



Т.Н. Дорошенко, Н.В. Захарчук, Л.Г. Рязанова

**АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ
ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ
ЮГА РОССИИ**

УДК 634.1: 631.529 (470.6)

ББК 42.35

Д 69

Р е ц е н з е н т ы:

А.В.Рындин - доктор сельскохозяйственных наук, директор Всероссийского научно-исследовательского института цветоводства и субтропических культур Россельхозакадемии

А.В.Проворченко - доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры плодоводства Кубанского государственного аграрного университета

Дорошенко Т.Н., Захарчук Н.В., Рязанова Л.Г.

Адаптивный потенциал плодовых растений юга России: Монография/ Т.Н.Дорошенко, Н.В.Захарчук, Л.Г.Рязанова. – Краснодар, 2010. - 131 с.

Обоснована необходимость рационального использования адаптивного потенциала плодовых растений для стабильного ведения отрасли. Описаны процессы адаптации растительного организма к меняющимся условиям внешней среды и механизмы устойчивости к повреждающим воздействиям южных территорий. Представлена система диагностики устойчивости сортов и подвоев плодовых культур к абиотическим (климатическим) стресс-факторам юга России и агроприемы ее повышения.

Монография рассчитана на широкий круг читателей: студентов ВУЗов сельскохозяйственного профиля, аспирантов, научных сотрудников, а также специалистов плодоводов.

ISBN 978-5-93491-306-0

© Т.Н.Дорошенко, Н.В.Захарчук,
Л.Г.Рязанова, 2010

**«Садовод не может изменить климат,
но может подобрать приспособленные
к нему виды и сорта плодовых деревьев»
Gautier Micycl, 1984**

ВВЕДЕНИЕ

Приоритетной проблемой современного садоводства является организация его устойчивого развития, предполагающего стабильное ведение отрасли без разрушения природной основы. Ее решение особенно актуально для южных регионов, занимающих в Российской Федерации лидирующее положение по производству плодовой продукции (Кашин и др., 1999). Отмечено (Егоров, 2006), например, что только на долю Краснодарского края приходится 39% от общероссийских объемов промышленного производства плодов. Тем не менее и в этих регионах, несмотря на уникальный природно-климатический потенциал, урожайность плодовых культур недопустимо мала (Гегечкори и др., 2005).

Очевидно, для повышения эффективности отрасли необходимо привести в соответствие оптимальным параметрам структуру насаждений, в том числе породный и сортовой состав.

К настоящему времени уже достигнуты определенные успехи в селекции новых высокопродуктивных сортов и подвоев плодовых культур. Однако не весь существующий сортимент в полной мере отвечает современным требованиям. В частности, многие сорта и подвои не

обладают необходимой морозо-, засухо-, жароустойчивостью и т.д. Между тем потери урожая от действия абиотических стрессоров слишком велики и достигают, по некоторым оценкам (Кашин, 1998), 80-100%. Именно поэтому при решении задачи получения стабильных и достаточно высоких урожаев плодов создание новых сортов и подвоев, устойчивых к неблагоприятным факторам среды, должно занимать центральное место.

Появление многочисленных сортов, подвоев и их сочетаний порождает необходимость подбора лучших из них применительно к внешним условиям конкретных территорий. Для этого следует располагать надежной системой оценки адаптивного потенциала плодовых растений и приемов его регулирования.

Решению этих вопросов и посвящена настоящая работа. В ней обобщены результаты исследований, полученные в последние 20 лет на кафедре пловодства Кубанского государственного аграрного университета, а также данные отечественной и зарубежной литературы. Авторы выражают глубокую признательность доктору сельскохозяйственных наук А.В.Рындину и доктору сельскохозяйственных наук А.В.Проворченко за ценные замечания и пожелания, которые были сделаны при чтении и рецензировании рукописи.

1. АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ В СВЯЗИ С УСТОЙЧИВЫМ РАЗВИТИЕМ ОТРАСЛИ

Садоводство – приоритетная отрасль агропромышленного комплекса Российской Федерации, главной продукцией которой являются плоды и ягоды. При их потреблении население получает необходимые витамины, минеральные вещества, незаменимые органические кислоты и т.д., обеспечивающие здоровье и долголетие человека (Савельев и др., 2004; Куликов, 2006).

Между тем рыночные реформы вызвали существенные негативные изменения в количественных и качественных параметрах, характеризующих состояние отрасли в России. Отмечено (Куликов, 2006), например, что, даже при значительном импорте фруктов, их потребление на душу населения отстает от показателей многих зарубежных стран и научно обоснованной медицинской нормы – 122 кг/год. В России эта норма удовлетворяется лишь на 38%. Причем только 23 кг фруктов мы получаем за счет собственного производства (рис.1).

Опубликованы (Савельев, 2006) также данные по урожайности плодовых культур в России, которая в 1,5-2,0 раза ниже мировых показателей.

Аналогичные тенденции наблюдаются в сфере промышленного производства плодовой продукции в большинстве субъектов Российской Федерации (Егоров, 2006). Не исключение с этой точки зрения и крупнейший производитель плодов – Краснодарский край.

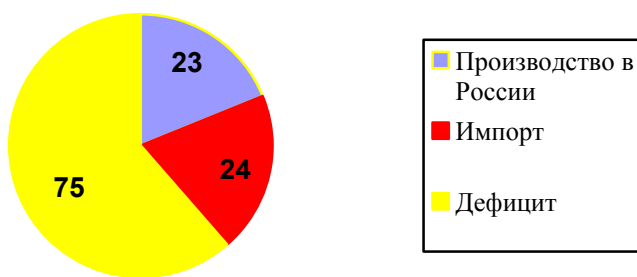


Рисунок 1 – Обеспеченность населения России фруктами, кг/чел. (Куликов, 2006)

Очевидно, весьма своевременны трансформация стратегии ведения отечественного садоводства и ее реализация.

Уже в конце прошлого века всеми государствами мира, в том числе и Россией, была провозглашена концепция устойчивого развития (англоязычный термин – «sustainable development») сельского хозяйства, предполагающая рациональное использование природно-ресурсного

потенциала аграрного производства (Черников и др., 2004). Этой концепции вполне соответствуют основные положения методологии адаптивности российского садоводства (Кашин, 1995). В данном случае садоводство рассматривается как многофакторная динамичная система отношений человека и природы, нацеленная на стабильное введение отрасли. Раскрыты (Жученко, 1994) главные причины необходимости его перехода к реализации стратегии адаптивной интенсификации. В их числе высокая зависимость величины и качества урожая от «капризов» погоды. Более того, неблагоприятные погодные условия зафиксированы на большей части сельскохозяйственных угодий Российской Федерации. Даже в Краснодарском крае с уникальными почвенно-климатическими характеристиками, свойственными южным территориям, неоднократно отмечалось негативное воздействие на плодовые растения различных климатических стресс-факторов.

Анализ чрезвычайных ситуаций, складывающихся за последние десятилетия, показывает, что наибольший ущерб отрасли на юге России нанесен такими абиотическими стрессорами, как ранние (ноябрьские) морозы (1993 г.), низкие отрицательные температуры в начале (декабрь 1997 и 2003 гг.), середине (январь 2002, 2006, 2009 и 2010 гг.) и во второй половине (февраль 1994, 2005 и 2007 гг.) зимы, весенние заморозки (1999, 2000, 2004, 2005 и 2009 гг.), засухи и повышенные температуры воздуха в летний период (1996, 1998, 1999, 2001, 2003, 2005, 2006, 2007 и 2008 гг.).

Так, в Краснодарском крае после суровой зимы 1993/94 г. (с ранними ноябрьскими морозами до -19°C ,

январскими оттепелями и повторным похолоданием в феврале до -21°C) погибло 11,6 тыс.га садов (Кехаев, 1997).

Существенный урон плодоводству нанесен и январскими морозами 2006 года. В этом месяце в большинстве регионов Российской Федерации отмечено значительное понижение температуры воздуха. Длительные, в течение 10-12 дней, морозы зафиксированы на всех территориях основного размещения плодовых культур юга России: в Краснодарском крае – до $-25\dots -37^{\circ}\text{C}$, Дагестане - $18\dots -20^{\circ}\text{C}$, Ставропольском крае – $26\dots -30^{\circ}\text{C}$, Ростовской области $-26\dots -32^{\circ}\text{C}$. Понижение температур сопровождалось сильным ветром со скоростью 15 м/с и более (Егоров, 2006; Причко, Крицкий, 2008). В субъектах Южного Федерального округа в большей степени от действия стрессора пострадали косточковые культуры (рис. 2, 3). Практически полностью был потерян урожай персика, абрикоса, черешни, алычи (Егоров, 2006; Причко, Крицкий, 2008). Последствия подмерзания садов сказывались на протяжении нескольких вегетационных сезонов.

Критически высокие ($35-40^{\circ}\text{C}$) температуры воздуха в летний период 2007 года также отрицательно сказались на формировании урожая плодов (Причко, Крицкий, 2008).

Весьма ощутимы и финансовые потери от недобора урожая, которые несут специализированные предприятия в годы с экстремальными климатическими проявлениями (Егоров, 2006). В этой связи уместно заметить, что плодовые растения выращивают на одном месте в течение длительного периода времени. Поэтому эффективность эксплуатации сада будет зависеть от того, насколько точно природные условия

территории соответствуют биологическим требованиям применяемых сортов (подвоев).



A

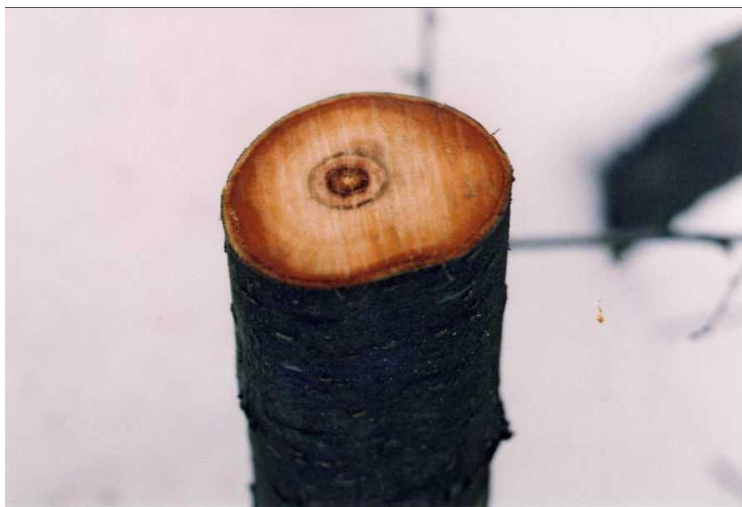


B

Рисунок 2 – Повреждение деревьев косточковых культур морозами в январе 2006 г.:
А – персик; В- черешня



А



В

Рисунок 3 – Повреждение деревьев косточковых культур морозами в январе 2006 г.:

А – слива; В - алыча

Исходя из представленных аргументов, для стабильного ведения отрасли необходимо рациональное использование адаптивного потенциала плодовых растений.

Под *адаптивным потенциалом* понимают (Жученко, 2001) способность растений приспосабливаться к условиям окружающей среды за счет модификационной (онтогенетической) и генотипической (филогенетической) изменчивости. В структуре онтогенетической адаптации различают потенциальную продуктивность (способность растений утилизировать энергетические ресурсы природной среды) и экологическую устойчивость как способность растительного организма обеспечивать нормальный ход метаболических процессов в условиях, выходящих за пределы биологического оптимума.

Между тем односторонняя селекция растений на повышение потенциальной продуктивности, как правило, приводит к снижению устойчивости культивируемых растений к абиотическим и биотическим стресс-факторам. В целом сорта с большей потенциальной продуктивностью более чувствительны к экологическим стрессорам. Им свойственна большая амплитуда вариабельности урожайности в неблагоприятных условиях среды (Жученко, Урсул, 1983).

Эта тенденция в сельском хозяйстве вполне объяснима с точки зрения физиологии растений. Отмечено (Дорошенко, 2000), что продуктивность плодового растения и его

устойчивость к неблагоприятным факторам имеют антиподный характер, поскольку к их созданию привлекаются одни и те же метаболиты, но в разных количествах. Так, продуктивность и устойчивость формируются из одних и тех же продуктов фотосинтеза, но перераспределенных по разным направлениям в соответствии с генетической регуляцией.

По-видимому, при закладке адаптивных насаждений необходимо руководствоваться известной (Черников и др., 2000) стратегией разумных соглашений (компромиссы Паретто). С учетом ее положений целесообразны создание и внедрение сортов плодовых культур, оптимально сочетающих в одном генотипе различные характеристики: достаточно высокую потенциальную продуктивность и устойчивость к основным лимитирующим величину и качество урожая факторам конкретных территорий. Заметим, что обеспечение такого сочетания является важной и наиболее трудной задачей селекции (Жученко, Урсул, 1983).

По имеющимся оценкам (Жученко 1994), вклад селекции в повышение урожайности важнейших сельскохозяйственных культур оценивается в 30-70% . Более того, имеются основания утверждать, что значение этого фактора будет постоянно возрастать.

В последнее время особое внимание уделяется выведению высокоустойчивых сортов (Якушкина, Бахтенко, 2005). При этом экологическая устойчивость сорта рассматривается в качестве средства, обеспечивающего возможность реализации потенциальной продуктивности в неблагоприятных условиях среды (Жученко, Урсул, 1983).

С учетом достижений генетики иммунитета в мире создано более 100 сортов яблони с моногенной устойчивостью к парше (Савельев, 2006). Среди них сорта для южной зоны садоводства России – *Василиса*, *Талисман*, *Фортуна*. На территории Северо-Кавказского региона выведены сорта груши *Кубанская сочная*, *Новость Кубани*, *Левен*, толерантные к парше; сорта айвы *Подарочная* и *Золото Скифов*, не поражающиеся монилиозом и подкожной пятнистостью; сорта черешни *Алая* и *Южная*, вишни *Кирина*, устойчивые к коккомикозу и монилиозу и т.д. (Еремин, Луговской, 2005). Их введение в производство решит проблему защиты растений на беспестицидной основе и, в конечном счете, позволит получить экологически безопасную продукцию, снизить загрязнение окружающей среды и повысить эффективность отрасли (Савельев, 2006).

Уже получен ряд трансгенных растений, устойчивых к вирусным инфекциям, гербицидам и насекомым (Якушкина, Бахтенко, 2005). Вместе с тем организуются работы по созданию растений с признаками, обеспечивающими устойчивость к абиотическим стрессорам.

Многообразие климатических особенностей в масштабе юга России потребовало совершенствования региональных селекционных программ (Краснодар, 2005), предполагающих создание генотипов с высоким потенциалом устойчивости к лимитирующим факторам среды: морозам на разных этапах перезимовки, засухам, повышенным температурам воздуха в летний период.

Отмечено (Еремин, Луговской, 2005), что в районах Северного Кавказа экстремальные факторы оказывают на

растения более негативное воздействие, чем в близких по климату европейских государствах и США. Таким образом, формируется отличный провокационный фон, на котором удастся отобрать среди сортов плодовых культур наиболее адаптивные генотипы.

При использовании индуцированного мутагенеза в сочетании с гибридизацией в Северо-Кавказском зональном НИИ садоводства и виноградарства (СКЗНИИСиВ) достигнуто объединение в одном геноме комплекса признаков на олигогенном и полигенном уровнях. Созданы сорта яблони (*Аленушкино*, *Луч*, *Дин Арт*, *Примадонна* и др.), обладающие адаптивностью, комплексной устойчивостью к болезням и, вместе с тем, высоким потенциалом урожайности (40-50 т/га и выше).

Способность сортов с наибольшей эффективностью использовать благоприятные факторы окружающей среды и одновременно противостоять экологическим стрессорам оказывается главным условием повышения способности агроэкосистем к саморегуляции (Жученко, 1994), а следовательно, и к стабильному функционированию.

Показана (Жученко, Урсул, 1983) также целесообразность более широкого применения экологической устойчивости диких видов для конструирования и поддержания равновесия крупномасштабных интенсивных агроценозов. В этой связи весьма перспективно создание полифункциональных лесных полос, выступающих не только в качестве почвозащитных и микроклиматообразующих факторов, но и как резервации полезной орнито- и энтомофауны.

Как отмечено в известной литературе (Жученко, 1994), каждый вид растений характеризуется определенной амплитудой возможного приспособления к условиям окружающей среды, за пределами которой его жизненные функции в лучшем случае подавлены. Поэтому распространение всякой сельскохозяйственной (в том числе плодовой) культуры соответствует специфике ее устойчивости к экологическим стрессорам. Данную закономерность необходимо принимать в расчет при обосновании рационального агроклиматического макро- и микрорайонирования культивируемых сортов. Иными словами, в производство должны внедряться сорта, хорошо «пригнанные» по своим эколого-биологическим свойствам к естественным условиям конкретной зоны. Этот вывод базируется на опубликованных ранее (Драгавцева, 1994) данных, в частности на утверждении возможности реализации потенциальной урожайности плодовых культур в зависимости от условий внешней среды в широких пределах, а именно на 0-100%. Причем для повышения продуктивности многолетних насаждений рекомендовано (Драгавцева и др. 2005) даже в ареалах определенной плодовой культуры осуществлять оптимальное размещение ее сортов по конкретным территориям.

Не менее известно и другое, уже давно ставшее аксиомой, утверждение (Сергеев, 1953; Нестеров, 1962; Куренной, Колтунов, Черепяхин, 1985) о необходимости подбора при закладке сада сортов (сорто-подвойных комбинаций), у которых ритм роста и развития соответствует ритму погодных изменений в течение года в данном районе.

Такое соответствие и определяет в значительной степени приспособленность растений к условиям произрастания и их зимостойкость. Классическим примером тому является сорт яблони Антоновка обыкновенная, деревья которого отличаются высокой зимостойкостью в средней зоне и утрачивают это свойство в южных районах страны: повреждаются низкими температурами после зимних оттепелей и весенними заморозками.

В связи с этим вполне правомерна озабоченность ряда специалистов (Шидаков, 1991; Артюх, Луговской, 1999 и др.) по поводу опасной тенденции бессистемного выбора сортимента для промышленных насаждений яблони юга России, явного доминирования в садах интродуцированных сортов, недостаточно изученных в условиях региона, и, к тому же, нерационально размещенных на его территории. Показано (Шидаков, 1991), например, что увеличение в яблоневых насаждениях южной зоны доли североамериканских сортов Ред Делишес, Джонатан, Мекинтош и их производных привело к снижению продуктивности садов. Основная причина этого недостаточная устойчивость обновленного путем интродукции сортимента к специфическим для региона неблагоприятным климатическим факторам.

Принимая во внимание важность и сложность обсуждаемой проблемы, ряд исследователей (Драгавцева и др., 2008) предприняли серьезные попытки разработать научные основы рационального размещения сортов плодовых культур. И, надо отдать должное, в решении этого вопроса уже достигнуты многообещающие результаты. Так,

например, в некоторых научных учреждениях отрасли (Кашин, 1999) осуществляется районирование промышленного садоводства, комплексная оценка территории, а также математическое моделирование ее соответствия требованиям сортов плодовых культур, что особенно перспективно для прогностических целей.

В связи с обсуждаемой проблемой по-прежнему актуальна разработка агроэкологических паспортов (Вавилов, 1940; Жученко, 1994) различных сортов, характеризующих специфику адаптивных реакций на действие нерегулируемых факторов внешней среды, возможные территории эффективного возделывания, особенности сортовой агротехники.

С учетом приведенных материалов несложно осознать насколько важно для устойчивого развития отрасли дифференцированное использование адаптивного потенциала сортов плодовых культур в соответствии с природными особенностями конкретных территорий. Такой подход, безусловно, обеспечит получение достаточно высоких (экономически оправданных) и стабильных урожаев качественных плодов даже в неблагоприятные по погодным условиям годы.

Возникает необходимость познания физиологических основ адаптации и устойчивости плодовых растений к неблагоприятным факторам среды (температурам, экстремальным условиям увлажнения) для разработки методов их диагностики и изыскания способов, оптимизирующих эти свойства.

2. АДАПТАЦИЯ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ К МЕНЯЮЩИМСЯ УСЛОВИЯМ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Как известно (Якушкина, Бахтенко, 2005), под адаптацией организма понимают процесс приспособления его строения и функций к условиям среды. При этом у растения он обеспечивается за счет физиологических механизмов, а у популяции организмов (вида) – благодаря механизмам генетической изменчивости, наследственности и отбора.

Адаптационный процесс протекает постоянно и осуществляет «настройку» организма на изменения внешней среды в пределах естественных колебаний факторов.

Факторы внешней среды могут изменяться закономерно и случайно. Закономерно изменяющиеся условия среды (смена сезонов года) вырабатывают у растений генетическую приспособленность к этим условиям (Третьяков и др., 1998).

2.1. Оценка возможности адаптации сортов плодовых культур к ритму температурных изменений на различных территориях

Многочисленные примеры из практики свидетельствуют о необходимости разработки биологических основ подбора лучших сортов плодовых культур (особенно из числа интродуцированных) для выращивания на определенных территориях. Важным этапом такого подбора должна стать оценка степени их адаптивности к ритму температурных изменений в данном ареале в течение годового цикла.

Ранее отмечено (Дорошенко, 2000), что универсальным критерием функциональной активности плодовых растений, объективно отражающим особенность их реакции на любое внешнее воздействие, является соотношение нуклеиновых кислот РНК/ДНК (косвенный показатель активности генотипа), определяемое в верхушечных меристемах побегов (годовых приростов). Этот показатель, по нашему мнению, и необходимо применять для оценки степени соответствия в системе «генотип-среда».

У «идеального» сорта, хорошо приспособленного к климатическим условиям определенного района, характер изменения отмеченного критерия в различные периоды годового цикла должен совпадать с динамикой среднемесячных температур в эти же сроки (по средним многолетним данным).

С учетом изложенного предпринята попытка оценки возможности некоторых интродуцированных сортов яблони выживать в конкретном ареале.

Исследования проводили в 1999-2002 гг. в условиях полевого опыта, заложенного в учхозе «Кубань» КубГАУ (прикубанская зона садоводства: почва – чернозем выщелоченный) в саду яблони закладки 1997 г. Схема размещения деревьев на подвое М9 - 4 x 2 м. Повторность опыта шестикратная. За однократную повторность принято «дерево-делянка».

