменения спектра дегидринов в коре разных по зимостойкости генотипов яблонь / М.А. Раченко, Е.И. Раченко, Г.Б. Боровский // Роль физиологии и биохимии в интродукции и селекции овощных, плодово-ягодных и лекарственных растений: материалы II-ой Междунауч. научно-методол. конф. – Москва: ВНИИССОК, 2011. – С. 293-299.
8. Бабицкий Ю.В. Основные сорта яблонь, возделываемые на территории Иркутского района, в любительских и фермерских хозяйствах / Ю.В. Бабицкий, **М.А. Раченко**, Е.И. Раченко, Е.Г. Худоногова // Научные достижения производству: материалы науч.-практ. конф. мол. уч. с междунар. участием – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2011. – С. 3-7.
9. **Раченко М.А.** Отбор, изучение и испытание перспективных сортов яблони для условий Предбайкалья / М.А. Раченко, Е.Г. Худоногова // Природа и сельскохозяйственная деятельность человека: материалы междунауч.-практ. конф. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2011. – С. 119-121.