

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Саратовский государственный аграрный университет
имени Н. И. Вавилова»

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПЛОДОВОДСТВЕ И
ВИНОГРАДАРСТВЕ

краткий курс лекций

для аспирантов III курса

Направление подготовки
35.06.01 Сельское хозяйство

Профиль подготовки
Плодоводство, виноградарство

Саратов 2014

Плодоводство, виноградарство: краткий курс лекций для аспирантов III курса направления подготовки 35.06.01.Сельское хозяйство, профиль подготовки Плодоводство, виноградарство / Ю.Б.Рябушкин // ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2014. – 44 с.

© Рябушкин Ю.Б. 2014

© ФГБОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2014

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕКЦИЯ 1. ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СОРТОИЗУЧЕНИЯ ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ И ОРЕХОПЛОДНЫХ КУЛЬТУР	3
ЛЕКЦИЯ 2. БИОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО ПЛОДОВОДСТВУ	11
ЛЕКЦИЯ 3. МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПИТОМНИКЕ	18
ЛЕКЦИЯ 4. ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР И СООТВЕТСТВИЯ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ ПОТЕНЦИАЛУ ТЕРРИТОРИИ	26
ЛЕКЦИЯ 5. ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ СОРТОВ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПО ИНТЕНСИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ.	39

ЛЕКЦИЯ 1

ТЕМА: ОБЩИЕ ВОПРОСЫ СОРТОИЗУЧЕНИЯ ПЛОДОВЫХ, ЯГОДНЫХ И ОРЕХОПЛОДНЫХ КУЛЬТУР

ВОПРОСЫ:

1. Цели и задачи сортоизучения
2. Сортообмен и интродукция
3. Формы и методы изучения сортов
4. Общие принципы организации исследований по сортоизучению

1. Цели и задачи сортоизучения

Роль сорта как средства сельскохозяйственного производства трудно переоценить. Именно наличие соответствующих сортов позволяет совершенствовать технологию возделывания любой культуры. Новые сорта - тот "локомотив", который подвигает производство по пути экологизации и интенсификации к созданию адаптивных высокопродуктивных садов. Выведение и внедрение сортов с ранее недостижимыми признаками (например, самоплодных или обладающих иммунитетом к вредителям и болезням) позволяет внести кардинальные коррективы в существующие технологии закладки товарных насаждений или выпуска оздоровленного посадочного материала.

Вместе с тем предела совершенствования сортимента не существует. Это процесс непрерывный, так как со временем меняются требования к сортам, рождаются новые селекционные идеи, воплощающиеся в новых сортах, и просто, у любого сорта всегда найдется признак, который следует улучшить. Меняются и условия производства в ответ на антропогенное влияние на условия окружающей среды, а также в силу множества глобальных причин, определяющих развитие жизни на Земле.

Целью сортоизучения является выявление биологического, производственного и селекционного потенциала мирового сортового разнообразия культуры и разработка путей его наиболее эффективного использования для удовлетворения соответствующих потребностей человека, а также сохранения и процветания всех видов плодовых растений как неотъемлемой части мировой флоры.

Отсюда в задачи сортоизучения входит следующее:

- 1) сбор, сохранение и поддержание в живом виде наиболее полных коллекций, отражающих генетическое и сортовое разнообразие той или иной плодовой культуры;
- 2) изучение биологии развития и плодоношения, соответствия биологических особенностей сортообразцов природно-климатическим условиям того или иного региона;

- 3) выявление требований сорта к агротехнике возделывания, в том числе местоположению, почвенным условиям, подвоям, обрезке и т.д.;
- 4) оценка пригодности сортов для выращивания по интенсивным, ресурсосберегающим, экологически безопасным технологиям и для адаптивного садоводства;
- 5) разработка, оценка и выявление наиболее экономически целесообразных сочетаний сортов для совместного выращивания в группах, обеспечивающих стабильное ежегодное получение продукции данной породы вне зависимости от варьирования условий окружающей среды;
- 6) определение экономической целесообразности и эффективности возделывания сорта;
- 7) разработка и внедрение методов обеспечения максимальной константности и однородности сортов и сортотипов, совершенствование приемов их апробации и идентификации;
- 8) изучение генетического происхождения сортов и сохранение генетического разнообразия при производственном и селекционном использовании сортов;
- 9) оценка сортов и видообразцов в качестве источников и доноров для дальнейшего использования в селекции;
- 10) оценка сортообразцов по комплексу хозяйственно-ценных признаков и выделение лучших из них для использования в товарном и любительском садоводстве;
- 11) определение ареала возделывания сорта и прогнозирование его изменений на основе порайонного изучения биологического и производственно-хозяйственного потенциала, обобщения данных государственного и производственного сортоиспытания;
- 12) рекомендация сортов для внесения в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию (районирование) по этому или иному региону, а также для включения в государственное испытание.