Анализ представленных материалов позволяет утверждать, что «идеальный» для прикубанской зоны сорт яблони должен иметь следующий ход изменения метаболической активности в течение года: постепенное увеличение РНК/ДНК в период перехода растений от состояния покоя к весенней жизнедеятельности, достаточно высокое и относительно стабильное значение этого показателя в летние месяцы (при любых погодных условиях), плавное снижение его, начиная со второй половины августа и приближение к минимальным значениям во второй половине ноября – начале декабря. В этом случае ритм активности генотипа (роста и развития плодового растения) соответствует ритму температурных изменений в течение года в прикубанской зоне садоводства. Исходя из этого, в различные сроки годичного цикла мы сопоставили отношение РНК/ДНК у испытуемых сортов с такими же значениями у «идеального» сорта (рис. 4).

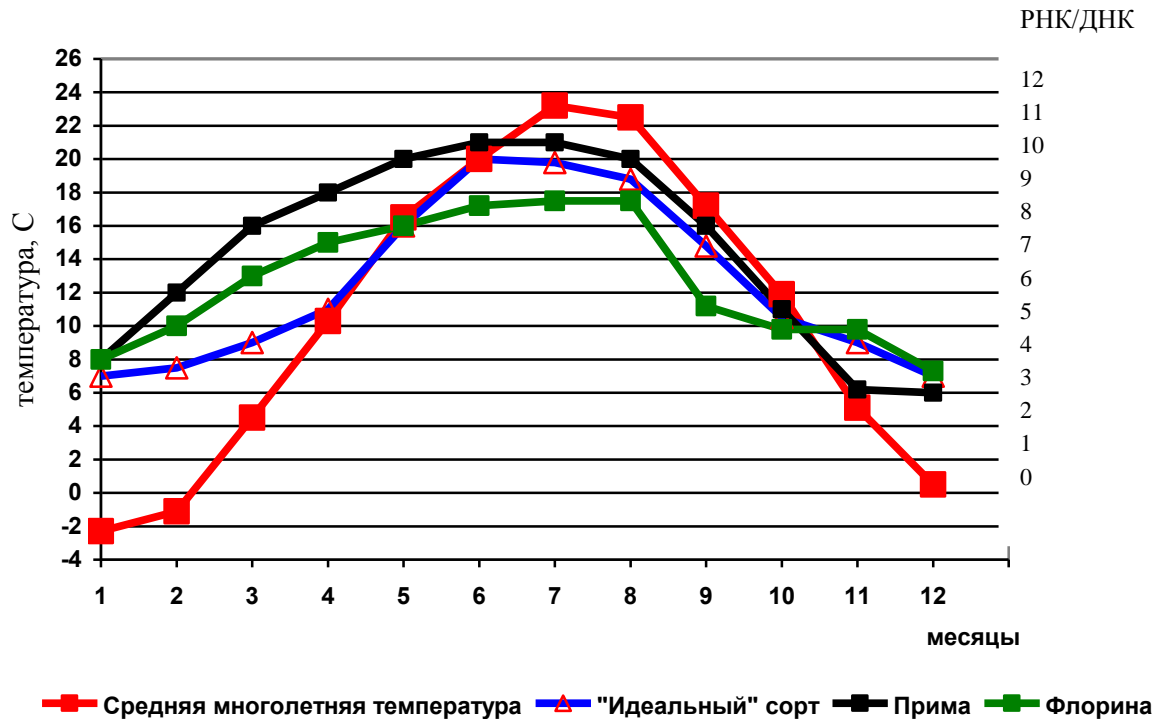


Рисунок 4 – Оценка приспособленности сортов яблони Прима и Флорина к ритму температурных изменений в прикубанской зоне садоводства (сад учхоза «Кубань» КубГАУ закладки 1997г., в среднем за 1999-2002 гг.

По результатам оценки, позднелетний, иммунный к парше сорт яблони Прима (рис. 5) достаточно хорошо «пригнан» к природным условиям прикубанской зоны садоводства. Тем не менее, обладая значительной функциональной (в том числе ростовой) активностью в фазу вынужденного покоя и при выходе из этого состояния (февраль-апрель) растения данного сорта могут повреждаться возвратными морозами во второй половине зимы или весенними заморозками. Однако, как утверждают отдельные авторы (Соловьева, 1988), повреждение 40-50 и даже 60-65% цветковых почек при хорошей их закладке не приводит к снижению продуктивности деревьев – оставшееся количество здоровых почек обеспечивает нормальный урожай плодов. Кроме того, описанное негативное явление может быть ослаблено при использовании полукарликовых или среднерослых подвоев (Дорошенко, 2000).

И еще одна особенность. Сорт Прима, характеризуясь высокой функциональной активностью, в течение лета (даже очень жаркого и засушливого) и полноценно обеспечивая, таким образом, продукционный процесс пластическими веществами, обладает вместе с тем «замечательной способностью» своевременно ослаблять ростовые процессы и гарантировать при этом высокую устойчивость к ранним морозам. Исходя из приведенных материалов, этот компонент зимостойкости важно учитывать при подборе перспективного сортимента для закладки стабильно плодоносящих яблоневых насаждений в прикубанской зоне садоводства. Следует отметить, что ритм изменения функциональной активности зимнего, иммунного к парше сорта яблони Флорина (рис.6)

практически соответствует характеру температурных изменений в



Рисунок 5 – Плодоношение яблони сорта Прима



Рисунок 6 - Плоды яблони сорта Флорина

течение года. Этот факт свидетельствует о полной приспособленности сорта к местным природным условиям. К сожалению, интродуцированный зимний сорт яблони Топаз слабо реагирует на особенности температурных изменений в южной зоне садоводства и при этом характеризуется пониженной функциональной активностью в течение годового цикла. При таких результатах сложно рассчитывать на стабильное плодоношение данного сорта в специфических природных условиях.

Аналогичные подходы применимы и при оценке адаптивных возможностей сортов сливы. Об этом свидетельствуют результаты полевого опыта, поставленного в учебном хозяйстве «Кубань» КубГАУ в насаждениях (подвой сеянцы алычи) закладки 1998 г.

Как показал эксперимент, функциональная активность у сорта сливы Кабардинская ранняя не всегда соответствует ритму температурных изменений в прикубанской зоне (рис.7). Так, деревья этого сорта в конце вегетации отличаются минимальными значениями отношения РНК/ДНК, что сопряжено со своевременным прекращением роста, развитием органического покоя, а следовательно, с хорошей подготовкой растений к воздействию ранних морозов. Однако в середине зимы (январь) отношение РНК/ДНК в верхушечных почках однолетних приростов сорта сравнительно велико, что указывает на раннее начало весенней жизнедеятельности. В эти сроки растения данного сорта в значительной степени подвержены отрицательному влиянию низких температур.

Во второй половине зимы – начале весны показатель активности гено типа у сорта Стенлей ниже, чем у сорта Кабардинская ранняя. Полученные данные могут

свидетельствовать о большей устойчивости первого сорта к возвратным морозам.

Это предположение подтвердилось зимой 2001/02 г., когда понижение температуры до -18°C после оттепели при-

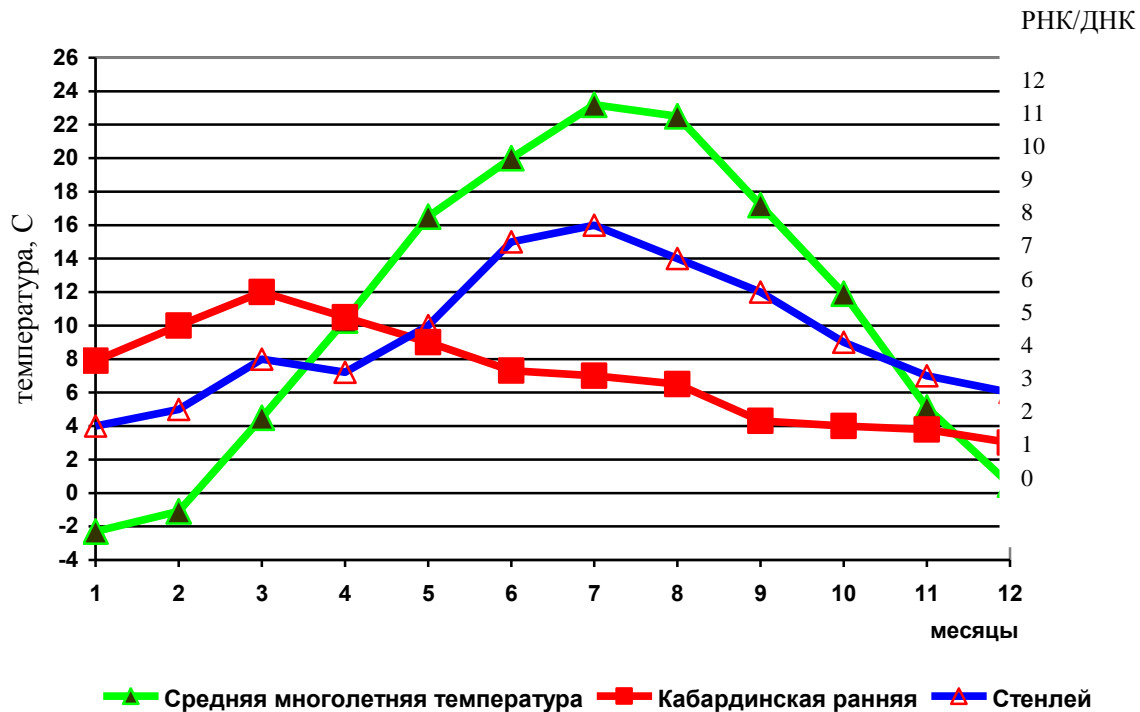


Рисунок 7 – Оценка приспособленности сортов сливы к ритму температурных изменений в прикубанской зоне садоводства (сад учхоза «Кубань» КубГАУ закладки 1998г., в среднем за 2000-2001 гг.)

вело к гибели 17% цветковых почек на деревьях сорта Кабардинская ранняя. В то же время у сорта Стенлей повреждение почек составило лишь 6%.

О справедливости нашего заключения свидетельствуют данные по динамике урожайности изучаемых сортов сливы в течение 2005-2009 гг. (рис. 8). Более высокие и стабильные значения этого показателя на протяжении рассматриваемого периода свойственны сорту Стенлей.

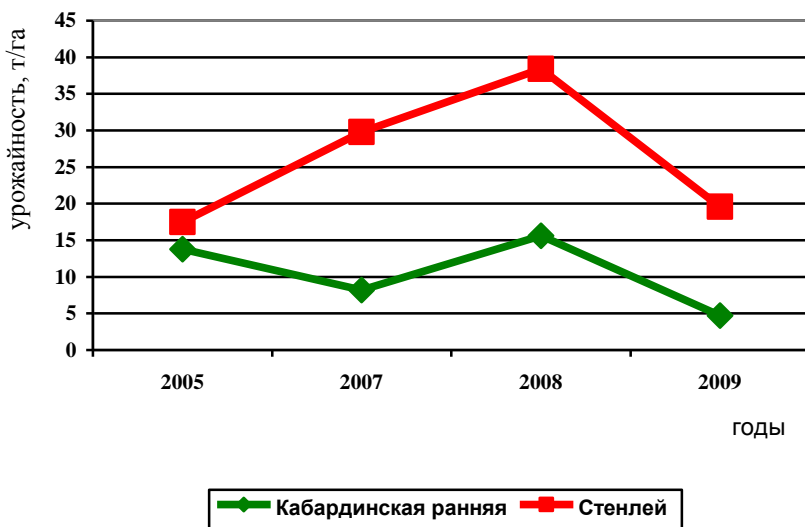


Рисунок 8 - Урожайность сортов сливы в прикубанской зоне садоводства (сад учхоза «Кубань» КубГАУ закладки 1998 г.)

Исходя из приведенных на рисунке 7 результатов, сорт сливы Стенлей лучше, чем Кабардинская ранняя, приспособлен к особенностям температурных изменений в прикубанской зоне.

Примечательно, что в потомстве ряда зарубежных сортов плодовых культур от скрещивания между ними и местными сортоформами, или от свободного опыления их между собой появляются гибриды, превосходящие родителей по приспособленности к условиям Северного Кавказа. Примером таких сортов могут быть у яблони – Аленушкино (от сорта Пармен зимний золотой), Вадимовка (Мелба х Кубань спур); у персика – Память Симиренко, Ранний Кубани, Радужный 86, являющиеся потомками американского сорта Золотой юбилей и многие другие (Еремин, Артюх, 2005).

Вместе с тем, исходя из представленных аргументов, в преддверии широкого внедрения на определенных территориях того или иного сорта (особенно интродуцированного) необходимо учитывать в течение годового цикла степень соответствия динамики изменения функциональной активности растений и среднемесячной температуры воздуха.

2.2. Сезонные адаптации к перенесению холодного периода

Филогенез основных плодовых пород, возделываемых на территории нашего государства, протекал в умеренных широтах, характеризующихся определенными закономерностями в колебаниях теплового режима погоды в годовом цикле. В этих условиях у плодовых растений наследственно закрепился соответствующий ритм роста и развития. Важным свойством этого ритма является состояние так называемого покоя, в сущности представляющего собой

приспособительную реакцию растений к неблагоприятным факторам среды и, в первую очередь, к перезимовке.

По П.А.Генкелю и Е.З.Окниной (1969), существуют три фазы покоя растений. *Органический* покой, во время которого происходят изменения нуклеинового и белкового обменов. В эту фазу покоя почки деревьев не могут прорасти. Органический покой предшествует глубокому, или они протекают одновременно. *Глубокий* покой связан с изменением направленности обмена в сторону образования липидов и жиров, а также превращения углеводов. *Вынужденный* покой характеризуется появлением отдельных плазмодесм хехтовских нитей, а также началом разблокировки плотно упакованных полимеров протоплазмы. Начинается распад липоидных слоев, возрастает набухаемость протоплазмы, и при благоприятных условиях растение выходит из покоя.

Весной деревья готовы к вегетации, так как они прошли уже период органического, или естественного покоя, но при запаздывании весны, т.е. если не установилась оптимальная температура воздуха, развитие почек и цветение могут задержаться на 1-3 недели.

Если дерево или срезанные с него ветки поместить в благоприятные условия в ноябре-декабре, когда они еще находятся в глубоком покое, почки на них не тронутся в рост.

Если то же дерево или его ветки поместить в благоприятные условия в январе-феврале, они сравнительно быстро начнут раскрываться. Иными словами, растения готовы к возобновлению развития, глубокий покой окончен. Однако начало развития в природе невозможно из-за низких зимних температур, и поэтому эту фазу называют вынужденным покоем.

Сопоставление сроков смены глубокого и вынужденного покоя с ходом природных температур показывает, что у большинства растений умеренных широт его первая фаза, по существу, заканчивается не весной, а в

самый разгар зимы, тогда, когда обычно наступают сильные холода. Вместе с тем не следует забывать об особенностях того природного режима температур, на фоне которого складывалась смена фаз покоя. Осенний период с его неустойчивым температурным режимом, частой сменой похолоданий и потеплений опасен для растений тем, что кратковременные оттепели могут вызывать возобновление роста и развития и стать толчком к началу новой вегетации. Нетрудно представить губительные последствия таких провокаций в последующие зимние месяцы. Адаптивный смысл глубокого покоя как раз и заключается в защите против возможных осенних провокаций преждевременного начала развития. Когда наступают устойчивые холода, необходимость в глубоком покое отпадает, поскольку теперь от возобновления развития растения достаточно надежно предохраняют низкие зимние температуры. Не случайно у большинства растений умеренных широт переход от глубокого покоя к вынужденному обычно совпадает с тем временем, когда устанавливаются устойчивые низкие температуры.

Подготовка растений к состоянию покоя происходит заблаговременно. Задолго до наступления холодов начинаются пожелтение и сбрасывание листвы у деревьев и кустарников, процессы «вызревания» побегов (одревеснение, лигнификация оболочек клеток древесины). Эта заблаговременность обеспечивается природным сигналом – изменением фотопериода, т.е. осенним сокращением дня.

Однако к восприятию фотопериода определенную «поправку» вносит и температурный фактор. Получены, например, данные, показывающие, что одна и та же длина дня в теплую осень воспринимается как более длинная (как продолжение лета), а при похолоданиях – как более короткая (Горышина, 1970).

Необходимость прекращения процессов роста побегов, ослабление камбиальной активности и вхождения растений в

состояние покоя для повышения их морозоустойчивости показана во многих работах (Соловьева, 1988; Тюрина, 2000 и др.).

Отмечено (Тюрина, 2000), что в состоянии роста плодовые растения повреждаются даже небольшими морозами. Об этом же свидетельствуют результаты наших наблюдений. Так, чрезмерное увеличение продолжительности периода вегетации деревьев, вызванное аномально высокими температурами воздуха в конце осени – начале зимы 2009 года, привело к повреждению почек некоторых сортов яблони декабрьскими морозами, едва достигшими – 3,8°С (рис. 9, 10).

Окончание состояния покоя и начало нового вегетационного периода у растений (распускание почек, цветение, рост побегов и т.д.) происходит под действием весеннего повышения температуры.

Установлено, что для прерывания состояния покоя и приобретения способности к нормальному росту и развитию на протяжении вегетационного периода плодовые растения умеренных широт нуждаются в осенних пониженных температурах. Например, земляника проходит период покоя при температуре ниже 5°С в течение 40-50 дней, яблоня и груша – 50-60 дней с некоторыми колебаниями в зависимости от сорта. Если растения умеренного пояса получают меньше дней с температурой ниже 5°С или температура держится выше 5°С, то распускание почек и цветение запаздывают (Колесников, 1979). Так, деревья яблони, не подвергнутые воздействию пониженной температурой, не трогаются в рост (остаются в состоянии покоя) в течение 140-200 дней. Кроме этого, у них наблюдается растянутый период цветения (от февраля до сентября) и отмечается израстание соцветий (рис. 11) (Поплавская, Голубкова, 1961).

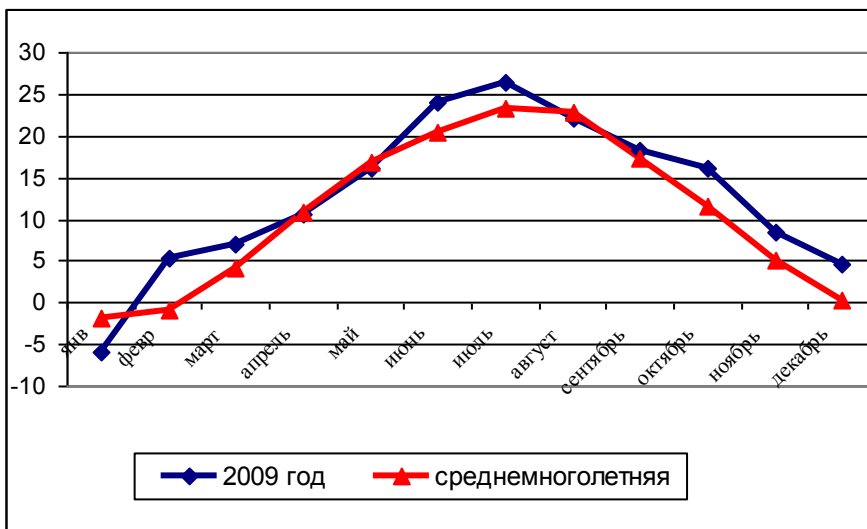


Рисунок 9 – Изменение температуры воздуха в течение 2009 г.



Рисунок 10 – Повреждение цветковых почек яблони сорта ГодРаш декабрьскими морозами 2009 г.



А



Б

Рисунок 11- Особенности развитие цветковых почек яблони сорта Флорина в 2010 г. в связи с аномально теплой погодой в конце осени – начале зимы 2009 г.
А – 1 марта 2010 г.; Б – 19 апреля 2010 г.

Недостаточное охлаждение является серьезной помехой при выращивании персика в районах с теплыми зимами (США, Австралия). Например, в годы, когда сумма часов с температурой ниже $7,2^{\circ}\text{C}$ за декабрь и январь не превышала 400, наблюдаются аномалии в развитии цветковых почек, в результате чего большая часть их опадает, и деревья остаются без урожая (Агафонов, 1979; Горышина, 1970). Такое явление было отмечено и у сортов сливы весной 2010 г. после аномально теплой погоды в конце осени – начале зимы 2009 г. (рис. 12).

В природных условиях необходимую дозу холода растение получают к началу зимы и, возможно, это является своеобразным сигналом окончания того периода, когда необходимо защитное действие глубокого покоя против преждевременных потеплений, провоцирующих развитие.



Рисунок 12 - Аномалии в развитии цветка сливы сорта Прикубанская, апрель 2010 г.

По-видимому, здесь действует механизм накопления информации из внешней среды до определенной величины, после чего эта информация (доза холода) срабатывает как сигнал для перехода из состояния глубокого покоя в состояние вынужденного (Горышина, 1979).

Продолжительность периода глубокого покоя, а, следовательно, и продолжительность воздействия пониженной температурой, неодинакова у плодовых культур. Обычно она связана с экологическими условиями, в которых прошло развитие той или другой плодовой породы или формы. Например, для пород и сортов восточных экотипов период пониженной температуры значительно короче, чем для более западных и южных экотипов. Это объясняется тем, что в восточных районах осенний период до наступления устойчивых морозов менее продолжительный. Следовательно, в таких условиях растения находятся меньший промежуток времени при пониженной температуре, чем в западных и южных районах. Эта особенность, и явилась, по-видимому, основным фактором в выработке растениями умеренных широт глубины и продолжительности покоя.

Физиологическая сущность воздействия пониженной температурой на плодовые растения, вероятно, имеет много общего с природой яровизации у зерновых культур. Очевидно, это связано, прежде всего, с активностью ферментной системы растения, направленность действия которой может изменяться под влиянием температуры окружающей среды. Под воздействием пониженной температуры в растительном организме происходит усиление гидролитических и окислительных процессов, мобилизация и преобразование запасных веществ, накопление энергии в виде АТФ. Важным моментом является смещение в балансе регуляторной системы в сторону усиления функций стимуляторов роста (гиббереллинов, ауксинов, цитокининов)

и снижения функций ингибиторов роста – абсцизовой кислоты (Агафонов, 1979).

Однако в большинстве районов промышленного возделывания плодовых культур опасность состоит не в том, что такие температуры отсутствуют, а в том, что они бывают слишком низкими и вызывают различные повреждения растений.

3. ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ АДАПТАЦИИ И УСТОЙЧИВОСТИ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ К ПОВРЕЖДАЮЩИМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ

Под действием различных неблагоприятных факторов в растениях развивается особое состояние, называемое стрессом.

Теория стресса была сформулирована Гансом Селье. Реакции на стрессорные воздействия лишь при некоторых условиях являются патологическими. Как правило, они имеют адаптивное значение, и поэтому были названы Селье (1972) «общим адаптационным синдромом».

Обычно выделяют (Якушкина, Бахтенко, 2005) три фазы реакции растений на воздействие неблагоприятных факторов: первичная стрессовая реакция (по Селье – «тревоги»); адаптации (по Селье – «резистентности») и истощения.

В первую фазу наблюдаются значительные отклонения в физиолого-биохимических процессах. При этом проявляются как симптомы повреждения, так и защитная реакция. Если воздействие слишком велико, организм погибает еще в стадии тревоги в течение первых часов. Если этого не случилось, реакция переходит во вторую фазу.

Во второй фазе организм либо адаптируется к новым условиям существования, либо повреждения усиливаются. После окончания фазы адаптации растения нормально вегетируют в неблагоприятных условиях при общем пониженном уровне процессов.

В фазу повреждения (истощения) усиливаются гидролитические процессы, подавляются энергообразующие и синтетические реакции, нарушается гомеостаз. При сильной напряженности стресса, превышающей пороговое для организма значение, растение погибнет.

Стабильное плодоношение растений может осложняться рядом природных факторов, среди которых наиболее серьезными

являются периодически повторяющиеся суровые зимы, приносящие большой вред многолетним насаждениям.

3.1. Зимостойкость и морозостойчивость плодовых растений

Отмечено (Соловьева, 1988), что катастрофические зимы, когда гибель растений достигает огромных размеров, случаются раз в десять лет. Вместе с тем повреждение плодовых насаждений морозами в той или иной степени наблюдается почти ежегодно. Поэтому проблема зимостойкости плодовых культур в нашей стране весьма актуальна.

Зимостойкость - это устойчивость растений к повреждающим факторам зимнего периода.

Работами крупных отечественных и зарубежных физиологов (Максимов, 1913; Туманов, 1935, 1979; Brierly, 1947 и др.) выделено шесть повреждающих факторов: повреждения морозом, выпревание, зимнее иссушение, вымокание, выпирание и повреждения от ледяной корки (рис.13). Все эти явления бывают каждую зиму. Однако повреждения садов от них случаются только в зимы, которые принято называть критическими. Так, в Подмосковье примерно один раз в 25 лет бывает мороз - 40°C, и эту величину здесь относят к критической (Кичина, 1999).

В обзорах литературы по зимостойкости плодовых и ягодных культур (Седов, 1973; Тюрина, 1975; Савельев, 1998 и др.) отмечено, что в европейской части России во всех зонах товарного садоводства более 98% всех зимних повреждений плодовых растений приходится на повреждения от морозов. Представленный фактический материал убедительно показывает, что *зимостойкость плодовых растений в этой части Российской Федерации почти полностью определяется их морозостойчивостью - биологическим свойством переносить низкие отрицательные температуры.* Что же касается других повреждающих факторов зимнего периода, то на указанных территориях они не достигают

опасного уровня. Поэтому растения вполне справляются с ними.



A



Б

Рисунок 13 – Ледяная корка на деревьях, март 2010 г.

А - персика, **Б** - черешни

Например, в отдельных публикациях есть упоминание о выпревании кольца коры в нижней части штамба у сливы уссурийской, некоторых диких видов миндаля, смородины черной, отдельных видов абрикоса и вишни. Происходит это в разных зонах России, но относится только к редкостным видообразцам, а не к используемым сортам любой плодовой или ягодной культуры. Выглядят эти повреждения по-разному. Много раз в Москву из Якутии и других частей Сибири привозили растения черной смородины дикуши. Практически всегда через год-два весной у растений со всей подземной части кора сползала с корней. При этом она расслизнялась (выпревала), а корни и само растение погибали. Надземные ветки оставались живыми, их окореняли заново, и они опять через год-два таким же образом выпревали. Для этого не требовалось никаких морозов. Погибали подземная часть и кора у корневой шейки. В целом же выпревание серьезной проблемы для практического плодоводства в европейской части России до сих пор не представляло.

Катастрофического зимнего иссушения в европейской части России пока не было. Правда, в некоторых публикациях отмечено иссушение при небольших морозах из-за сильных ветров и неспособности корневой системы поддерживать влажность надземных органов.

Точно так же при неправильном местоположении плодового питомника могут быть выпирание и повреждения

от ледяной корки в школке сеянцев и в первом поле питомника. Но садоводы знают об этом и в таких местах питомник не закладывают (Кичина, 1999).

Устойчивость плодовых растений к отрицательной температуре в значительной мере зависит от температурного и светового режимов, от количества осадков и их распределения в течение вегетационного периода. Этими факторами определяется не только общее развитие плодовых растений, но и своевременное прекращение их роста, что необходимо для «вызревания» древесины и прохождения процесса закаливания, обуславливающих их подготовку к перезимовке.

Процесс закаливания состоит из двух фаз (Туманов, 1940; 1960). Первая фаза закаливания в средней полосе протекает в первой половине осени. Решающее влияние на ее прохождение оказывают постепенное понижение температуры до низкой положительной и хорошее освещение, благоприятствующее фотосинтезу.

При снижении температуры у плодовых деревьев происходит интенсивный гидролиз крахмала, в результате чего последний превращается в жиры и осмотически активные соединения, прежде всего в различные сахара, являющиеся защитными веществами (они ослабляют процессы денатурации белковых веществ при замораживании и стабилизируют структуру протоплазмы). При закаливании происходят сложные изменения физиологического состояния растений: увеличивается водоудерживающая способность коллоидов, уменьшается содержание наиболее легкообмениваемой и подвижной, свободной формы воды.

При закаливании происходит также упорядочение мембранной системы клетки, осуществляется структурная перестройка протопласта, способствующая повышению устойчивости к низким температурам. Согласно данным О.А. Красавцева (1972), у плодовых растений интенсивно происходит эта перестройка, характеризующая вторую фазу закаливания, при температуре минус 10-20°C.

Медленное охлаждение (закаливание) повышает морозоустойчивость растений, способствует образованию внеклеточного льда, увеличивает проницаемость протоплазмы.

Оттепели уменьшают положительное влияние закаливания. При благоприятном сочетании метеорологических факторов и постепенном снижении температуры осенью и зимой растения могут вновь закалиться, а при резком снижении температуры, как правило, погибают. Способность плодовых растений приобретать высокую устойчивость к низким температурам зависит от их физиологического состояния и их генетической специфичности.

По данным М.А. Соловьевой (1976), наиболее устойчивые *сорта яблони* в фазе глубокого покоя повреждаются при температуре -42°C; районированные на Украине *сорта груши, сливы и вишни* - при температуре минус 30-32°C, *абрикоса* - минус 26-28°C, *персика* - минус 24-26°C. Эти данные позволяют определить границы культуры при сопоставлении абсолютных и критических температур гибели соответствующих деревьев.

Наиболее полно потенциальная морозоустойчивость и в целом зимостойкость проявляются в конкретных условиях среды, в которых протекало формирование породы или сорта.

В течение зимы отмечают (Brierli, 1947; Тюрина, Гоголева, 1978 и др.) четыре разных воздействия на плодовые растения низкими отрицательными температурами. В любом регионе каждое из таких воздействий имеет свои конкретные параметры, которые с некоторыми отклонениями повторяются в одной и той же местности столетиями.

Первое воздействие критическим морозом растения получают в конце осени - начале зимы. Это ранние морозы (в отдельные годы в Подмоскowie до -25°C , а в Краснодаре до -23°C).

Второе воздействие низкими отрицательными температурами - это самые суровые для данного региона морозы в середине зимы (в Подмоскowie - 40°C , в Краснодарском крае -37°C). К этому виду воздействия относят только те морозы, которые бывают до длинных оттепелей. Они могут быть в декабре, январе или феврале. В эти сроки плодовые растения находятся в покое (глубоком или вынужденном) и до оттепелей имеют максимальную закалку.

Третье воздействие - это кратковременный ночной мороз в период оттепели (под Москвой до -25°C , а под Краснодаром до -15°C). И хотя этот мороз сам по себе не очень сильный, но действует он на фоне суточного перепада температур очень жестко (дневная оттепель в Москве до 2°C , а под Краснодаром - от 5°C до 10°C и выше).

Четвертый тип воздействия - возвратные морозы, которые приходят через некоторое время после оттепелей и постепенного понижения температур. Бывают они в январе, и в феврале и даже в марте. Морозы такого типа могут быть довольно сильными (в Подмосковье до -35°C , а в Краснодарском крае - до -25°C).

Четвертый тип морозов обычно проявляется в завершении зимы. Однако в отдельные годы это воздействие может быть календарно и до наступления морозов по третьему типу или даже при отсутствии морозов во время оттепели (Еремин, 1993; Кичина, 1999).

Учитывая совокупность сложных процессов, происходящих в растении в период зимовки, а также результаты экспериментов, ученые (Тюрина, 1981; Кичина, 1993) сформулировали представление о зимостойкости, как о многокомпонентном свойстве.

По их мнению, существует четыре основных компонента зимостойкости. Каждый из них - ответная реакция растения, устойчивость к определенному типу воздействия морозом. Как доказано, первый компонент зимостойкости - устойчивость сорта (сорто-подвойной комбинации) к ранним морозам в конце осени - начале зимы. Второй же компонент - величина максимальной его морозоустойчивости, развиваемой в закаленном состоянии к середине зимы.

Третий компонент зимостойкости свидетельствует о способности сорта сохранять устойчивость к морозам во время оттепелей, а четвертый - о его высокой устойчивости к

возвратным морозам, наступающим через несколько дней после оттепелей.

Устойчивость сорта (сорто-подвойной комбинации) по первому и второму компонентам зимостойкости традиционно определяют в первую очередь по подмерзанию древесины (рис.14), а об устойчивости его по третьему компоненту судят по повреждениям коры и почек. Показано также (Кичина, 1993), что при действии возвратных морозов после оттепелей (четвертый компонент зимостойкости) подмерзают древесина, кора и почки (рис. 15).



Рисунок 14 - Подмерзание древесины груши при действии морозов второго типа, январь 2006 г.



Рисунок 15 - Подмерзание почек сливы при действии морозов четвертого типа, февраль 2007 г.

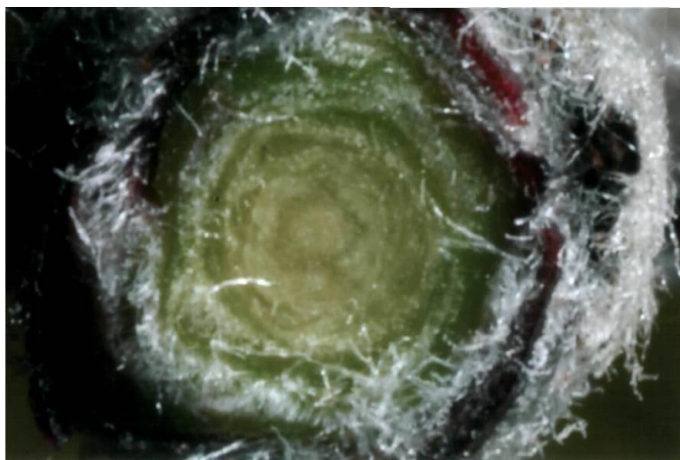
Уместно отметить, что у плодовых растений, переносящих холодные зимы, встречается такая защитная морфологическая особенность, как опушение почечных чешуй (рис.16), обеспечивающее терморегуляцию (уменьшение лучеиспускания) и препятствующее иссушению генеративных органов (Горышина, 1979).

Основные компоненты зимостойкости сорта определяются погодными и климатическими условиями ареала. Причем в районах с устойчиво-морозной зимой (Нечерноземье, Центрально-Черноземные зоны и т.д.) на первое место выходит фактор развития высокой максимальной морозоустойчивости (второй компонент зимостойкости). Не менее важна здесь и устойчивость сорта к

возвратным морозам после оттепелей - четвертый компонент (Кичина, 1993).

В южных же регионах России с более мягкими зимами главенствующими являются первый, третий и четвертый компоненты зимостойкости плодовых растений.

Заметим, что наиболее чувствительны к действию возвратных морозов косточковые культуры, характеризующиеся коротким периодом покоя. Однако в южной зоне плодоводства повреждается низкими отрицательными температурами и такая зимостойкая порода, как яблоня. Повреждения могут быть ранними морозами. Вместе с тем отмечается некоторое негативное влияние на растения в фазе вынужденного покоя и возвратных морозов. Так, в Краснодарском крае после суровой зимы 1993/94 г. сильно подмерзла надземная часть деревьев яблони, что привело к их гибели на больших площадях.



A



Б

Рисунок 16 – Опушение почечных чешуй у яблони
(январь 2007 г.)

Сорта: А – Либерти; Б - Флорина

Н.А. Максимов (1913) экспериментально показал, что при воздействии мороза в начале начинает замерзать вода, пропитывающая клеточные стенки, затем лед образуется в межклеточниках. Причинами же гибели растений является нарушение структуры протоплазмы, обусловленное совместным действием обезвоживания и механического давления льда, которое приводит к необратимому свертыванию коллоидных веществ протоплазмы и потере ею проницаемости.

У слабоморозоустойчивых растений лед образуется обычно внутри клеток, что приводит к их гибели (Самыгин, 1974; Красавцев, 1972).

Результаты обследований со всей очевидностью показали, что наименее устойчивы к ранним морозам затягивающие рост сорта яблони Ренет Симиренко и Ренет шампанский. В группу морозоустойчивых (по первому компоненту зимостойкости) можно отнести сорта Кальвиль снежный и Джонатан. Сорт Голден Делишес, по нашим данным, является относительно устойчивым к действию неблагоприятного фактора в конце осени.

Вместе с тем сорт яблони Ренет Симиренко превосходит Кальвиль снежный по устойчивости к возвратным морозам (по четвертому компоненту зимостойкости).

Как показывает практика в основном наблюдаются два вида повреждений плодовых деревьев низкой отрицательной температурой: подмерзание обрастающих ветвей (периферии кроны), а также штамба и основания скелетных ветвей. Наиболее губительное из них - подмерзание штамба и скелетных ветвей.

Подмерзание обрастающих ветвей встречается наиболее часто. Можно считать, что в той или иной мере они повреждаются морозами практически ежегодно. Чаще всего эти повреждения затрагивают ткани древесины, реже ткани коры и гораздо реже клетки камбия. Подмерзшие клетки и ткани обычно приобретают бурую или коричневую окраску и хорошо заметны на поперечных и продольных срезах.

При слабом подмерзании обрастающих ветвей, когда остаются живые клетки коры, камбия и почти не нарушается проводящая система, плодовые деревья быстро восстанавливают поврежденные ткани и практически не страдают после перезимовки. Однако в суровые зимы повреждения бывают значительными, что приводит к усыханию, прежде всего, старых плодоносных ветвей (плодух) и других обрастающих веток. Нередко после сильного подмерзания ветви остаются живыми, но рост и развитие их в последующие годы бывают значительно ослабленными. Часто такие ветви отмирают на 2-3-й год после подмерзания. Обычно это связано с повреждением (закупоркой) проводящей системы камедообразными веществами.

Морозы вызывают повреждения и гибель почек. Основными причинами их повреждения являются:

- 1) вступление в зиму в «невызревшем» состоянии;
 - 2) почки «вызревают», но зимние температуры снижаются до более низкого уровня, чем способны перенести ткани;
 - 3) температура начала зимы и весны неустойчива и отличается чередованием тепла и холода
- (Кушниренко, 1984).

У косточковых чаще на обрастающих ветвях кроны подмерзают цветковые почки.

Для определения состояния цветковых почек зимой на 3 - 5 деревьях каждого сорта косточковых пород отбирают по 3 - 5 штук 3 - 4-летних ветвей, примерно по 100 почек с разных частей дерева (верхней, средней и нижней) и по 20 - 30 почек у семечковых. У яблони и груши почки анализируют

на кольчатках, а у косточковых -на букетных веточках и приростах прошлого года.

Учет проводят на поперечных срезах почек (срезы делают острым садовым ножом или лезвием бритвы). У поврежденных почек косточковых пород центральная часть (зачатки цветков) темно-коричневая, почти черная, у здоровых - светло-зеленая. У груши здоровые почки белые, покрытые светло-желтыми волосками, погибшие - черные, у яблони - соответственно светло-зеленые и коричневые (Соловьева, 1988).

Повреждения штамба и основания скелетных ветвей бывают в основном двух видов. В одном случае эти части дерева подмерзают в начале и середине зимы, а в другом повреждения отмечаются ранней весной и в плодородстве называются солнечными ожогами. При этом повреждения затрагивают ткани коры и камбия и приводят к омертвлению значительных участков штамба, скелетных ветвей или же к усыханию всего дерева по уровень снегового покрова. Нередко после таких повреждений у плодовых деревьев отмирают отдельные скелетные ветви.

Подмерзание в начале и середине зимы связано, главным образом, с плохим вызреванием тканей. Исследования М.А. Соловьевой (1967) показывают, что активная деятельность клеток камбия у основания скелетных ветвей, особенно в развилках, заканчивается позже по сравнению с другими частями дерева. В результате эти части дерева не успевают в полной мере пройти процесс закаливания и не приобретают высокой морозоустойчивости. То же самое можно отнести и к тканям нижней части штамба

и зоны корневой шейки. Отмеченные повреждения чаще всего затрагивают молодые плодовые деревья. Нередко повреждения оснований скелетных ветвей и штамба проявляются в виде морозобоин, представляющих собой глубокие трещины (разрывы коры и древесины), доходящие иногда до центра дерева (рис. 17). Такие повреждения чаще всего бывают при сильных морозах, особенно при резких колебаниях температуры днем и ночью.

Очевидно, растрескивание древесины и коры является следствием интенсивного образования большого количества кристаллического льда в тканях дерева. Причина этих повреждений, по-видимому, также кроется в факторах, препятствующих прохождению плодовыми деревьями процесса закаливания. Чаще всего их связывают с затяжным характером ростовых процессов.

Солнечные ожоги штамба и основания скелетных ветвей наиболее часто встречаются в континентальных районах. При легких повреждениях погибают только наружные ткани коры, при более тяжелых отмирают целиком вся кора, камбий и внешние слои древесины.



Рисунок 17 – Морозобоины на стволе яблони (2006 г.)

Ожоги проявляются в виде омертвевших участков с южной и юго-западной сторон дерева, иногда захватывающих более половины ствола по окружности (рис. 18). Ожоги вызываются резкими колебаниями температуры днем и ночью, часто наблюдаемыми в конце зимы и начале весны. В ясную солнечную погоду температура коры крупных ветвей и штамба с южной стороны может подниматься до 15-20°C.

После захода солнца температура резко падает и может понижаться ночью до -20°C . В результате перепад температуры в течение суток достигает 40°C и более (Агафонов, 1979).



Рисунок 18 – Солнечный ожог дерева яблони
(Соловьева, 1988)

Причину солнечных ожогов чаще всего видят в том, что под влиянием нагрева происходит локализованный выход тканей коры и камбия из состояния покоя. В результате этого они утрачивают морозостойкое состояние и повреждаются при значительном понижении температуры ночью (Соловьева, 1967). Проведенные исследования дают

основание полагать, что эти повреждения могут вызываться и иссушением тканей, происходящим в результате испарения и перераспределения воды из-за градиента температуры на разных участках крупных ветвей (Константинов, Шкреба, 1971).

Для установления степени и характера повреждения надземной части отбирают по 20 - 25 деревьев каждого из основных районированных сортов, имеющих в насаждении пород.

В зависимости от породы интенсивность окраски поврежденных тканей бывает разной: от светло - до темно-коричневой; у косточковых и груши она более темная, у яблони - более светлая.

Степень повреждения определяется интенсивностью побурения и размером поврежденной ткани по шести - балльной шкале со следующими значениями баллов, % от общей площади анализируемой ткани: 0 - нет повреждений; 1 - 5 - 10; 2 - 25; 3 - 40 - 50; 4 - до 75; 5 баллов - полное повреждение ткани (Соловьева, 1988).

По сравнению с надземной частью корни дерева обладают значительно меньшей морозоустойчивостью. Так, при благоприятных условиях закаливания ветви плодовых пород, произрастающих в средней полосе, могут переносить морозы до минус 35-40 °С, а корни, как правило, выдерживают не более минус 15-16 °С. Однако при соответствующих условиях закаливания корни приобретают такую же устойчивость к отрицательной температуре, как и надземная система дерева (Туманов, Хвалин, 1967).

Корневая система повреждается морозами значительно реже, чем надземная часть дерева. Наиболее существенные подмерзания наблюдаются в суровые и малоснежные зимы, особенно в первую половину зимы, когда корни еще не прошли в полной мере вторую фазу закаливания. При этом более заметные повреждения

отмечаются после сухой второй половины лета и осени. Однако причины этого еще не установлены. Повреждения корней морозами бывают разные. В одних случаях подмерзают ткани древесины, а клетки коры и камбия остаются живыми. Как правило, после таких повреждений корни восстанавливаются. Однако в зависимости от степени подмерзания дерево может в той или иной мере страдать. Проявляется это в более позднем распускании почек, ослаблении ростовых процессов, осыпании цветков и завязей.

Наиболее опасны повреждения, затрагивающие клетки коры и камбия. В этом случае омертвевшие участки коры отстают от древесины, корни оголяются и отмирают. После значительного подмерзания корневая система, как правило, не восстанавливается, и дерево в первый же год после суровой зимы погибает (Агафонов, 1979).

Для установления степени и характера подмерзания деревьев (надземной части и корневой системы) необходимо проводить учет их повреждения после морозов с критическими значениями температур для каждой плодовой культуры, затем после распускания почек и в конце первой половины вегетационного периода (Соловьева, 1988).

Очевидно, даже в южных регионах перед закладкой садов целесообразно подбирать лучшие для любой породы привойно-подвойные комбинации, устойчивые к неблагоприятным условиям перезимовки.

3.2.Заморозки и плодовые растения

Одной из причин, нарушающих стабильность плодоношения растений, является повреждение их заморозками*. При этом уровень потерь урожая у яблони и косточковых пород может достигать 100%. У смородины потери урожая от заморозков колеблются от 15 до 85% с вероятностью в 40-50%

* Заморозки принято называть понижением температуры воздуха ниже 0°C, когда среднесуточная находится выше 0°C

лет. У земляники же они минимальные и в среднем составляют 8% (Кашин, 1998).

Уместно отметить, что заморозки бывают радиационные, адвективные и смешанные. *Радиационные* - возникают в результате местного ночного выхолаживания, обусловленного излучением тепла, накопленного почвой и растениями, в пространство. Они наблюдаются в безветренные ночи при отсутствии облачности, часто повторяются, хотя и бывают кратковременны.

Адвективные заморозки возникают в результате вторжения холодных масс воздуха из северных областей. Захватывают обширные территории и держатся сравнительно долго. Они более вредоносны, чем радиационные. Наиболее опасными для плодовых растений являются *смешанные* адвективно-радиационные заморозки (Куренной, Колтунов, Черепахин, 1985).

В различных районах промышленного садоводства заморозки обычно отмечаются в апреле-мае, иногда в начале июня, а также в сентябре и октябре. Особенно опасными являются поздневесенние заморозки, при которых повреждаются цветки и завязи плодовых и ягодных культур. Причем на степень их повреждения оказывают влияние и температуры и продолжительность заморозка.

Критические температуры для плодовых пород при весенних заморозках колеблются в значительных пределах и зависят в основном от фазы развития растений и генотипической специфичности сорта, породы.

По наблюдениям Д.Ф.Проценко (1958), распускающиеся цветковые почки яблони гибнут при четырехчасовом воздействии температуры минус 8° С, бутоны – при минус 4-6, цветки – при минус 3-4° С. Раскрывающиеся цветки персика и абрикоса переносят более низкие температуры, чем цветки яблони.

По данным У.Х.Чендлера (1960), степень устойчивости цветков зависит от погодных условий во время их распускания. Если цветки плодовых растений раскрываются в холодную погоду, то для них критическая температура обычно ниже, чем для распустившихся при высокой температуре. Так, при медленном раскрытии в холодную погоду цветки яблони гибнут при температуре минус 3,9° С, а цветки персика и некоторых сортов сливы – при температуре минус 5-6° С. Однако цветки персика и абрикоса чаще подвержены опасности повреждения во время весенних заморозков в связи с более ранним цветением. Уэст и Эдлефстон обобщили данные некоторых американских исследователей о критических температурах гибели распускающихся почек (Метлицкий З.А., 1956), цветков и завязавшихся плодов у различных плодовых пород (табл. 1).

Таблица 1 – Критические температуры гибели бутонов, цветков и завязавшихся плодов, ° С
(по З.А.Метлицкому)

Порода	Бутоны	Цветки	Завязавшиеся плоды
Яблоня	-2,75 - 3,85	-1,65 – 2,20	-1,10 – 2,20
Груша	-1,65 – 3,85	-1,65 – 2,20	-1,10 – 2,20
Слива	-1,10 – 5,50	-0,50 – 2,20	-0,50 – 2,20

Черешня	-1,65 – 5,50	-1,10 – 2,20	-1,10 – 2,20
Абрикос	- 1,10 – 5,50	-0,50 – 2,75	-0,0 – 2,20
Персик	-1,65 – 6,60	-1,10 – 3,85	-1,10 – 2,75

Наиболее чувствительны к заморозкам завязи в начале своего развития. Практически цветки большинства плодовых пород повреждаются во время заморозка при температуре - 2,2 ° С, а завязавшиеся плоды – при температуре -1,1 ° С (Соловьева, 1988).

Наиболее чувствительны к заморозку пестики и семяпочки. В связи с этим по внешнему виду иногда бывает трудно определить поврежденные цветки, поскольку лепестки и тычинки не подмерзают и сохраняют нормальный вид даже после значительных заморозков. Однако при внимательном наблюдении можно заметить поврежденные органы: пестик имеет побуревший вид, а на разрезе завязи видны потемневшие семяпочки, в результате чего в таких цветках не происходит оплодотворение, и они отмирают. У пород и сортов плодовых культур, склонных к партенокарпии, после заморозков возможно развитие бессемянных плодов (Агафонов, 1979).

При сильном повреждении молодых завязей плоды яблони бывают мелкие и имеют не свойственную данному сорту форму. Наружные ткани плода повреждаются. Повреждение имеет вид отдельных локализованных пятен или широкой полосы, опоясывающей весь плод. По мере дальнейшего развития плода происходит опробковение поврежденных морозами клеток эпидермиса и паренхимных клеток мякоти. Плод увеличивается выше и ниже кольцевой

полоски опробковевшей ткани, как бы вдавленной внутрь плода.

У сильно поврежденных плодов поверхностные клетки покрываются пробковой тканью с продольными трещинами, плоды становятся совершенно непригодными для употребления.

Степень повреждения молодых плодов во время весенних заморозков у различных сортов яблони и груши неодинаковы. Такую разницу можно объяснить различной степенью развития завязей ко времени наступления заморозков.

У косточковых пород завязавшиеся плоды отличаются слабой устойчивостью к низким температурам: они начинают повреждаться при температуре около $-1,1^{\circ}\text{C}$. Во время заморозка у них прежде всего погибают семена. Плоды с погибшими семенами вскоре после заморозка опадают.

Спелые плоды осенне-зимних сортов яблони, груши и поздних сортов сливы, кроме весенних, повреждаются раннеосенними октябрьскими заморозками. Однако степень повреждения спелых плодов разных пород осенью неодинакова.

У поврежденных плодов в результате нарушений структуры и функции клеток изменяется водоудерживающая способность, усиливаются окислительные процессы. Изменяется окраска плода: вначале буреют отдельные участки поверхностных тканей, а затем внутренние ткани. При слабом повреждении появляются коричневые пятна или отдельные буроватые жилки вдоль кожицы и у семенных камер; при сильном – мякоть становится мягкой, водянистой,

коричнево-бурой, на поверхности плодов интенсивно развиваются плесневые грибы, в результате они становятся непригодными к употреблению (Соловьева, 1988).

Большие убытки, причиняемые заморозками, делают очень важным и необходимым правильное и своевременное прогнозирование их наступления. После получения прогноза специалисты организуют наблюдения в соответствующих частях насаждений за ходом температуры, чтобы своевременно начать борьбу с заморозками.

3.3. Плодовые растения и высокая температура

Избыток тепла оказывает отрицательное влияние на рост, развитие плодовых растений и их продуктивность. Температура выше 30-35°C угнетающе действует на процессы жизнедеятельности многих плодовых культур, сложившихся в условиях умеренно теплого климата. Более высокая температура (выше 50°C) приводит к повреждению коры дерева и ожогу плодов, особенно у крупноплодных сортов яблони.

Реакция плодовых культур на высокую температуру определяется их жароустойчивостью. Обычно растения снижают температуру с помощью транспирации и таким образом избегают перегрева.

Жароустойчивость достигается рядом приспособительных изменений метаболизма, в том числе возрастанием вязкости цитоплазмы, увеличением содержания осмотически активных веществ, органических кислот, связывающих аммиак. Устойчивые к высокой температуре

растения способны к синтезу более жароустойчивых белков-ферментов (Якушкина, Бахтенко, 2005).

На организменном уровне жароустойчивость связана с приспособлениями, направленными на уменьшение освещенности путем свертывания листьев, как, например, у яблони сорта Ренет Симиренко (рис. 19).

В результате специальных экспериментов нами установлено, что интродуцированный сорт яблони Прима характеризуется большой физиологической стойкостью к перегреву по сравнению с сортом Флорина (при $t = 50^{\circ}\text{C}$ повреждение листьев у сорта Прима – 25%, а у сорта Флорина – 40%).

У менее устойчивых пород и сортов жаркая погода вызывает распад белков протоплазмы, нарушает белково-липидный комплекс и субмикроскопическую структуру протопласта. Накапливаются растворимые азотистые соединения и другие ядовитые промежуточные продукты обмена. Все это может привести к отмиранию не только тканей и отдельных органов, но и к гибели всего растения (Генкель, 1976; Якушкина, Бахтенко, 2005).



Рисунок 19 - Деревья яблони сорта Ренет Симиренко

Продолжительное воздействие избытка тепла на плодовые растения может способствовать неравномерному росту плодов и неодновременному их созреванию, ухудшает их покровную окраску, снижает вкусовые качества и уменьшает лежкость. Под влиянием высокой температуры зачастую увеличивается доборочное опадение плодов и поражаемость сортов плодовых культур некоторыми вредителями и болезнями (Агафонов, 1979). Показано (Генкель, 1976), что даже в условиях полива может проявляться «чистый» перегрев растений. В этой связи и при капельном орошении, не оптимизирующем микроклимат сада, желательно возделывать сорта, устойчивые к жаре (Кушниренко и др., 1981).

Отмечено (Якушкина, Бахтенко, 2005), что водный дефицит, который возникает при недостатке воды, увеличивает неблагоприятное действие повышенных температур.

3.4. Устойчивость плодовых растений к засухе

Как известно, водный режим плодовых растений определяется процессами поглощения, передвижения, расхода воды и зависит, прежде всего, от наличия влаги в корнеобитаемом слое почвы. Однако в южных регионах Российской Федерации довольно часто отмечается комплекс неблагоприятных метеорологических условий (например, засуха), при которых потребность растений в воде не обеспечивается.

Засуха - это длительный период бездождя, сопровождаемый непрерывным падением относительной влажности воздуха и, как правило, повышением температуры. Различают засуху атмосферную и почвенную. *Атмосферная* засуха характеризуется низкой относительной влажностью воздуха, *почвенная* – отсутствием доступной для растений воды в почве. Чаще всего эти виды засухи сопровождают друг друга. К очень тяжелым последствиям приводят также такие явления, как мгла и суховей. *Мгла* - это атмосферная засуха, сопровождаемая появлением в воздухе во взвешенном состоянии твердых частиц. *Суховей* - это атмосферная засуха, сопровождаемая сильным ветром, при котором перемещаются большие массы горячего воздуха (Якушкина, Бахтенко, 2005).

Под влиянием обезвоживания у растений уменьшается интенсивность метаболических и ростовых процессов, и, в конечном счете, резко снижается урожайность.

Растения извлекают воду из почвы до тех пор, пока сосущая сила корешков может конкурировать с сосущей силой почвы. Уместно отметить, что у влаголюбивых травянистых растений устойчивое завядание наступает при сосущей силе почвы 0,7 - 0,8 Мпа, у большинства сельскохозяйственных растений при 1 - 2 Мпа, а у древесных пород - при 2-3 Мпа (Кирюшин, 1996).

Поглощение воды происходит тем интенсивнее, чем больше всасывающая поверхность корневой системы и чем легче корни и почвенная влага приходят в соприкосновение друг с другом.

Большая часть воды, потребляемой растениями, расходуется на транспирацию и выделяется в атмосферу в основном через листья - главный фотосинтезирующий орган. Другими словами, растения, по образному выражению К.А. Тимирязева, постоянно находятся «между Сциллой голода и Харибдой жажды».

Для определения суммарной потребности растений в воде применяют *транспирационный коэффициент* - количество частей воды в единицах массы, затраченное на единицу массы урожая. Транспирационный коэффициент зависит от вида растений, их возраста, сорта, подвоя, почвенных условий и т.д. Например, у груши и яблони он колеблется от 140 до 280. Чем беднее почва, тем большее количество воды надо прогнать через растение для получения

единицы сухого вещества (Куренной, Колтунов, Черепахин, 1985).

По требовательности к воде растения основных плодовых пород, произрастающих в умеренных широтах, располагаются в следующем возрастающем порядке: миндаль, абрикос, вишня, персик, груша, яблоня, слива, смородина черная, малина, земляника. Породы, сформировавшиеся в условиях засушливого климата, менее требовательны к воде. Существуют различия в потреблении воды сортами и подвоями: сорта ранних сроков созревания плодов более устойчивы к недостатку воды, чем поздние; деревья на слаборослых, вегетативно размножаемых подвоях более требовательны к условиям увлажнения, чем привитые на сильнорослых семенных подвоях (Черепахин, Бабук, Карпенчук, 1991).

Определение коэффициента транспирации с учетом потерь воды через испарение почвой и утечки ее в более глубокие слои показывает, что для нормального роста и получения урожая 200-250 ц с 1 га на каждый гектар сада за вегетацию требуется не менее 6000-8000 м³ воды.

С возрастом водопотребление плодовых деревьев увеличивается. Так, по данным Ставропольской опытно-мелиоративной станции, суммарный расход воды с гектара молодого неплодоносящего сада составил 3500 м³/га, в начале плодоношения - 4800 и в период полного плодоношения - 5500 м³/га.

Для большинства плодовых растений умеренных широт наиболее благоприятные условия влагообеспеченности создаются при влажности почвы 75 -80% наименьшей

влагоемкости (НВ) и относительной влажности воздуха 60 - 70 % (Черепяхин, Бабук, Карпенчук, 1991).

Период наибольшей потребности растений в воде называют критическим.

В течение вегетации плодовые и ягодные растения наиболее требовательны к воде в первой ее половине (май-июль), когда происходит цветение, усиленный рост корней и побегов, а также нарастание массы плодов при высоком тепловом напряжении воздуха и почвы (Куренной, Колтунов, Черепяхин, 1985).

Вместе с тем, чтобы создать условия для нормальной закладки цветковых почек и дальнейшей их дифференциации, во второй половине вегетационного периода (август-сентябрь) целесообразно некоторое подсушивание почвы.

Недостаток воды у плодовых растений ощущается при влажности почвы ниже 70% НВ. Обычно днем в результате расходов на транспирацию растения недонасыщены водой. Величина этого недонасыщения называется *водным дефицитом*. Он определяется как разность между наибольшим содержанием воды в растении в состоянии насыщения (например, ранним утром) и реальным содержанием воды в растении в момент определения. Водный дефицит - величина изменчивая, зависящая от конкретных условий водоснабжения или погоды в тот или иной период. Она хорошо отражает динамику условий увлажнения и отчасти соотношение между расходом и поступлением воды в растения. Так, в жаркие и сухие периоды водный дефицит растений сильно возрастает, а после продолжительных дождей или обильных рос падает до нуля.

При иссушении почвы до глубины 60-80 см в большей степени повреждаются засухой деревья с неглубоким залеганием корневой системы. Снижение влажности почвы до 60% НВ и повышение температуры до 24° С приводят к прекращению роста всасывающих корней, а при ее уменьшении до 40% НВ в листьях плодовых растений подавляется активность ферментов, катализирующих процессы синтеза, а также интенсивность фотосинтеза и дыхания. Считают, что недостаточная влагообеспеченность растений приводит к снижению скорости передвижения у них ассимилятов и сдерживает рост побегов (Жолкевич, 1968; Кушниренко, 1984). Без влаги не развиваются также почвенные микроорганизмы, а без них в почве не могут накапливаться питательные вещества в доступной растениям форме.

При большом дефиците влаги в почве и воздухе в результате ослабления процессов жизнедеятельности растений преждевременно опадают листья, плоды и, в конечном счете, резко снижается урожайность.

Степень засухоустойчивости, под которой понимают способность растений при ограниченной обеспеченности влагой не снижать урожайность и сохранять продолжительность продуктивного периода, различается по породам и сорто-подвойным комбинациям. Она зависит также от уровня агротехники и общего состояния растений.

Среди ведущих плодовых пород относительно засухоустойчивые - миндаль, абрикос, вишня степная; средnezасухоустойчивые - вишня обыкновенная, черешня, персик, алыча; слабозасухоустойчивые - слива, айва, яблоня,

груша и орех грецкий. Однако это распределение в известной мере относительно (Агафонов, 1979).

По типам адаптации к засухе плодовые сходны с растениями засушливых местообитаний. Установлено три типа адаптации к засухе. К первому типу относятся растения, листья которых отличаются высокими водоудерживающими силами. У них в период засухи низкие транспирация и осмотическое давление, сравнительно неглубоко залегает корневая система. К представителям этой группы растений относится слива. Вторая группа противостоит засухе повышением концентрации осмотически активных веществ. В листьях мало белкового азота, больше гемицеллюлоз, крахмала, сахарозы. К этому типу принадлежат яблоня и груша. К третьему типу относится персик с высокой способностью связывать воду белками и повышенной осмотической активностью клеточного сока листьев (Кушниренко, 1984).

В пределах каждой породы засухоустойчивость может изменяться в зависимости от используемых сорта и типа подвоя. Так, например, особенно засухоустойчивыми являются сорта, в происхождении которых участвовали лохолистная, иволистная, снежная и березолистная груши. Сорта же, созданные с участием груши кавказской и обыкновенной, более требовательны к влаге (Рылов, 1991). Известно, что прививка персика на сеянцы миндаля позволяет существенно повысить засухоустойчивость этой культуры по сравнению с прививкой на сеянцы полукультурных форм и сортов персика (Агафонов, 1979).

Для более точной дифференциации сортов и подвоев по степени устойчивости к засухе целесообразно применение надежных способов ее диагностики.

3.5. Влияние переувлажнения на особенности роста и плодоношения плодовых пород

Следует отметить, что избыток воды в почве (равно как и ее дефицит) оказывает отрицательное влияние на рост и плодоношение плодовых растений. При влажности почвы 90-95% НВ вследствие вытеснения воздуха ощущается недостаток кислорода для нормальной жизнедеятельности корневой системы; при влажности - 100% НВ погибают вначале поглощающие, а затем и более крупные корни (Бабук, 1991). Особенности метаболизма растений в условиях кислородной недостаточности исследованы многими авторами (Вартапетян, 1970; Гринева, 1975; Белецкая, 1979; Чиркова, 1988 и др.). Показано (Бабук, 1991), что в период покоя корневая система плодовых растений выдерживает без существенных повреждений лишь кратковременное затопление - всего 20-30 суток. Однако наиболее вредны затопление корней и плохая аэрация почвы после начала активного роста деревьев (Рылов, 1991). При продолжительном избыточном увлажнении в почве накапливаются вредные для корней вещества - соединения метана, а также сложных альдегидов, закисного железа и т. д. (Робинсон, 1930). В результате подавляются ростовые процессы и функциональные отправления корневых систем, в частности нарушается

поглощение ими минеральных веществ (Белецкая, 1979). В такой ситуации ухудшается опыление, а также завязывание плодов и их качество, ослабляются формирование и рост листьев, снижается их фотосинтетическая активность. Кроме того, растения поражаются грибными заболеваниями (Бабук, 1991). Отмечаются хлороз листьев и камедетечение косточковых. В этой связи существует опасность снижения закладки у деревьев цветковых почек и соответственно урожая следующего года. Повышенная влажность почвы и воздуха способствует затяжной вегетации и снижению зимостойкости плодовых растений.

Условия временного или постоянного переувлажнения могут создаваться при смыкании вертикального тока воды в пахотном слое почвы с грунтовыми водами (Филатов и др., 1999).

Заметим, что в отдельные годы существует реальная угроза затопления садов на больших площадях. Так, например, количество осадков, выпавших в Славянском районе Краснодарского края во второй половине 1997 г. (с июля по декабрь), в два раза превысило норму. Аналогичная ситуация сложилась здесь и в начале следующего 1998 г.: с января по май зафиксировано 422 мм осадков (при норме 204 мм). В результате длительного (более 5 месяцев) затопления территорий (рис. 20), занятых плодовыми насаждениями, отмечено значительное угнетение (вплоть до полного усыхания) деревьев плодовых культур, особенно яблони (рис.21). Причем массовая гибель обрастающих корней деревьев различных ее сортов (подвой ММ106) обнаружена на глубине более 30 - 40 см.



Рисунок 20 – Затопление садов яблони (февраль 1998 г.)

Необходимо отметить проявляющуюся сортовую реакцию яблони на переувлажнение почвы. Как показало проведенное нами обследование садов, в большей мере угнетаются вследствие затопления сорта летне-осеннего срока созревания: Слава победителям и Уэлси. Большое

влияние на устойчивость дерева к недостатку кислорода в почве оказывает выбор подвоя.



Рисунок 21 – Гибель деревьев яблони после затопления
(июнь 1998 г.)

Очевидно, на почвах, склонных к частому затоплению, предпочтительно возделывать сорта яблони, привитые на

карликовых (полукарликовых) подвоях, у которых основная масса корней сосредоточена в слое до 40 см.

Установлено (Рылов, 1991), что груша (особенно привитая на айве) более устойчива к затоплению, чем яблоня. Однако реакция сортов груши на неблагоприятные гидрологические условия различна. В частности, сорт Кюре (подвой - груша лесная) выдерживает затопление лучше, чем сорта Вильямс и Любимица Клаппа.

Относительно устойчивы к избытку влаги в почве смородина черная, айва, слива. Плохо переносит избыточное увлажнение миндаль, абрикос, персик (Бабук, 1991).

Таким образом, продуманный подбор для конкретного района пород, сортов, подвоев обеспечит гарантированное производство плодов даже в неблагоприятные, с точки зрения погодных условий, годы.

4. ДИАГНОСТИКА УСТОЙЧИВОСТИ СОРТОВ И ПОДВОЕВ ПЛОДОВЫХ КУЛЬТУР К АБИОТИЧЕСКИМ СТРЕСС-ФАКТОРАМ ЮГА РОССИИ

Исходя из приведенных материалов, особый интерес для юга России представляют способы ускоренного (в течение одного года) подбора сортов, подвоев (их комбинаций), наиболее устойчивых к морозам, весенним заморозкам, засухе, а также к повышенным температурам воздуха в летний период и обеспечивающих в соответствующих природных условиях гарантированное получение плодовой продукции.

Поскольку адаптивные возможности растительного организма зависят от множества протекающих в нем процессов, диагностика устойчивости растения к действию того или иного неблагоприятного фактора должна базироваться на результатах определения совокупности физиологических параметров, связанных с различными звеньями метаболизма (Кириллов и др., 1984; Кожушко, 1988; Удовенко, Гончарова, 1989). Биологическое обоснование и сущность перечисленных способов представлены ниже.

4.1. Диагностика морозо- и заморозкоустойчивости плодовых культур

Важнейшим свойством сорто - подвойных сочетаний плодовых культур, определяющим целесообразность

внедрения в производство, является устойчивостью к морозам разного типа.

Имеющиеся в литературе (Соловьева, 1967, 1988; Леонченко и др, 1983; Кириллов и др, 1984; Еремин, Гасанова, 1988 и др.) сведения убеждают в возможности диагностирования морозоустойчивости плодовых культур по тем или иным физиолого-биохимическим показателям. Тем не менее, требуется разработка новых способов, повышающих точность прогнозирования.

В связи с этим возникла необходимость определения критериев диагностики важнейших компонентов зимостойкости плодовых растений – устойчивости к ранним морозам и низким отрицательным температурам во второй половине зимы после оттепелей.

Для решения этой задачи в 1991-1996 гг. изучали особенности обменных процессов в органах и тканях различных по зимостойкости сортов (сорто-подвойных комбинаций) яблони, сливы, персика, абрикоса в период от вегетации к покою, а также в фазу вынужденного покоя до и после промораживания в морозильной камере. При составлении программы промораживания учитывали характер изменения температуры в естественных условиях и физиологическое состояние растений в данный момент. Исследовали однолетние саженцы и плодоносящие деревья в различных зонах садоводства Краснодарского края.

Установлено, что в конце периода вегетации (октябрь 1994 г.) у морозоустойчивого сорта яблони Кальвиль снежный соотношение нуклеиновых кислот РНК/ДНК* в

верхушечных почках годичного прироста (показатель функцио-

* - Использовали метод Г.П.Георгиева, 1968

нальной, в том числе ростовой активности) в 2,4 раза ниже такового у неморозоустойчивого сорта Ренет Симиренко (табл. 2).

Таблица 2 – Отношение РНК/ДНК в верхушечных почках годичных приростов сортов яблони и персика в период перехода от вегетации к покою(октябрь, 1994 г.)

Сорт	Морозоустойчивость	РНК/ДНК
<i>Яблоня (учхоз «Кубань» КубГАУ, сад посадки 1987 г., подвой М9)</i>		
Кальвиль снежный	Морозоустойчивый	2,2
Ренет Симиренко	Неморозоустойчивый	5,3
<i>Персик Крымская ОСС ВИР, сад посадки 1987 г., подвой сеянцы персика</i>		
Стойкий	Морозоустойчивый	1,4
Память Симиренко	Морозоустойчивый	1,4
Золотой юбилей	Неморозоустойчивый	4,0

По аналогии, у морозоустойчивых сортов персика Стойкий и Память Симиренко отмеченных параметр во второй половине октября почти в 3,0 раза ниже, чем у неморозоустойчивого Золотой юбилей.

Кроме того, у сортов Стойкий и Память Симиренко (в отличие от сорта Золотой юбилей) в течение периода перехода от вегетации к покою отмечена высокая активность ингибиторов* в тканях годичных приростов и низкая – стимуляторов.

*-Содержание эндогенных стимуляторов и ингибиторов в годичных приростах растений определяли методами двухмерной распределительной хроматографии на бумаге и биотеста с использованием отрезков колеоптилей пшеницы (Кефели и др., 1973).

В результате отношение «стимуляторы/ингибиторы» (интегральный показатель активности ростовых процессов) у морозоустойчивых сортов персика в этот период в 2-3 раза ниже, чем у неустойчивого.

Данное обстоятельство свидетельствует о своевременном прекращении роста и развитии органического покоя у сортов Стойкий и Память Симиренко, что обеспечивает их большую подготовленность к ранним морозам.

Аналогичные результаты получены при изучении сортов яблони. Так, у устойчивого к морозам первого типа сорта Кальвиль снежный в конце октября отношение «стимуляторы/ингибиторы» в коре однолетних приростов составляет 0,09, что свидетельствует о глубоком торможении ростовых процессов. В то же время у слабоустойчивого сорта Ренет Симиренко этот показатель вдвое выше (0,18).

Установлено, что карликовый подвой яблони М9 повышает устойчивость сорто-подвойной комбинации к действию неблагоприятного фактора. Справедливость этого вывода подтверждается результатами эксперимента, поставленного в прикубанской зоне садоводства с сорто-подвойными комбинациями Флорина/М9 и Флорина/М26. Так, отношение РНК/ДНК в верхушечных почках первой комбинации составляет только 5,0, в то время, как второй, - 6,2. Полученные результаты вполне объяснимы, так как чем

выше сила роста подвоя, тем позже растение завершает вегетацию.

Следует принять во внимание ранее установленную (Дорошенко, 1989) идентичность направленности и активности метаболических процессов у привитых плодовых растений во все возрастные периоды. Это дает основание считать правомерным и возможным прогнозирование на первом году жизни устойчивости растений различных плодовых культур к ранним морозам с учетом перечисленных параметров (прежде всего по отношению РНК/ДНК в верхушечных почках годичных приростов).

Во второй половине зимы выявлено относительное постоянство в содержании растворимых углеводов* (особенно фруктозы) у морозоустойчивых сорто-подвойных сочетаний яблони однолетнего возраста при действии низких отрицательных температур после оттепели и отсутствие такового у неморозоустойчивых (табл.3).

Так, в конце января 1991 г. у морозоустойчивого сорта Кальвиль снежный на морозоустойчивом подвое ССЯ после промораживания однолетних приростов при температуре, близкой к критической ($-25\pm 2^{\circ}\text{C}$), содержание фруктозы в почках увеличивается всего на 15%, у относительно морозоустойчивого сорта Зимнее МОСВИР, привитого на ССЯ – на 30%, а у неморозоустойчивого сорта Делишес на таком же подвое – в 1,4 раза.

Аналогичные результаты получены при определении в начале февраля 1992 г. содержания углеводов у абрикоса: морозоустойчивых сортов селекции СКЗНИИСиВ Верный, Россиянин и слабоустойчивого Краснощекий, привитых на

сеянцах жерделей. В данном случае приросты однолетних растений промораживали при температуре $-18 \pm 2^\circ\text{C}$.

*- Использован метод Н.В.Воробьева (1985)

Таблица 3 – Изменение содержания фруктозы в почках однолетних растений при действии отрицательных температур в фазу вынужденного покоя

Сорт	Морозоустойчивость	Содержание фруктозы, % сухого вещества		C_2/C_1	НСР ₀₅
		до промораживания (C_1)	после промораживания (C_2)		
<i>Яблоня, 1991 г. (подвой – сеянцы сортов яблони)</i>					
Кальвиль снежный	Морозоустойчивый	1,20	1,38	1,15	0,09
Зимнее МОСВИР	Относительно морозоустойчивый	1,50	1,93	1,30	0,10
Делишес	Неморозоустойчивый	1,28	1,79	1,40	0,09
<i>Абрикос, 1992 г. (подвой – сеянцы жерделей)</i>					
Верный	Морозоустойчивый	2,88	2,94	1,02	$F_{\phi} < F_{05}$
Россиянин	Морозоустойчивый	3,58	4,16	1,16	0,10
Краснощкий	Неморозоустойчивый	2,36	6,06	2,57	0,18

Примечательно, что приросты для эксперимента были заготовлены после оттепели.

При анализе представленных результатов следует отметить, во-первых, определяющую роль углеводного обмена у плодовых растений зимой (Негруль и др., 1988) и, во-вторых, особенности накопления фруктозы – показателя стрессового состояния растений (Алешин и др., 1987).

Наряду с отмеченной закономерностью установлена стабильная активность обменных процессов в почках и тканях веток относительно морозоустойчивого сорта яблони Зимнее МОСВИР на морозоустойчивых сеянцах при действии отрицательных температур в период перехода растений от зимнего состояния покоя к весенней жизнедеятельности (в начале марта 1993 г.) Об этом свидетельствует, например, неизменность интенсивности дыхания в органах и тканях однолетних привитых растений до и после промораживания в морозильной камере при температуре $-10 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

У прививочных комбинаций яблони, менее устойчивых к возвратным морозам (сорта Зимнее МОСВИР на неустойчивом подвое М9, неустойчивого сорта Делишес на подвоях ССЯ и М9), этот показатель при действии низких температур увеличивается или уменьшается.

Отметим также, что в конце зимы отношение РНК/ДНК в верхушечных почках однолетних приростов у неустойчивых к действию отрицательных температур сорто-подвойных сочетаний существенно выше этого показателя у устойчивых комбинаций. Данный факт свидетельствует о более раннем начале весенней жизнедеятельности и соответственно о большей функциональной активности в указанные сроки неустойчивых плодовых растений. Такую

закономерность мы обнаружили в феврале – марте 1995-1999 гг. при изучении физиологических особенностей различных по морозоустойчивости сортов (сорто-подвойных комбинаций) яблони, сливы (Doroshenko, 1997; Дорошенко, Макарова, 2000) и груши.

Проведенные эксперименты показывают, что в период перехода растений яблони от покоя к вегетации отношение РНК/ДНК в верхушках побегов у одного и того же сорта при использовании более сильнорослого подвоя значительно ниже, чем в случае прививки его на карликовом подвое (например М9). Таким образом, правильный выбор подвоя может оказать положительное влияние на устойчивость сорта к возвратным морозам.

Перечисленные закономерности проявляются у привитых растений плодовых культур на всех этапах жизненного цикла, начиная с однолетнего возраста, и могут, как мы полагаем, использоваться в диагностических целях. Это подтверждает сравнение результатов ранней диагностики морозоустойчивости (например, по содержанию фруктозы в фазу вынужденного покоя) ряда сортов яблони селекции СКЗНИИСиб, а также некоторых сортов сливы, алычи, персика и данных о повреждении почек 7-8-летних деревьев этих же сортов в прикубанской и предгорной зонах садоводства Краснодарского края зимой 1993/94 г. (табл.4).

Таким образом, устойчивость сортов (сорто-подвойных комбинаций) плодовых культур к возвратным морозам во второй половине зимы сопряжена с относительной стабильностью обменных процессов у растений при действии неблагоприятного фактора. Достаточно точным критерием

экспресс – оценки устойчивости сортов, подвоев и их комбинаций к возвратным морозам в фазу вынужденного покоя является степень изменения содержания фруктозы в почках однолетних приростов под влиянием отрицательных температур.

Отмечено, что интродуцированные клоновые подвои яблони Р22, Р59, отличаясь значительной морозоустойчивостью в закаленном состоянии к середине зимы, не способны восстанавливать устойчивость к неблагоприятному фактору при повторной закалке после оттепелей. Вместе с тем у подвоев ММ102, М7, М9, а также подвоев селекции СКЗНИИСиВ:

Таблица 4 – Результаты оценки морозоустойчивости сортов яблони, сливы, алычи и персика

Сорт	Диагностический критерий морозоустойчивости C_2/C_1	Потенциальная (прогнозируемая) морозоустойчивость в фазу вынужденного покоя	Повреждение почек зимой 1993/94г., %
<i>Яблоня – подвой М5 (ОПХ «Центральное» СКЗНИИСиВ)</i>			
Аленушкино	1,00	Высокоморозоустойчив	0
Кубань спур	1,07	Морозоустойчивый	7
Ренет кубанский	1,06	Морозоустойчивый	7
Казачка кубанская	1,35	Относительно морозоустойчивый	20
<i>Слива – подвой сеянцы алычи дикой (Крымская ОСС ВИР)</i>			
Кабардинская ранняя	1,44	Неморозоустойчивый	48
Кубанская легенда*	1,07	Морозоустойчивый	14
Стенлей	1,35	Относительно морозоустойчивый	22
Венгерка	1,08	Морозоустойчивый	18

кавказская*			
<i>Алыча – подвой сеянцы алычи дикой (Крымская ОСС ВИР)</i>			
Кубанская комета*	1,35	Относительно морозоустойчивый	40
Путешественница*	1,03	Морозоустойчивый	8
<i>Персик – подвой сеянцы персика (Крымская ОСС ВИР)</i>			
Золотой юбилей	1,64	Неморозоустойчивый	98
Ред Хевен	1,58	Неморозоустойчивый	80
Память Симиренко	1,03	Морозоустойчивый	14

* - сорта селекции Крымской ОСС ВИР

** -повреждение почек определено совместно с сотрудниками селекцентра СКЗНИИСиВ и Крымской ОСС ВИР

СК2, СК3, СК4 признаков подмерзания корней после возвратных морозов не обнаружено.

По результатам прогнозирования, интродуцированные сорта яблони *Джонаголд*, *Редфри*, *Прима*, *Либерти*, *Флорина* на подвое *М9*, а также сорта груши селекции СКЗНИИСиВ *Ранняя Сергеева* на семенном подвое (прикубанская зона садоводства) устойчивы к ранним морозам (первый компонент зимостойкости). В то же время сорт *Джонаголд* на подвое *ММ106* (прикубанская и черноморская зоны) и сорта яблони селекции СКЗНИИСиВ *Аленушкино*, *Кубань спур*, *Ренет кубанский* на подвое *М9* (прикубанская зона) устойчивы к возвратным морозам - четвертый компонент зимостойкости.

В результате эксперимента (Дорошенко, Пархоменко и др., 2004) выявлена положительная роль подвоев *СК2*, *СК3*, *СК4* в проявлении у яблони сорта *Айдаред* четвертого компонента зимостойкости – морозоустойчивости на определенном этапе перезимовки.

Таким образом, использование надежных критериев ранней диагностики морозоустойчивости плодовых растений позволит осуществить биологически обоснованный подбор наиболее перспективных сортов (прививочных комбинаций) для районов с частым проявлением низких температур в конце осени или во второй половине зимы. Это обеспечит получение в хозяйствах стабильных урожаев плодов без дополнительных затрат.

Одним из стресс-факторов, сдерживающих реализацию биологического потенциала яблони во многих агроклиматических районах Северного Кавказа, являются весенние заморозки. При этом уровень потерь урожая плодов этой культуры может достигать 100% (Кашин, 1998).

Полученные данные свидетельствуют о том, что в конце апреля практически все изучаемые сорта характеризуются довольно высокой функциональной активностью, сопряженной с началом периода вегетации растений (соотношение РНК/ДНК в верхушках побегов колеблется от 7,2 до 8,8). Однако, несмотря на сходство рассматриваемых показателей в указанные сроки, сорта по-разному реагируют на кратковременное (в течение 4-х часов) понижение температуры воздуха до $-2 \pm 0,1^\circ\text{C}$ (табл.5).

Таблица 5 – Изменение биохимических показателей цветков яблони при кратковременном действии отрицательных температур(в среднем за 2002-2005 гг.)

Сорт	Содержание, % сухого вещества					
	крахмал		глюкоза		липиды	
	1	2	1	2	1	2

Голден Делишес	6,4	5,2	12,2	13,8	1,2	1,2
Флорина	6,2	3,6	10,6	12,0	1,0	1,5

Примечание: 1 – до промораживания

2 – после промораживания при температуре - $2\pm 0,1^{\circ}\text{C}$
в течение 4 ч

Так, при снижении температуры до небольших отрицательных значений в цветках сорта Флорина происходит интенсивный гидролиз крахмала (его содержание уменьшается более чем на 40%), превращающегося в растворимые сахара и, кроме того, в липиды (содержание возрастает в 1,5 раза).

Последние, по всей видимости, выполняют роль своеобразных «антифризов», защищающих генеративные органы растений от переохлаждения. В то же время в цветках сортов Голден Делишес отмечены лишь некоторые изменения в содержании углеводов под влиянием пониженной температуры. Такой менее действенный путь адаптации не обеспечивает необходимый уровень устойчивости к стресс-фактору. Об этом свидетельствуют, например, данные о значительном (в 2 раза) снижении жизнеспособности пыльцы указанного сорта, вызванном действием низких температур (рис. 22).

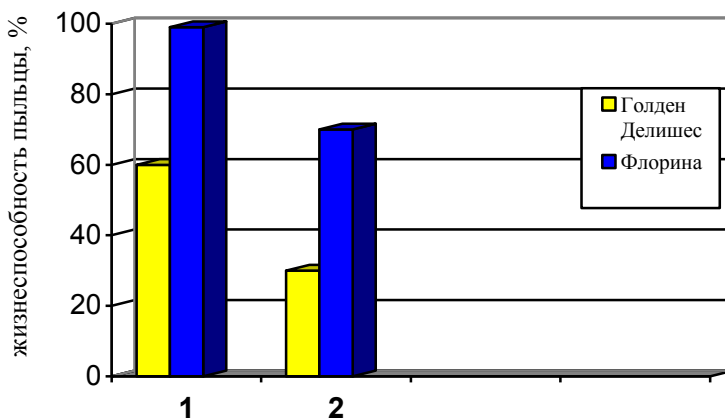


Рисунок 22- Изменение жизнеспособности пыльцы цветков яблони при кратковременном действии отрицательных температур (в среднем за 2003-2005)

1 – до промораживания

2 – после промораживания при температуре $-2\pm 0,1^{\circ}\text{C}$ в течение 4 ч

На основании приведенных данных отмеченные физиолого-биохимические параметры плодовых растений яблони целесообразно использовать в диагностических целях при подборе оптимальных для конкретной зоны сортов и подвоев.

4.2. Экспресс-оценка устойчивости растений яблони к перегреву

Повышение устойчивости садовых экосистем к нерегулируемым абиотическим стресс-факторам может быть достигнуто за счет соответствующего подбора оптимальных сортов, подвоев и их сочетаний. При этом на юге России

необходимо принимать во внимание жаростойкость используемого сортимента.

Учитывая важность сведений о способности растений противостоять негативному влиянию на метаболизм высоких температур, мы провели работу по определению диагностических критериев экспресс-оценки устойчивости различных сортов яблони к перегреву. Объекты исследований – сорта Голден Делишес, Флорина и Ламбурне, привитые на подвое М9 в насаждениях прикубанской зоны закладки 1997 г. Для решения отмеченной задачи приросты текущего года помещали в климатическую камеру «BINDER», выдерживали в течение трех часов при температуре $50 \pm 2^\circ\text{C}$. До и после воздействия высокими температурами определяли физиолого-биохимические параметры листьев.

Известно, что отрицательное влияние высоких температур обычно обусловлено распадом белково-липидного комплекса клеток. Доказано, что изменение содержания общего белка у растений, вызванное перегревом, является одним из показателей их жароустойчивости.

Выявлены сходные тенденции к уменьшению содержания белков в листовых пластинках различных сортов при перегреве. Вместе с тем налицо четко выраженная сортовая реакция на действие неблагоприятного фактора (рис.23).

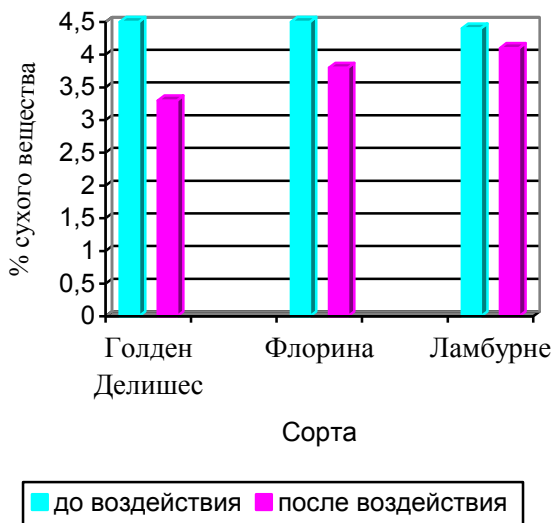


Рисунок 23 – Изменение содержания белка в листьях яблони при воздействии высокими температурами, % сухого вещества (июнь 2003 г.)

Так, у сорта Ламбурне в неблагоприятных условиях содержание белка в листьях изменяется незначительно. В то же время у сорта Голден Делишес и Флорина этот показатель под влиянием стрессора сократился на 27 и 16% соответственно.

Общеизвестно, что у растительных организмов при повышении температуры активизируется дыхание, что приводит к увеличению расхода глюкозы в процессах метаболизма. Полученные нами данные, полное тому подтверждение (рис. 24).

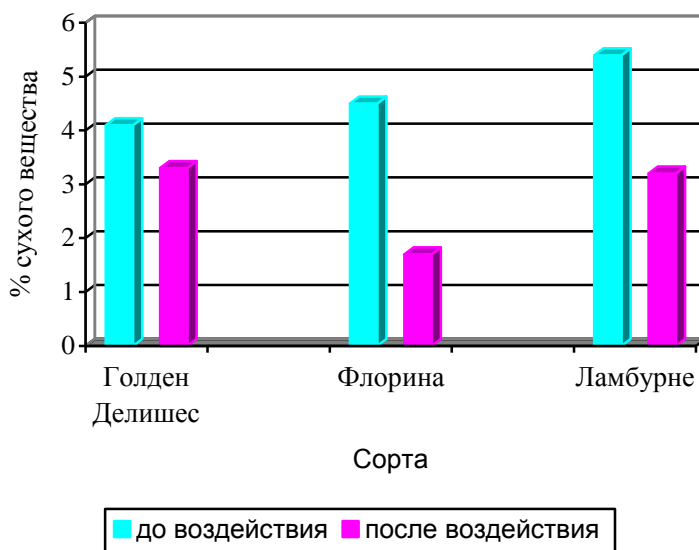
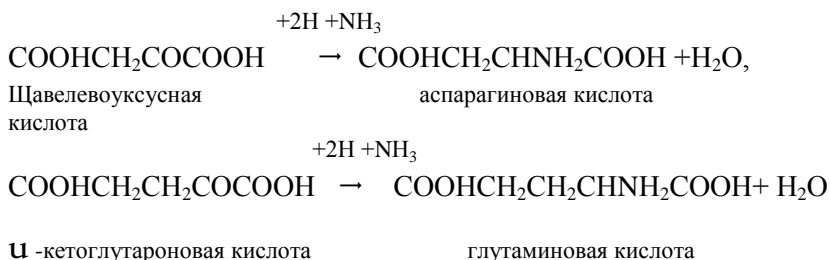


Рисунок 24 – Изменение содержания глюкозы в листьях яблони при воздействии высокой температурой, % сухого вещества (июнь 2003 г.)

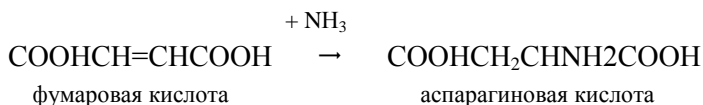
Вместе с тем у разных сортов интенсивность этого процесса различна.

В меньшей степени отреагировал на действие стрессора сорт Голден Делишес. Под влиянием перегрева содержание глюкозы в его листьях снизилось лишь на 20%. В листовых пластинках сорта Ламбурне концентрация глюкозы уменьшилась на 41%. Самым значительным оказалось снижение содержания глюкозы у сорта Флорина на 62%.

Известно, что уменьшение концентрации глюкозы в тканях растений в процессе дыхания, активизирующегося при повышении температуры, сопровождается образованием различных органических кислот. Причем первая стадия распада углеводов (анаэробный распад) связана с образованием пировиноградной кислоты (рис. 25). При ее окислении через цикл ди- и трикарбоновых кислот (вторая, аэробная, стадия распада углеводов) образуется ряд промежуточных продуктов, которые приводят к синтезу других важных для растений соединений (рис. 26.). Показано (Плешков, 1980), например, что *щавелевоуксусная* и **U**-кетоглутаровая кислоты, подвергаясь восстановительному аминированию, образуют аспарагиновую и глутаминовую кислоты:



Аспарагиновая кислота может также синтезироваться при присоединении аммиака к фумаровой кислоте:



Логично предположить, что перечисленные кетокислоты являются возможными акцепторами аммиака, образующегося в процессе распада белков и угнетающего метаболизм растений при резком повышении температуры. По-видимому, такой механизм дезактивации аммиака свойственен сортам яблони.

В этой связи отмеченные закономерности в характере изменения содержания белка и глюкозы являются показателем приспособительных реакций сортов яблони к действию перегрева и могут быть использованы в диагностических целях.

Из группы изучаемых интродуцированных сортов наименее жароустойчивым признан нами сорт Голден Делишес, проявивший слабую адаптацию к рассматриваемому стресс-фактору. Сорта Ламбурне и Флорина устойчивы к действию высоких температур. По результатам экспресс-оценки, высокой жароустойчивостью отличается и сорт яблони селекции СКЗНИИСиВ Персиковое.

Сходные результаты получены и при определении жароустойчивости новых клоновых подвоев яблони селекции СКЗНИИСиВ СКЗ и СК4 (контроль – подвой М9), выращиваемых в маточнике КубГАУ (почва – чернозем выщелоченный).

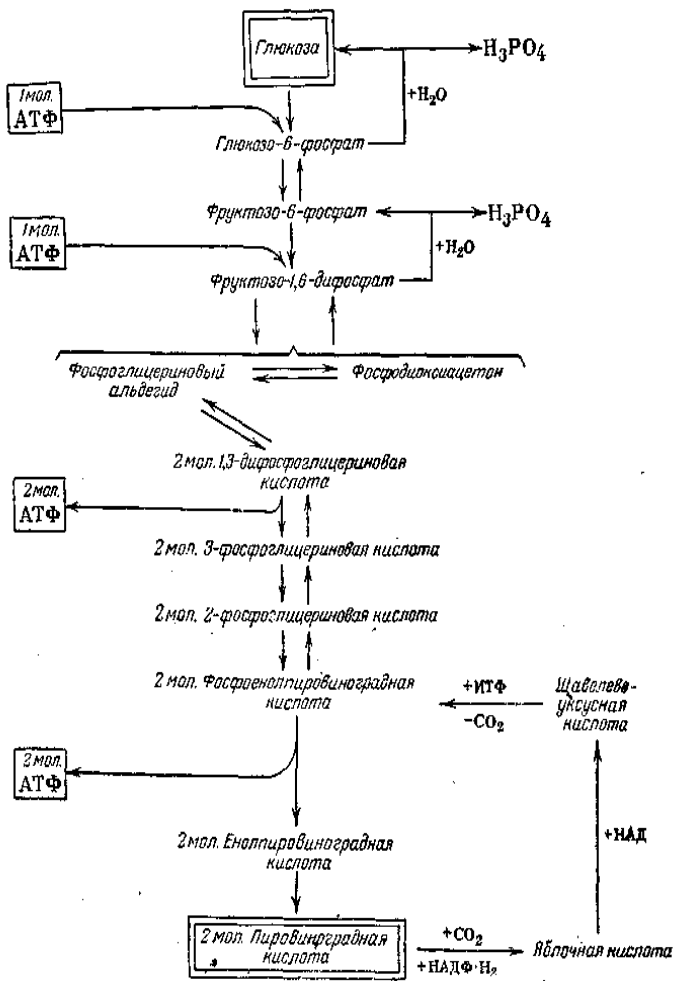


Рисунок 25 - Схема реакций анаэробного распада углеводов (Плешков, 1980)

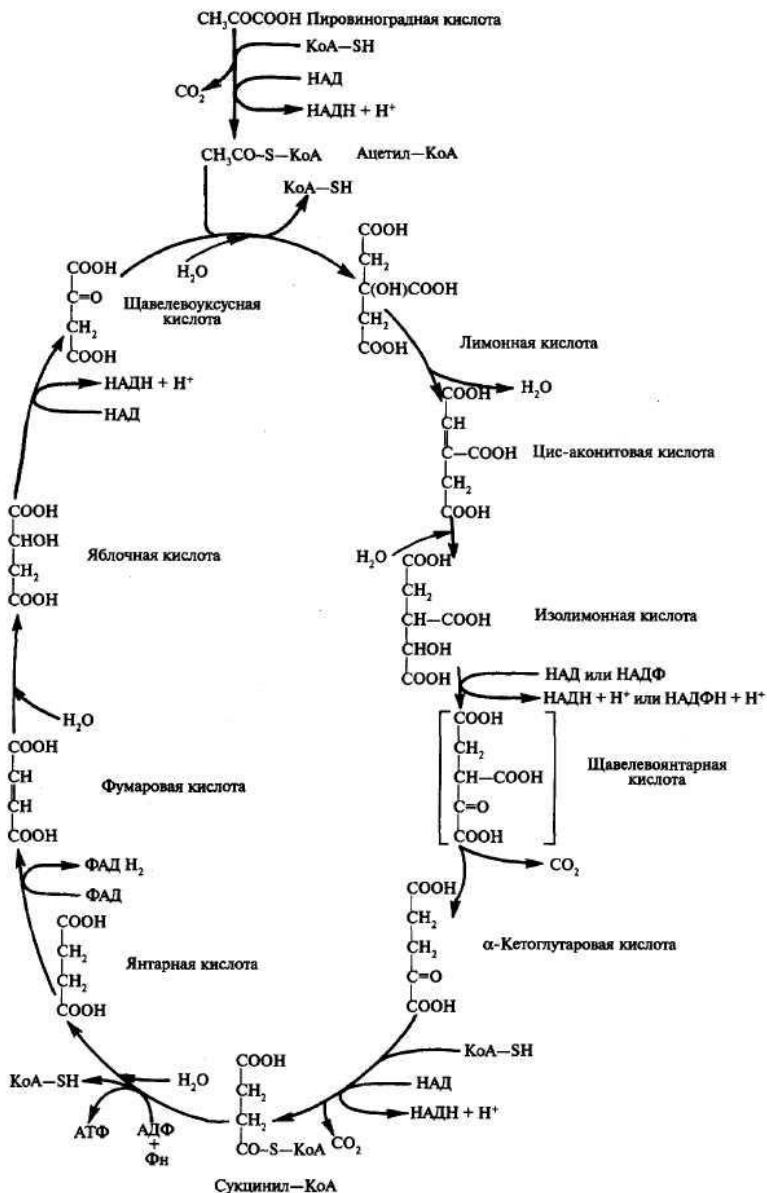


Рисунок 26 - Цикл ди- и трикарбоновых кислот (цикл Кребса)

После искусственно перенесенной жары более стабильные показатели содержания белка в листьях зафиксированы у подвоя СК 3. Этот факт может свидетельствовать о его высокой устойчивости к перегреву.

Кроме того, под воздействием повышенной температуры в листьях подвоев отмечается уменьшение содержания глюкозы в 1,7 – 2,0 раза по сравнению с этим показателем у растений, не испытывавших действие стрессора (табл. 6).

Таблица 6 – Изменение содержания глюкозы в листьях подвоев яблони под влиянием высоких температур, % сухого вещества (маточник КубГАУ закладки 1996 г., июль 2003 г.)

Подвой	Содержание глюкозы	
	до прогрева	после прогрева
М9	2,6 ± 0,3	1,5 ± 0,4
СК3	2,4 ± 0,2	1,2 ± 0,1
СК4	2,6 ± 0,3	1,5 ± 0,1

Однако отмеченная тенденция проявляется у различных типов подвоев по-разному. По нашим данным, наиболее интенсивное снижение глюкозы в результате теплового шока отмечалось в листьях жароустойчивого подвоя СК3.

По всей видимости, продукты окислительного превращения глюкозы могут выполнять роль своеобразных акцепторов, связывающих избыток аммиака, образующегося

в результате распада белков и оказывающего токсическое действие на растительный организм.

Отмеченные закономерности мы рекомендуем использовать для оценки устойчивости плодовых растений к перегреву.

Достаточно жароустойчивыми следует признать сорта яблони *Флорина*, *Персиковое*, *Ламбурне*, а также клоновый подвой *СКЗ*.

4.3. Оценка устойчивости плодовых растений к засухе

Представлены убедительные аргументы, свидетельствующие о целесообразности широкого использования наиболее объективных и удобных способов ранней диагностики засухоустойчивости плодовых растений, позволяющих селекционерам и технологам в сравнительно короткий срок подбирать наиболее перспективные сорта, подвои и их комбинации.

В последнее время в диагностических целях все шире используются биофизические параметры (Ellenson, Fmundoson, 1982; Стадник, Лишук, 1984; Федулов, 1988), в том числе электрическое сопротивление тканей листьев ЭСТЛ – (Кушниренко и др., 1987). ЭСТЛ является косвенным показателем водного режима растений и отражает, таким образом, их физиологическое состояние (Кушниренко, Курчатова, 1984). При оценке засухоустойчивости сорта (подвоя) авторы (Кушниренко и др., 1987) предлагают определять ЭСТЛ дважды: до завядания (контроль - К) и

после дву-трехчасового завядания (опыт – О) и рассчитывать разницу между этими показателями (К), выраженную в процентах, по формуле:

$$\Delta = \frac{(O - K) \cdot 100}{K} \quad (1)$$

Чем больше после подсушивания возрастает величина ЭСТЛ, тем менее устойчив сорт (подвой) к действию неблагоприятного фактора.

Используя этот показатель, мы оценили в прикубанской зоне садоводства Краснодарского края засухоустойчивость некоторых сортов и подвоев яблони. Исследования проводили на фоне сильной засухи в июле 1998 г. Результаты этой оценки представлены в таблицах 7 и 8.

Таблица 7 – Оценка засухоустойчивости сортов яблони на подвое М9 (сад учхоза «Кубань» КубГАУ посадки 1994, июль 1998 г.)

Сорт	Δ ЭСТЛ, %	Устойчивость сорта
Слава Перемождцам	25,9	Неустойчивый
Аленушкино*	8,0	Устойчивый
Вадимовка*	20,4	Неустойчивый
Кубань спур*	0	Высокоустойчивый
Казачка кубанская*	33,3	Неустойчивый
Ренет кубанский*	15,4	Среднеустойчивый

* Сорта селекции СКЗНИИСиВ

Как следует из приведенных данных, сорта яблони Аленушкино, Кубань спур, Ренет кубанский даже в экстремальных условиях лета 1998 г. проявляют достаточно высокую устойчивость к засухе. Последнее справедливо и в отношении полукарликового подвоя яблони СК2.

Вместе с тем слаборослые подвои: польский Р22, а также 62-396 и 54-118, созданные на кафедре плодоводства Мичуринского государственного аграрного университета, характеризуются предельно малой способностью выносить обезвоживание без снижения физиологической активности. В связи с этим, несмотря на высокую морозоустойчивость корневой системы, они вряд ли найдут широкое применение в специфических почвенно-климатических условиях юга России.

Таблица 8 – Оценка засухоустойчивости подвоев яблони (маточник клоновых подвоев учхоза «Кубань» КубГАУ закладки 1996 г., июль 1998 г.)

Сорт	Δ ЭСТЛ, %	Устойчивость подвоя
М7	142,6	Неустойчивый
СК2 (1-48-41)*	97,6	Среднеустойчивый
54-118	203,5	Неустойчивый
62-396	193,1	Неустойчивый
Р22	167,8	Неустойчивый

* Подвои селекции СКЗНИИСиВ

По результатам оценки (Максимцова, Дорошенко, 1999), достаточно засухоустойчивы прививочные комбинации яблони Прима/М9 и Прима/ММ106.

Оценку засухоустойчивости сортов алычи проводили в прикубанской зоне садоводства в июле 1996 г. В течение этого месяца осадки не выпадали (0 при норме 65 мм). Очевидно, что в такой ситуации растения испытывали стрессовое воздействие. При определении степени их устойчивости к засухе применяли метод завядания срезанных листьев. В качестве диагностического критерия отмеченного свойства использовали рекомендуемое некоторыми авторами (Кушниренко, Курчатова, 1984) изменение оводненности листьев (%) под действием неблагоприятного фактора, которое рассчитывали по формуле:

$$\Delta = \frac{(B_1 - B_2) \cdot 100}{B_1} \quad (2)$$

где: B_1 - оводненность листьев до завядания, %

B_2 - оводненность листьев после 3-х ч завядания, %

По результатам сравнительной оценки засухоустойчивости некоторых сортов алычи, наиболее устойчив к недостатку влаги сорт Десертная, созданный в Государственном Никитском ботаническом саду (табл. 9).

Эти результаты подтверждаются данными об особенностях роста изучаемых сортов в экстремальной с точки зрения засушливых явлений год (табл. 10).

Таблица 9 - Оценка засухоустойчивости сортов алычи
(сад А/Ф «Солнечная» посадки 1988г.,
подвой – сеянцы алычи, июль 1996 г.)

Сорт	Оводненность листьев, %		Изменение оводненности листьев после завядания, %	Устойчивость сорта
	до завядания	после завядания		
Кубанская комета	58,4	53,3	10,2	Среднеустойчивый
Пурпуровая	61,9	53,6	13,4	Неустойчивый
Обильная	50,4	43,0	14,6	Неустойчивый
Десертная	60,8	56,9	6,4	Устойчивый
Красномясяя	56,0	49,2	12,1	Неустойчивый

Таблица 10 – Показатели роста сортов алычи
(сад А/Ф «Солнечная» посадки 1988г.,
подвой – сеянцы алычи, июль 1996 г.)

Сорт	Средняя длина побегов, см	Суммарный прирост, м	Масса плода, г	
			средняя многолетняя	в 1996 г.
Кубанская комета	25,3	37,9	29,0	25,0
Пурпуровая	17,8	24,9	20,0	20,3

Обильная	15,4	21,6	34,0	20,7
Десертная	32,5	39,0	30,0	33,5
Красномясяя	21,3	34,1	24,0	16,9
НСР ₀₅	3,5	-	-	-

Так, наиболее длинные приросты и крупные плоды в этот год сформировались у сорта Десертная. Примечательно, что у слаборослого сорта Кубанская комета интегральные показатели интенсивности ростовых процессов (суммарный прирост, масса плода) в 1996 г. были довольно высоки. Этот факт вполне согласуется с выводами о средней засухоустойчивости данного сорта. Вместе с тем неустойчивые (в соответствии с нашей оценкой) сорта Пурпуровая, Обильная, Красномясяя характеризовались в засушливом году весьма низкой ростовой активностью.

Таким образом, используя показатели водного обмена растений (изменение ЭСТЛ, а также оводненности листьев под действием неблагоприятного фактора), можно осуществлять ускоренный (в течение одной вегетации) подбор сортов (сорто-подвойных комбинаций) различных плодовых культур для возделывания в районах с частым проявлением засух.

Однако названный экспресс - метод определения засухоустойчивости весьма приближителен, так как больше пригоден для оценки степени устойчивости плодовых культур к атмосферной засухе.

Вместе с тем в качестве диагностического критерия устойчивости плодовых растений к любому виду (атмосферной и почвенной) засухи более надежно, как нам представляется, применять универсальный параметр –

показатель активности генотипа (отношение нуклеиновых кислот РНК/ДНК в верхушечных меристемах побегов), определяющий функциональную активность организма в целом.

Сущность предлагаемого нами (Дорошенко, Алешин, Максимцова, 2000) метода заключается в следующем.

В условиях вегетационного опыта у испытуемых сортов (прививочных комбинаций) в фенофазу роста побегов определяют отношение РНК/ДНК дважды: при оптимальной влажности почвы (75-80% НВ) (Агк) и при кратковременном исключении орошения (при снижении влажности почвы до 48-50% НВ) (Аго) . По результатам сравнения этих отношений рассчитывают коэффициент засухоустойчивости (Кз) прививочных комбинаций по формуле:

$$K_z = \frac{A_{го} - A_{гк}}{A_{гк}} \cdot 100\% \quad (3)$$

Испытуемые сорта (сорто-подвойные сочетания) считаются засухоустойчивыми, если Кз не превышает 25-30%.

Используя разработанный способ, определяли засухоустойчивость интродуцированных сортов яблони на подвое М9 и ММ106.

Как показал эксперимент, сорта Прима, Флорина и Персиковое на подвое М9 и ММ106, а также сорт Либерти на подвое ММ106 характеризовались меньшим снижением РНК/ДНК после засухи в сравнении с контрольными

неустойчивыми сортами Слава Переможцам и Делишес на аналогичных подвоях. В разряд неустойчивых к засухе отнесены прививочные сочетания Редфри/ М9 и Редфри/ММ106, а в полевых условиях – Ламбурне/М9. Промежуточное положение по рассматриваемому параметру занимала комбинация Либерти/М9. По нашим данным, подвой ММ106 более засухоустойчив, нежели М9.

Следует отметить, что результаты оценки засухоустойчивости сортов по физиологическому параметру (активность генотипа) полностью совпадают с итогами агробиологических наблюдений за состоянием этих же сортов в саду. У засухоустойчивых сортов в засушливые периоды 1998 и 1999 годов отмечался рост побегов, а у незасухоустойчивых – он был незначителен или вообще прекращался.

Таким образом, целенаправленный подбор засухоустойчивых прививочных комбинаций перед закладкой сада обеспечит в дальнейшем, даже в неблагоприятные годы, нормальный ход ростовых процессов у растений, а следовательно, и стабильные урожаи плодов.

Для того, чтобы достоверно определить влияние засухи на жизнедеятельность растений яблони, нами был проведен вегетационный опыт с полукарликовыми подвоями СК2, М7, ММ102 в искусственно созданных экстремально засушливых условиях. Необходимо отметить, что в вариантах опыта, где растения в течение недели не поливали, влажность почвы снизилась до 50-55% НВ. В то же время в сосудах с поливом этот показатель достигал оптимальных значений: 75-80% НВ. При этом в различных вариантах опыта оводненность листьев

растений была приблизительно одинаковой. По всей видимости, данный параметр не дает объективной оценки их устойчивости к засухе. В то же время показатель водоудерживающей способности листьев более точно характеризует подвой по степени их засухоустойчивости. По результатам экспериментов, особый интерес представляет подвой СК2, так как он обладает большей водоудерживающей способностью в сравнении с ММ102 и М7 и, как следствие, меньшими водопотерями листьев.

Логично предположить, что такая его особенность генетически обусловлена.

Данные вегетационного опыта подтверждаются результатами наблюдения за особенностью жизнедеятельности этих подвоев в маточнике в засушливые годы. Так, например, в августе 2001 года водопотери листьев у подвоя СК2 были меньше, чем у подвоев ММ102 и М7.

В этой связи можно считать возможным использование подвоя СК2 на засушливых территориях.

Между тем в качестве диагностического критерия устойчивости плодовых растений к любому виду засухи (атмосферной или почвенной) более надежно применение универсального параметра – показателя активности генотипа (отношение РНК/ДНК в верхушечных меристемах побегов), определяющего функциональную активность организма в целом.

Принимая во внимание данное обстоятельство, нами была предпринята попытка оценить генотипические возможности полукарликов ММ102 и СК2 переносить водный дефицит. При этом коэффициент засухоустойчивости

(Кз) у подвоя ММ102 составил 23%, а у подвоя СК2 - 14%. Иными словами, их следует отнести в группу засухоустойчивых ($K_z < 25-30\%$).

Установлено, что в условиях водного дефицита длина и общая адсорбирующая поверхность корней у подвоя ММ102 в 1,3-1,4 раза больше по сравнению с аналогичными параметрами в контроле. Однако отмечено незначительное снижение их физиологической активности. В тех же условиях у подвоя СК2 обнаружено некоторое повышение поглотительной способности корневой системы (табл. 11).

Таблица 11 – Изменение размеров и физиологической активности корней у полукарликовых подвоев яблони при снижении влажности почвы (вегетационный опыт, июль 2003 г.)

Подвой	75-80% НВ				50-55 % НВ			
	Длин а, см	Адсорбирующая поверхность			Дли на, см	Адсорбирующая поверхность		
		обща я м ²	рабочая			обща я м ²	рабочая	
			м ²	% от общ ей			м ²	% от общ ей
ММ102	15,0	4,0	2,0	46	21,0	5,2	2,3	44
СК2	15,0	4,3	2,0	44	17,0	4,2	2,0	47

Полученные данные свидетельствуют о различных приспособительных перестройках в функционировании организма у подвоев ММ102 и СК2 при действии стресс-фактора. Так, при недостатке влаги в почве у подвоя СК2

отмечается повышение водоудерживающей способности листьев и поглотительной активности корней, в то время как у подвоя ММ102 зафиксировано увеличение размеров корневой системы, обеспечивающее возможность большего водопотребления в экстремальной ситуации.

Анализ особенностей водного обмена у карликовых подвоев М9, СК3 и СК4 в 2003 году выявил, что в начале вегетации они характеризовались приблизительно одинаковыми показателями водоудерживающей способности листьев при минимальном уровне влагообеспеченности (рис. 27).

В дальнейшем количество осадков постепенно возрастало, и с этим синхронно возрастала влажность почвы, что приводило к увеличению водоудерживающей способности листьев растений, и как следствие – к снижению их водопотерь.

Однако уменьшение количества осадков в период с июля по август и одновременное снижение влажности почвы в различных слоях привело к изменению функционального состояния растений, особенно у подвоев М9 и СК3. В указанный временной диапазон водопотери у них резко увеличились.

И только подвой СК4 характеризовался относительной стабильностью изучаемого показателя и даже некоторым его снижением в августе по сравнению с началом вегетации. Этот факт может свидетельствовать о большей засухоустойчивости данного подвоя в сравнении с контролем М9 и подвоем СК3.

Интересна следующая деталь: в сентябре 2003 года количество осадков в два раза превысило норму. Данное обстоятельство сопряжено с увеличением после летней засухи влажности почвы до оптимальных значений 75-80% НВ.

В связи со снятием стрессовых воздействий, начиная с августа, водопотери листьев у подвоя СК4 начинают увеличиваться. Что же касается подвоев М9 и СК3, то у них аналогичный эффект отмечается значительно раньше: еще во время засухи. Отмеченная особенность подвоя СК4 позволяет ему предотвращать перенасыщение клеток водой, что играет немаловажную роль в жизнедеятельности растений в экстремальных погодных условиях.

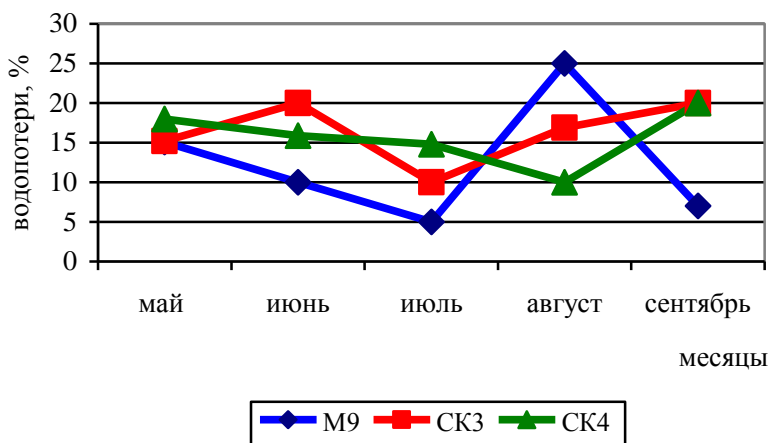


Рисунок 27 –Показатели водоудерживающей способности

листьев у карликовых подвоев яблони (маточник ОПХ «Центральное» СКЗНИИСиВ, закладки 1996 г., 2003 г.) (Дорошенко и др., 2004)

В то же время резкое увеличение водопотерь у СК4, по-видимому, связано и с прекращением вегетационного периода и соответственно с процессами старения растений. Этот факт может свидетельствовать о способности подвоя СК4 переносить ранние морозы в конце осени- начале зимы вследствие своевременного завершения периода вегетации и достаточной подготовки к периоду покоя.

Исходя из полученных данных, подвой СК4 хорошо приспосабливается к ритму изменения условий влагообеспеченности территории. К сожалению, это качество отсутствует у других изучаемых подвоев: М9 и СК3. По всей видимости, интродуцированный подвой М9 и подвой местной селекции СК3 в засушливых условиях требует дополнительного влагообеспечения.

Примечательно, что сорта яблони на подвое СК4 проявляли высокую засухоустойчивость.

Итак, в результате экспресс –оценки определены наиболее устойчивые к засухе сорта: яблони – *Аленушкино*, *Кубань спур*, *Ренет кубанский*, *Персиковое* (подвой М9), *Прима*, *Флорина*, *Либерти* (подвои М9 и ММ106); алычи - *Десертная*, *Кубанская комета* (подвой – сеянцы алычи). Весьма перспективны с точки зрения засухоустойчивости подвои яблони полукарликовый СК2 и карликовый СК4.

4.4. Комплексная оценка устойчивости сортов плодовых культур к совокупности неблагоприятных климатических факторов территорий (биолого-математическая модель)

Для окончательного заключения об оптимальном размещении того или иного сорта в определенных природных условиях необходимо располагать информацией о его устойчивости к действию основных на соответствующих территориях климатических стресс-факторов.

Для решения этой задачи создана (Дорошенко и др., 2005; Бардин, Дорошенко, Сатибалов, 2007) модель комплексной экологической оценки адаптивного потенциала плодовых растений:

$$КЭО = \frac{[1 - (ч_1 k_1 П_1 + ч_2 k_2 П_2 \dots + ч_{ni} k_n П_n)] + [1 - (ч_1 k_1 П_1 + ч_2 k_2 П_2 \dots + ч_{ni} k_n П_n)]}{2} \quad (4)$$

Где КЭО – коэффициент комплексной экологической оценки; n – номер климатического фактора; П_n – параметр снижения урожайности сорта при критических значениях климатического фактора; k_n – коэффициент устойчивости сорта к соответствующему климатическому стрессору; степень устойчивости растений к действию стресс-фактора определяется физиологическими способами; ч_{ni} – коэффициент частоты проявления соответствующего климатического стресс-фактора в конкретном агроклиматическом районе; i – номер агроклиматического района.

КЭО принимает значения в диапазоне от 0 до 1. Причем более высокая величина этого показателя свидетельствует о лучшей адаптации испытуемого сорта к действию многообразия абиотических стресс-факторов, проявляющихся с определенной частотой в данном агроклиматическом районе. Результаты расчета КЭО трех

сортов яблони для восьми агроклиматических районов Краснодарского края представлены на рис 28.

Исходя из полученных данных, отмеченные в первом, втором, третьем и четвертом агроклиматических районах неблагоприятные факторы среды (весенние заморозки, водный дефицит, повышенные температуры воздуха в летний период) губительны для сорта Голден Делишес (КЭО=0 - 0,20).. По-видимому, его возделывание на территориях с засушливым и жарким летом будет экономически оправдано лишь при использовании специальных агроприемов, нивелирующих потери урожая. Вместе с тем зарубежный сорт Флорина и, особенно, сорт селекции СКЗНИИСиВ Персиковое способны

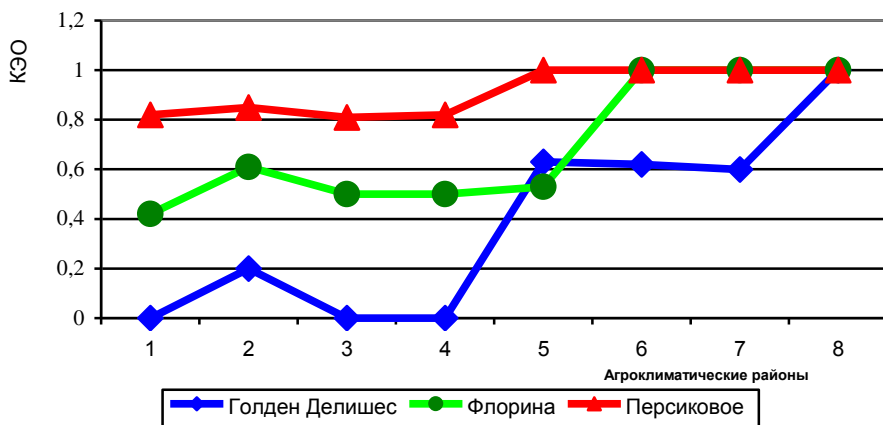


Рисунок 28 – Коэффициент комплексной экологической оценки сортов яблони в различных агроклиматических районах Краснодарского края

благополучно переносить часто повторяющиеся колебания температуры в зимне-весенний период, а также летние засухи и перегрев, что свидетельствует о перспективности их эффективного использования практически во всех агроклиматических районах Краснодарского края. Нам представляется, что доля таких сортов в насаждениях яблони Северного Кавказа должна неуклонно возрастать.

5. ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ФАКТОРАМ СРЕДЫ

Исходя из приведенных материалов, на юге нашей страны плодовые растения выращивают в самых разнообразных условиях. Во многих случаях эти условия складываются неблагоприятно для жизнедеятельности растительного организма (пониженные и повышенные температуры, недостаток воды и др), что приводит к резкому снижению урожая плодов. Поэтому вопросы повышения устойчивости растений приобретают все большее значение.

5.1. Влияние некорневого питания бором на повышение устойчивости яблони к заморозкам

В процессе оплодотворения яблони роль бора, как элемента питания, является доминантным. Он необходим для формирования жизнеспособной пыльцы, её прорастания и

роста пыльцевых трубок. Если бора не хватает до момента цветения или до начала образования семян, то завязь опадает. Кроме того, без бора нарушается процесс созревания семян (Школьник, 1939; Шеуджен, Алешин, 1996).

Однако на этом положительное действие бора не заканчивается. Особый интерес вызвало изучение его роли в повышении устойчивости растений к заморозкам.

В ходе эксперимента установлено, что некорневое питание яблони борной кислотой в концентрации 0,03% увеличивает жизнеспособность пыльцы в среднем в 1,8 раза по сравнению с контролем (обработка водой). Аналогичный результат наблюдается и при использовании борной кислоты в концентрации 0,1%. Снижение концентрации до 0,01% не обеспечивает сходного эффекта (рис. 29-31).

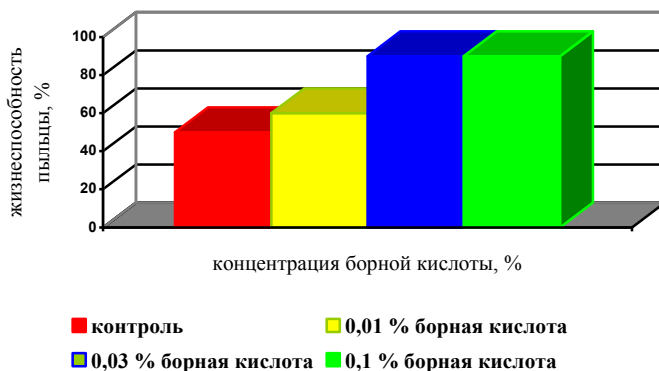


Рисунок 29 - Влияние некорневого питания борной кислотой на жизнеспособность пыльцы цветков яблони сорта Айдаред (сад учхоза «Кубань» КубГАУ, закладки 1997 г., 2004 г.)

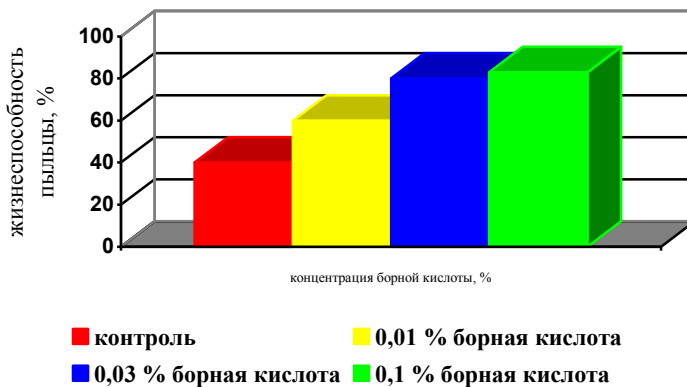


Рисунок 30 - Влияние концентрации борной кислоты на жизнеспособность пыльцы цветков яблони сорта Голден Делишес (сад учхоза «Кубань» КубГАУ, закладки 1997 г, 2004 г.)

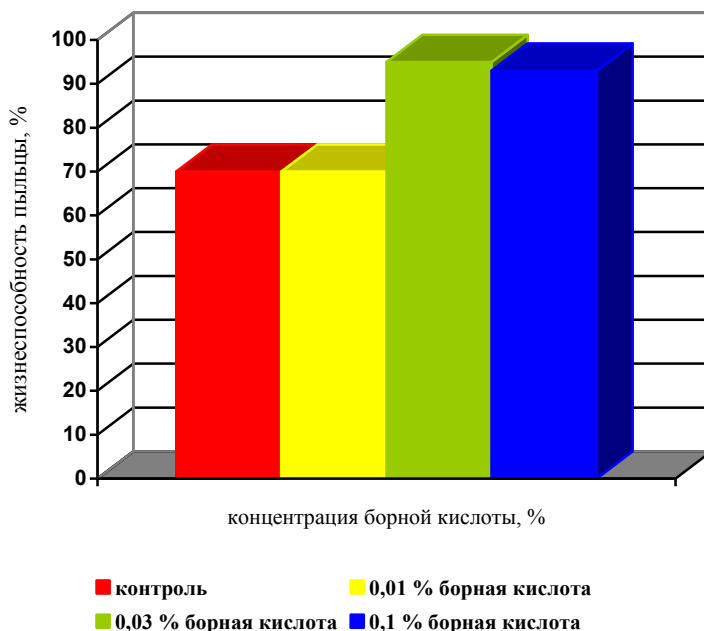


Рисунок 31 - Влияние концентрации борной кислоты на жизнеспособность пыльцы цветков яблони сорта Флорина (сад учхоза «Кубань» КубГАУ, закладки 1997 г., 2004 г.)

Так как борная кислота оказывает положительное влияние на фертильность пыльцы, логично предположить, что применение бора в преддверии прогнозируемых заморозков дает положительный эффект. В пользу этого предположения свидетельствуют данные таблицы 12.

Таблица 12 - Влияние концентрации борной кислоты*
на жизнеспособность пыльцы и пестика цветков
яблони сорта Айдаред при кратковременном
действии отрицательных температур
(сад учхоза «Кубань» КубГАУ закладки 1997 г., 2002 г.)

Вариант	Жизнеспособность пыльцы, %		Жизнеспособность пестика после промораживания, %
	до промораживания	после промораживания	
Вода (к)	50	20	0
Обработка борной кислотой, % 0,01	60	20	0
0,03	90	60	100
0,1	90	55	100
НСР ₀₅	4	10	6

* Обработка в фазу «выдвижение соцветия».

**Промораживание при температуре $-2,0 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$ в течение 3 часов в климатической камере «BINDER»

Из данных таблицы видно, что обработка бором увеличивает жизнеспособность пыльцы и пестика после промораживания, но этот эффект напрямую зависит от концентрации борной кислоты. Использование борной кислоты в концентрации 0,03% дает ощутимый эффект, способствуя увеличению фертильности пыльцы в 3 раза по сравнению с контролем и оставляя пестик жизнеспособным. Вместе с тем снижение концентрации до 0,01% не

обеспечивает должного эффекта, а увеличение её до 0,1% не приводит к адекватному улучшению результата.

Нами отмечена различная отзывчивость сортов яблони на действие борного удобрения. Реакция этих сортов на действие борной кислоты в концентрации 0,03% показана в таблице 13.

Таблица 13- Влияние некорневого питания борной кислотой* на жизнеспособность пыльцы и пестика цветков яблони при кратковременном действии отрицательных температур**

(сад учхоза «Кубань» КубГАУ, закладки 1997г., 2006г.)

Сорт	Вариант	Жизнеспособность пыльцы, %		Жизнеспособность пестика после промораживания, %
		до промораживания	после промораживания	
Айдаред	Вода (к)	60	25	10
Айдаред	Борная кислота	80	50	100
НСР ₀₅		4	3	6
Голден Делишес	Вода (к)	50	15	0
Голден Делишес	Борная кислота	80	70	80
НСР ₀₅		7	5	9
Флорина	Вода (к)	75	20	10
Флорина	Борная кислота	90	50	100
НСР ₀₅		4	7	5

* Концентрация 0,03%, фаза «выдвигание соцветия».

**Промораживание при температуре $-2,0 \pm 0,1^{\circ}\text{C}$, в течение 3 часов в климатической камере «BINDER»

Интенсивный сорт яблони Голден Делишес в большей степени подвержен негативному влиянию отрицательных температур. Однако применение некорневой подкормки борной кислотой в концентрации 0,03% повышает устойчивость одновременно и пыльцы и пестика к этому стресс-фактору.

Таким образом, исходя из полученных данных, оптимальная концентрация борной кислоты для повышения жизнеспособности пыльцы и пестика цветков при действии стрессора составляет 0,03%.

Еще больший эффект повышения заморозкоустойчивости цветков у различных сортов яблони получен при использовании борсодержащего удобрения «Бороплюс» (табл.14).

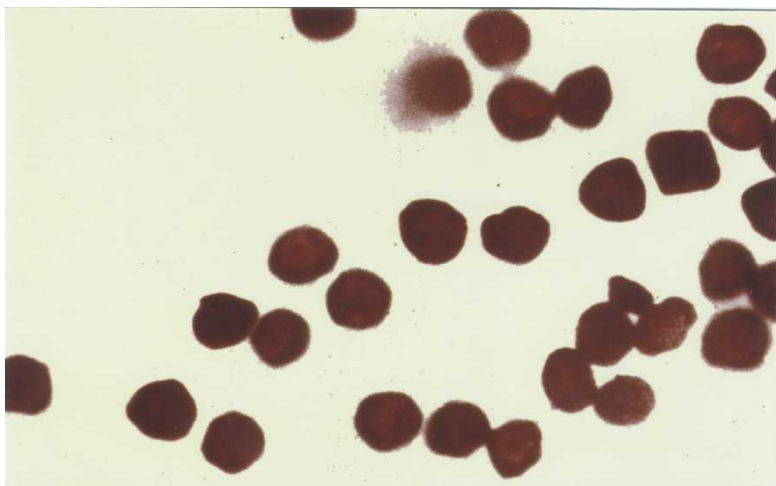
У необработанных борными удобрениями деревьев фертильность пыльцы после промораживания резко снижалась (рис. 32). Показатель фертильности пыльцы в контрольном варианте при действии стрессора в среднем в 3 раза ниже аналогичных показателей в вариантах с обработкой борными удобрениями. Использование препарата «Бороплюс» обеспечило лучшее сохранение жизнеспособности пыльцы и пестика после промораживания. Показатель жизнеспособности завязей в этом варианте превышал значения в варианте с применением борной кислоты у сорта Джонаголд в 3 раза, а у сорта Айдаред в 2,6 раза. Фертильность пыльцы в этом варианте опыта была выше на 4-27 % в сравнении с данным показателем в варианте «Борная кислота»

Таким образом, представленные данные убедительно доказывают перспективность использования некорневых подкормок растений яблони борными удобрениями в преддверии прогнозируемых весенних заморозков, обеспечивающих повышение их устойчивости к стрессору.

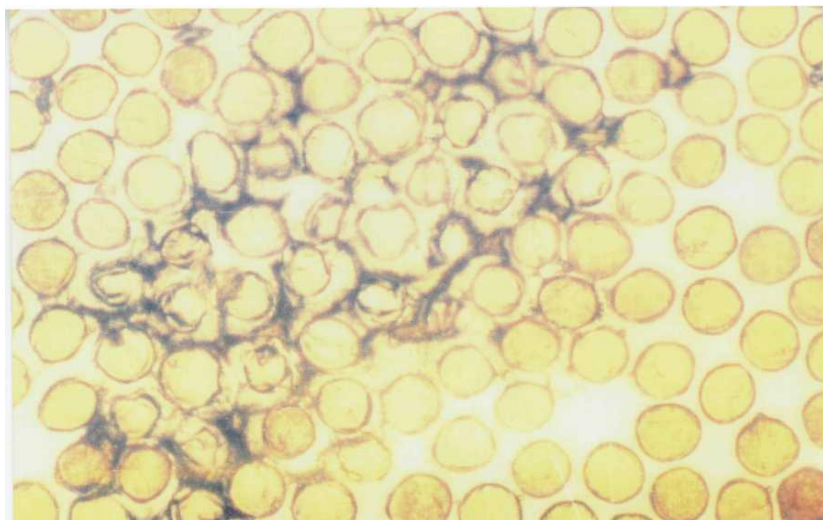
Таблица 14 - Влияние борных удобрений на жизнеспособность пыльцы и пестика цветков яблони при кратковременном действии отрицательных температур* (сад ЗАО «Агроном», закладки 1990г., 2007г.)

Сорт	Вариант	Жизнеспособность пыльцы, %		Жизнеспособность пестика после промораживания, %
		до промораживания	после промораживания	
Айдаред	Вода (к)	73	18	2
Айдаред	Борная кислота	95	58	35
Айдаред	«Бороплюс»	87	60	90
НСР ₀₅		2,4	1,8	3,6
Джонаголд	Вода (к)	65	15	0
Джонаголд	Борная кислота	86	51	15
Джонаголд	«Бороплюс»	83	65	45
НСР ₀₅		3,3	5,2	4,6

*Промораживание при температуре $-2 \pm 0,1\text{C}^0$ в течение 3 часов в климатической камере «BINDER»



А



Б

Рисунок 32 - Состояние частей цветка яблони после
воздействия низких температур ($- 2^{\circ}\text{C} \pm 0,1^{\circ}\text{C}$)
А – фертильная пыльца

Б – стерильная пыльца

5.2. Мульчирование приствольных полос как способ повышения устойчивости деревьев яблони к абиотическим стресс-факторам юга России

Общепризнано, что состояние водного режима растений, особенно в период их вегетации, существенно отражается на росте, развитии, продуктивности и качестве плодов.

Все организмы испытывают влияние экологических факторов. Поэтому основная «стратегия жизни» у растений – выработка приспособительных изменений строения и процессов жизнедеятельности, обеспечивающих их стабильное функционирование даже при действии стрессора.

В засушливых условиях, по мнению М.Д. Кушниренко (1970), Г.Н., Э.А.Гончаровой (1979), способность удерживать и экономно расходовать воду является защитно-приспособительной реакцией устойчивых плодовых растений, которая обусловлена целым рядом внутренних факторов.

Приспособительные изменения, происходящие в процессе длительной эволюции в определенных условиях, приводят к тому, что растение достигает состояния адаптации (Генкель, 1971)

Степень засухоустойчивости, под которой понимают способность растений при ограниченной обеспеченности влагой не снижать урожайность и сохранять продолжительность продуктивного периода, зависит от многих факторов (Максимов, 1950). Считается, что

устойчивые к засухе растения характеризуются высокой водоудерживающей способностью, которая коррелирует с содержанием коллоидно-связанной воды (Еремин и др., 2008). Основное действие засухи связано с процессом обезвоживания клеток.

Для успешного выращивания растений на юге России необходимо, прежде всего, подбирать сорта с высокой устойчивостью к засухе и жаре. Вместе с тем огромное значение имеют агроприемы, способствующие реализации отмеченных свойств.

В связи с недостаточной обеспеченностью деревьев яблони в южных регионах влагой возникла необходимость изучения влияния мульчирования почвы приствольных полос различными материалами на водный режим листьев (их оводненность и водоудерживающую способность).

Для решения такой задачи использовали лабораторный метод завядания листьев. Этот метод позволяет судить о степени выносливости растений к фактору обезвоживания (Кушниренко, 1970). По амплитуде и скорости изменения параметров водного режима в процессе завядания судили об относительной засухоустойчивости растений. В своих опытах мы определяли следующие параметры: общая оводненность и водный дефицит листьев до и после 4-часового завядания, потеря воды в процентах от исходного содержания в навеске через каждые 2 часа. Завядание листьев моделировали в климатической камере «BINDER» при температуре +35...37⁰С, которая наблюдается в период роста и созревания плодов на Кубани.

Растения яблони недостаточно устойчивы к засухе. Однако мульчирование почвы в приствольных полосах молодого сада (подвой М9) может значительно улучшить эту характеристику. В пользу данного заключения свидетельствуют результаты, приведенные в таблице 15.

Таблица 15 – Водный режим листьев яблони сорта Флорина в зависимости от способа содержания почвы в приствольных полосах (неорошаемый сад учхоза «Кубань» КубГАУ закладки 2005 г., схема посадки 5 x 3 м)

Вариант	Оводненность листьев, %			Водный дефицит, %		
	июнь	июль	август	июнь	июль	август
2007 г.						
Черный пар (к)	60,5	58,5	53,3	13,2	15,0	17,9
Мульчирование:						
солома	62,0	60,8	58,7	11,5	13,0	15,6
опилки	60,8	57,4	55,9	12,9	13,8	18,0
скошенная в ряду трава	58,4	55,2	50,2	14,5	15,7	28,3
скошенная в междурядьях зеленая масса «вика-овес»	58,7	56,1	52,1	12,0	13,7	19,6
НСР ₀₅	1,03	0,85	0,31	-	-	-
2008 г.						
Черный пар (к)	65,6	61,8	61,4	8,3	10,5	16,3
Мульчирование:						
солома	65,5	64,5	63,2	7,4	8,0	12,1
опилки	64,8	60,3	61,9	7,9	9,0	16,9
скошенная в ряду трава	63,5	57,1	52,1	9,3	10,7	21,8
скошенная в междурядьях	64,0	59,0	57,1	6,2	11,4	17,1

зеленая масса «вика-овес»							
НСР ₀₅	0,43	0,51	0,94	-	-	-	

Как показал эксперимент (почва - чернозем выщелоченный), оводненность листьев яблони сорта Флорина в июне, независимо от изучаемого варианта, довольно высока и составляет 58,4 – 65,6%.

Вместе с тем в течение летнего периода зафиксировано постепенное снижение рассматриваемого показателя, связанное с ослаблением водообеспеченности растительного организма. Отмечено также, что в зависимости от способа содержания почвы в приствольных полосах дерева яблони неодинаково реагируют на недостаток влаги.

Наибольший эффект уменьшения водного дефицита в листьях сорта Флорина, отмечаемого в засушливых условиях июля-августа, достигается при использовании в качестве мульчи соломы.

Действие летних стресс-факторов приводит к потере воды листьями. Однако мульчирование приствольных полос соломой и опилками обеспечивает стабилизацию водного режима растений яблони. В данном случае потеря воды листьями составила всего 2-3 %, что свидетельствует о повышении их водоудерживающей способности в этих вариантах опыта (рис. 33).

Следует отметить, что водный режим листьев в течение летнего периода при использовании в качестве мульчи соломы оставался благоприятным. В то же время изменение их оводненности было минимальным. В варианте, где в качестве мульчи применяли скошенную в ряду траву,

потеря влаги листьями оказалась максимальной и составила 8-11%, что на 13-53% больше по сравнению с контрольным вариантом.

Южный регион наряду с недостатком влаги характеризуется постоянным воздействием на растения высоких температур.

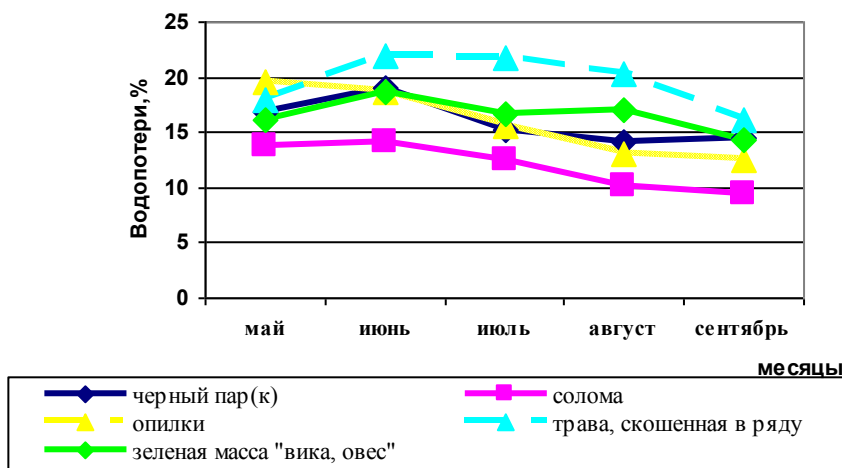


Рисунок 33 - Водопотери листьев яблони сорта Флорина течение вегетации, 2007г. в зависимости от способа содержания почвы в пристволевой полосе в.(неорошаемый сад учхоза «Кубань» КубГАУ закладки 2005 г., схема посадки 5 x 3 м)

Поэтому мы сочли необходимым проанализировать степень устойчивости растений яблони к

высокотемпературным стрессам при использовании мульчирования приствольных полос в насаждениях.

Определение жароустойчивости яблони сорта Флорина (подвой М9) проводили экспресс-методом Ф.Ф.Мацкова в модификации Крымской ОСС ВИР (Еремеев, 1972; Еремин и др., 2008).

При этом учитывали влияние на проявление данного свойства способа содержания почвы в приствольной полосе.

Как видно из данных, представленных в таблице 16, при увеличении температуры до 50 - 60⁰С в большей степени страдают от перегрева растения в контрольном варианте и в варианте, где в качестве мульчи используется скошенная в ряду трава. При мульчировании приствольных полос соломой деревья более устойчивы к действию стрессора.

Таблица 16 - Повреждение тканей листа у яблони сорта

Флорина при увеличении температуры в зависимости от способа содержания почвы в приствольных полосах, % (сад учхоза «Кубань» КубГАУ закладки 2005 г., 10.08.07 г)

Вариант	Температура, ⁰ С			Жароустойчивость
	50	55	60	
Черный пар (к)	1,4	4,9	24,4	Средняя
Мульчирование:				
солома	1,0	4,6	16,0	Высокая
опилки	0,7	4,8	18,4	Средняя
скошенная в ряду трава	0,6	5,8	24,0	Средняя
скошенная в	1,2	5,5	20,6	Средняя

междурядьях зеленая масса «вика – овес»				
--	--	--	--	--

Исходя из полученных результатов, мульчирование приствольных полос соломой позволит повысить влажность почвы, оптимизировать водный режим растений и тем самым способствовать повышению их засухо- и жароустойчивости.

К климатическим факторам, ограничивающим стабильное производство плодов на юге России, относятся не только высокие, но и низкие отрицательные температуры, проявляющиеся на разных этапах зимовки растений

Проведенные на кафедре плодоводства КубГАУ исследования свидетельствуют о достаточной для условий южного региона морозоустойчивости яблони сорта Флорина (Максимцова, 1999).

Между тем зима 2005/06 г. отличалась низкими январскими температурами, достигающими минус 34° С в прикубанской зоне садоводства (рис.34).

В эту зиму повреждения молодых деревьев сорта Флорина низкими отрицательными температурами были весьма существенны. Сильнее пострадали деревья в контрольном варианте: отмечено повреждение древесины на уровне 3-4 баллов, а коры 1-3 баллов. При этом камбий оставался живым.

В то же время повреждения тканей деревьев этого сорта яблони в варианте с соломой практически отсутствовали, а в варианте с опилками были незначительны.

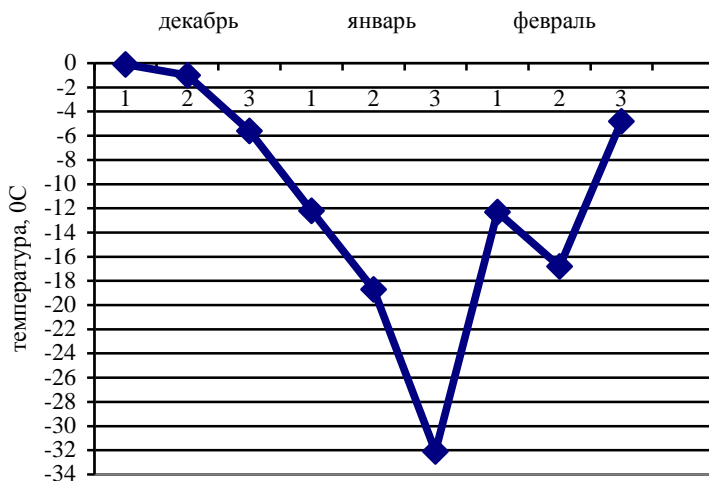


Рисунок 34 - Минимальные температуры воздуха в зимний период 2005/06 г. в г. Краснодаре

Таким образом, использование в молодых насаждениях яблони мульчирования приствольных полос соломой и опилками является эффективным способом повышения ее устойчивости к комплексу основных абиотических стресс-факторов южного региона: засухе, повышенным и низким отрицательным температурам воздуха.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По образному определению академика В.И.Эдельштейна: «агротехника без биологии слепа ...». Это заключение подчеркивает важность глубокого обоснования целесообразности использования любого технологического элемента, планируемого для внедрения в производство. Не исключение с этой точки зрения и подбор для специфических природных условий лучших сортов, подвоев плодовых культур и их сочетаний.

Наиболее емкой и весьма значимой характеристикой испытуемого сортимента является адаптивный потенциал растений. Для его точной оценки предложена совокупность физиолого-биохимических показателей, объективно отражающих функциональное состояние растительного организма в изменяющихся условиях среды, в том числе и при действии различных климатических стрессоров. По результатам такой оценки выделены сорта (подвои) плодовых культур, хорошо приспособленные к природным условиям юга России и устойчивые к специфическим для региона неблагоприятным климатическим факторам.

Совершенно очевидно, что представленный перечень не догма. Он может и должен быть дополнен наиболее удачными сочетаниями сортов и подвоев из числа районированных и перспективных, которые, как нам представляется, в недалеком будущем найдут «постоянную прописку» в насаждениях южной зоны. Более того, на отечественном рынке все чаще появляются новые сорта и подвои, привлекающие внимание производителей

своими хозяйственно-ценными признаками и свойствами. Им тоже предстоит дать объективную оценку.

В связи с этим проблема подбора лучших сортов (сорто-подвойных сочетаний) плодовых культур для садов южного региона будет существовать постоянно. Для ее успешного решения важно строго соблюдать систему комплексной оценки адаптивного потенциала плодовых растений и агроприемов его реализации, обеспечивающую стабильное ведение и повышение эффективности отрасли.

ЛИТЕРАТУРА*

Агафонов, Н.В. Главнейшие факторы внешней среды для плодовых и ягодных растений: Плодоводство / Н.В.Агафонов. – М.: Колос, 1979 С.141-170.

Агрэкология / Под ред. В.А.Черникова, А.И.Чекереса, - М. : «Колос», 2000. – 536 с.

Агрэкология. Методология, технология, экономика / Под ред. В.А.Черникова, А.И.Чекереса. – М.: «Колос», 2004. – 400 с.

Бабук, В.И. Влияние факторов внешней среды на жизнедеятельность плодовых растений / В.И. Бабук // Плодоводство. - М.: Агропромиздат, 1991. – С.67-76.

Возрождение садоводства России. Федеральная программа (1996-2010 гг); Проект. – М., 1995. – 146 с.

Гегечкори Б.С. Состояние и тенденции развития производственного потенциала в плодовом подкомплексе АПК Краснодарского края/ Б.С. Гегечкори, А.А.Кладь, Г.Б. Гегечкори // Агрэкологические основы устойчивого развития садоводства на Северном Кавказе: Тр./ КубГАУ. – 2005. – Вып.419(447). – С.112-132.

Генкель, П.А. Основные пути изучения физиологии засухоустойчивости растений / П.А. Генкель // Физиология засухоустойчивости растений. – М.: Наука, 1971. – С.5-27.

Генкель, П.А. Влияние засухи на растение / П.А.Генкель // Физиология сельскохозяйственных растений. Т 3, МГУ, 1967. – 405 с.

Гончарова, Э.А. Водный статус культурных растений и его диагностика / Э.А. Гончарова. – СПб: ВИР, 2005. – 112 с.

Горышина, Т.К. Экология растений: Учебное пособие / Т.К.Горышина. – М.: Высш.школа, 1979. – 296 с.

* - Список литературы приведен в сокращенном виде

Дорошенко, Т.Н. Подбор сортов и подвоев для садов юга России / Т.Н.Дорошенко, Н.И.Кондратенко. – Краснодар, 1998. – 215 с.

Дорошенко, Т.Н. Физиолого-экологические аспекты южного плодоводства / Т.Н. Дорошенко.- Краснодар: КубГАУ, 2000. – 235 с.

Дорошенко, Т.Н. Плодоводство с основами экологии: Учебник / Т.Н.Дорошенко. - Краснодар, 2002.-274с.

Дорошенко,Т.Н. Перспективы экологизации садоводства на юге России / Т.Н.Дорошенко // Проблемы экологизации современного садоводства и пути их решения. Материалы междунар. науч. конф. /КубГАУ. - Краснодар, 2004.- С. 67 -77.

Дорошенко Т.Н. Особенности реализации адаптивного потенциала слаборослых подвоев яблони в южном регионе России / Т.Н.Дорошенко, О.В.Пархоменко, Н.К.Шефоростова, Л.Н.Щербакова, Л.Д.Бадь, Э.В.Макрова // Проблемы экологизации современного садоводства и пути их решения. Материалы междунар. науч. конф. /КубГАУ. - Краснодар, 2004.- С. 161-183.

Дорошенко, Т.Н. Агроэкологические аспекты улучшения сортимента в садоводстве Северного Кавказа/ Т.Н.Дорошенко, А.В.Сатибалов, А.К.Бардин // Агроэкологические основы устойчивого развития садоводства на Северном Кавказе: Тр./ КубГАУ. – 2005. – Вып.419(447). – С.27-41.

Драгавцева, И.А. Анализ ресурсного потенциала земель Ставропольского края для возделывания плодовых культур / И.А.Драгавцева, Ю.И.Савин, С.В.Овечкин, и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2007. - 192 с.

Драгавцева, И.А. Методические рекомендации оценки степени пригодности земель Краснодарского края под плодовые культуры/ И.А.Драгавцева, Ю.И.Савин, Н.Н.Марченко и др. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2008. – 23 с.

Жученко А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства / А.А.Жученко, А.Д.Урсул. – Кишинев «Штиинца», 1983. – 303 с.

Жученко, А.А. Адаптивный потенциал культурных растений / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1988. – С. 127-129.

Жученко, А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельского хозяйства (концепция) / А.А. Жученко. – Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1994. – 148 с.

Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): Монографии / А.А.Жученко. – М.:Изд-во РУДН, 2001. Т.1. – 780 с.

Егоров, Е.А. Экономика промышленного садоводства / Егоров // Законодательное обеспечение развития садоводства в Российской Федерации: Сб.статей / ВСТИСП. – М., 2006. – 40-55.

Еремеев, Г.Н. Диагностика по сухостойкости плодовых культур // Г.Н.Еремеев, А.И.Лищук, Ю.П.Гузь. – Садоводство, Киев, 1972. – Вып. 16.

Еремин, Г.В. Физиологические особенности формирования адаптивности, продуктивности и качества плодов у косточковых культур в предгорной зоне Северо-Западного Кавказа / Г.В. Еремин, Л.Г.Семенова, Т.А.Гасанова: Под ред. Г.В.Еремина. – Майкоп. – Адыг. респ. кн. изд-во, 2008. – 210 с.

Еремин, Г.В. Оценка устойчивости плодовых культур к зимним оттепелям и возвратным морозам / Г.В. Еремин, Т.А.Гасанова // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям. – Л., 1988. – С. 170-173.

Кашин, В.И. Научные основы адаптивного садоводства / В.И.Кашин. – М.: Колос, 1995.-335с.

Кашин,В.И. История садоводства России/ В.И.Кашин. А.С. Косякин, В.А.Одинцов. – Рязань: Рус.Слово, 1999. – 446 с.

Кашин, В.И. Проблема научного обеспечения садоводства России / В.И. Кашин // Плодоводство и ягодоводство России: Сб.науч.-практ. работ/ВСТИСП.-М., 2003. – С. 3-37.

Кичина В.В. Селекция плодовых и ягодных культур на высокий уровень зимостойкости (концепция, приемы и методы) /В.В.Кичина. – М.: Агропромиздат, 1999. – 117 с.

Коровин, А.И. Растения и экстремальные температуры / А.И.Коровин. –Л.: Гидрометеиздат. - 1984. – 254 с.

Куликов, Научная и инновационно-инвестиционная стратегия развития плодово-ягодного подкомплекса АПК, резерв в формировании здорового организма человека в ХХ! Веке / Куликов // Законодательное обеспечение развития садоводства в Российской федерации: Сб.статей / ВСТИСП. – М., 2006. – с. 9-32.

Куренной, Н.М. Плодоводство / Н.М.Куренной, В.Ф.Колтунов, В.И.Черепашин. – М.: Агропромиздат, 1985. – 342 с.

Кушниренко, М.Д. Водный обмен и степень засухоустойчивости некоторых плодовых пород / М.Д.Кушниренко // Физиология растений, 1964. – Т. 2. - Вып. 3. – С. 487-495.

Кушниренко, М.Д. Методы изучения водного обмена и засухоустойчивости плодовых растений / М.Д. Кушниренко, Э.В.Гончарова, Е.М.Бондарь. – Кишинев, 1970. – 78 с.

Кушниренко, М.Д. Методы диагностики засухо- и жароустойчивости плодовых культур / М.Д.Кушниренко, Г.П.Курчатова // Физиол. основы адаптации многолетних культур к неблагоприятным факторам среды. – Кишинев, 1984. – С.241-245.

Лобанова, Г.А. Плодоводство / Г.А. Лобанова. – М., 1985. – 129 с.

Максимов Н.А. Влияние влажности почвы на рост и физиологические процессы у растений: Сб. науч.трудов. - Памяти академика Д.Н.Прянишникова / Н.А.Максимов, Е.И.Комизерков. – М.: Сельхозгиз. – 1950. – С. 5-18.

Максимцова, М.Э. Ранняя диагностика засухо- и морозоустойчивости сорто-подвойных комбинаций яблони в прикубаской зоне садоводства / М.Э.Максимцова, Т.Н. Дорошенко // Современ. Пробл. Науч. Обеспечения отраслей садоводства и виноградарства на пороге XXI века: Сб. науч. докл. отраслевой науки. – Краснодар, 1999. – С. 25-27.

Метлицкий З.А. Зимнее повреждение плодовых деревьев / З.А.Метлицкий. – М.: Сельхозгиз, 1956.

Плешков Б.П. Биохимия сельскохозяйственных растений / Б.П.Плешков. – М.: Колос, 1980. – 495 с

Плодоводство / Под ред. В.А.Колесников. – М.: 1979. – 415 с.

Потапов, В.А. Технология возделывания интенсивных яблоневых садов на слаборослых подвоях в средней зоне садоводства РСФСР / В.А.Потапов, Н.П.Гладышев и др.// Зимостойкие слаборослые клоновые подвои яблони: сб.ст. – Мичуринск, 1990. – С.247-268.

Проценко, Д.Ф. Влияние низких температур на распускающиеся почки и цветение некоторых плодовых растений / Д.Ф.Проценко //Сов. Ботаника. - 1993. - № 1. – С.61-68.

Савельев, Н.И.. Биохимический состав плодов и ягод и их пригодность для переработки/ Н.И.Савельев.,В.Г. Леонченко , Н.В.Макаров ,Н.В. Жбанова, Т.А.Черенкова. Мичуринска: изд-во ГНУ ВНИИГиСПР им. И.В.Мичурина Россельхозакадемии, 2004. – 124 с.

Савельев, Н.И. Новые конкурентоспособные сорта плодовых и ягодных культур / Н.И.Савельев // Законодательное обеспечение развития садоводства в Российской федерации: Сб.статей / ВСТИСП. – М., 2006. – С. 32-40.

Соловьева, М.А. Зимостойкость плодовых культур при разных условиях выращивания / М.А. Соловьева. –М.: Колос, 1967. – 239 с.

Соловьева, М.А. Атлас повреждения плодовых и ягодных культур морозами / М.А.Соловьева. – Киев: Урожай, 1988. – 48 с.

Тюрина, М.М. Механизм адаптации к повреждающим факторам холодного времени года у плодовых и ягодных культур / М.М.Тюрина // Биологический потенциал садовых растений и пути его реализации: Материалы междунар. конф. – М., 2000. – С.15-24.

Черепяхин В.И. Плодоводство / В.И.Черепяхин, В.И.Бабук, Г.К.Карпенчук. - М.: Агропромиздат, 1991. – 271 с.

Шеуджен, А.Х. Теория и практика применения микроудобрений в рисоводстве/ А.Х.Шеуджен, Н.Е.Алешин. – Майкоп, 1996. – 313 с.

Школьник М.Я. Роль и значение бора и других микроэлементов в жизни растений. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1939. – 222 с.

Якушкина, Н.И. Физиология растений: учебник для вузов / Н.И.Якушкина, Е.Ю. Бахтенко. – М.: Гуманитар. Изд. Центр ВЛАДОС, 2005. – 467 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. Адаптивный потенциал плодовых растений в связи с устойчивым развитием отрасли	5
2. Адаптация плодовых растений к меняющимся условиям внешней среды	18
2.1. Оценка возможности адаптации сортов плодовых культур к ритму температурных изменений на различных территориях.....	18
2.2. Сезонные адаптации к перенесению холодного периода... ..	26
3. Физиологические аспекты адаптации и устойчивости плодовых растений к повреждающим воздействиям	35
3.1. Зимостойкость и морозоустойчивость плодовых растений.....	36
3.2. Заморозки и плодовые растения.....	53
3.3. Плодовые растения и высокая температура.....	58
3.4. Устойчивость плодовых растений к засухе.....	60
3.5. Влияние переувлажнения на особенности роста и плодоношения плодовых пород.....	66
4. Диагностика устойчивости сортов и подвоев плодовых культур к абиотическим стресс-факторам юга России.....	71
4.1. Диагностика морозо- и заморозкоустойчивости плодовых культур.....	71
4.2. Экспресс-оценка устойчивости растений яблони к перегреву.....	83
4.3. Оценка устойчивости плодовых растений к	

засухе.....	91
4.4. Комплексная оценка устойчивости сортов пло- довых культур к совокупности неблагоприятных климатических факторов территорий (биолого- математическая модель).....	103
5. Пути повышения устойчивости плодовых растений к неблагоприятным факторам среды.....	106
5.1. Влияние некорневого питания бором на повышение устойчивости яблони к заморозкам.....	106
5.2. Мульчирование приствольных полос как способ повышения устойчивости деревьев яблони к абиотическим стресс-факторам юга России.....	114
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	121
ЛИТЕРАТУРА	124

ДОРОШЕНКО Татьяна Николаевна
ЗАХАРЧУК Николай Васильевич
РЯЗАНОВА Людмила Георгиевна

АДАПТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ
ПЛОДОВЫХ РАСТЕНИЙ
ЮГА РОССИИ

Подписано в печать 07.07.2010. Формат 60×84/16.

Уч.-изд. л. 8,10. Усл. печ. Л. 7,21

Тираж 1000 экз. Заказ № 10162.

Издательство ООО «Просвещение-Юг»
350059, г. Краснодар, ул. Селезнева, 2

Типография ООО «Просвещение-Юг»
350059, г. Краснодар, ул. Селезнева, 2. Тел./факс: 239-68-30