2. Сортообмен и интродукция

Сортовые и видовые ресурсы плодовых и ягодных культур сосредоточены в научных учреждениях и прежде всего в тех из них, где ведутся активные селекционные программы. Помологические коллекции по любой породе включают местные сорта народной селекции, интродуцированные из разных стран и регионов зарубежные и отечественные сорта, элитные, отборные сеянцы и сорта собственной селекции, видообразцы родственных видов дикой флоры, отдаленные гибриды, мутанты, полиплоиды, комплексные доноры для селекции.

Главное методическое требование при создании, сохранении и поддержании в живом виде таких коллекций - точная идентификация каждого образца, выполненная в настоящее время по морфологическому описанию, а в будущем на основании белковых маркеров.

Помологические коллекции находятся в постоянном движении. Они пополняются новыми, ценными для селекции и производства образцами и в то же время ряд сортов и форм уничтожается, если на смену им созданы более совершенные, или если они погибли, как неприспособленные к произрастанию в данных почвенно-климатических условиях. Создаются новые сорта как результат собственной селекции.

В каждом селекционном научном учреждении должны иметься генетические коллекции по породам, включенным в селекционную программу, и должно быть обеспечено максимальное генетическое разнообразие сортовых ресурсов.

Поэтому между отечественными и зарубежными научными учреждениями, как правило, в рамках двусторонних договоров о безвозмездном научном обмене информацией и растительным материалом идет постоянный обмен новыми сортами, видообразцами, источниками и донорами для селекции. Такой обмен, а также интродукция новых сортов из-за рубежа через интродукционно-карантинные питомники, позволяют селекционерам и сортоведам при оценке материала не замыкаться в ограниченных во времени и пространстве рамках, а делать более обоснованные обобщения с учетом наличия мировых растительных ресурсов и последних достижений селекции, использовать в селекционных программах наиболее эффективные доноры.

Сохранению подлинных названий сортов, их авторства, происхождения, служат единые обязательные унифицированные формы записей сортовых поступлений (форма 1), сортовых насаждений (форма 2) и сортовых отправок (форма 3), которые с некоторой модификацией приемлемы для любой породы и по каждой породе ведутся отдельно, со своей нумерацией образцов.

Подлинность присланного или отправляемого сортообразца должна быть подтверждена сортовым свидетельством. В тех случаях, когда обмениваются материалом, идентификационные признаки которого еще не опубликованы или не будут публиковаться (доноры, отдаленные гибриды и т.д.), желательно, чтобы отправитель их выслал в адрес получателя материала для предотвращения всяких возможностей ошибки в идентификации.

Нельзя обмениваться материалом, зараженным вредителями и болезнями, входящими в реестры карантинных в той области, куда он направлен (например, неприемлемо высылать черенки сортов, зараженных калифорнийской щитовкой или шаркой сливы в те регионы, где их еще нет). Нельзя высылать материал, не обеззараженный от вирусной или микоплазменной инфекции, а также зараженный нематодами, клещами и другими вредителями, основным путем распространения которых является размножение с посадочным материалом. Здоровье объектов обмена и интродукции должно быть подтверждено карантинным сертификатом, а сортообразцы, пришедшие из-за рубежа, должны проходить карантинное обследование.

Определенное исключение из данного правила составляет растительный материал, полученный с применением методик микроклонального размножения, передаваемый пробирками с укорененными растениями на искусственной питательной среде. Для большей гарантии отсутствия инфекции все же желательно и эти образцы проверить на наличие вирусов и микоплазм прививкой на индикаторы.

2. Формы и методы изучения сортов

Производственно-биологическое изучение сортов, видооб-разцов, отдаленных гибридов, мутантов и полиплоидов пло-дох, ягодных и орехоплодных культур в настоящее время ведется в следующих формах:

1. Коллекционное сортоизучение, выполняемое по сокращенной программе научными учреждениями.
2. Первичное сортоизучение, проводимое по полной программе с целью выделения наиболее ценных по комплексу хозяйственно-полезных свойств сортов для товарного, любительского садоводства и селекции. Первичное изучение предполагает наиболее полное изучение сортов по всем морфологическим, биологическим и хозяйственным признакам.
3. Государственное сортоиспытание, организуемое Государственной комиссией РФ по испытанию и охране селекционных достижений при Министерстве сельского хозяйства и продовольствия Российской Федерации. Оно проводится как испытание на отличимость, однородность и стабильность по методикам УПОВ (Международного Союза по охране новых сортов растений) и как испытание на допуск селекционного достижения к использованию по методике государственного испытания плодовых, ягодных культур и винограда, изданной в 1970 г. (выпуск V) на государственных сортоучастках, расположенных в 12 регионах России. Сорт может проходить испытание на допуск к использованию сразу в одном или нескольких регионах.
4. Производственное сортоиспытание, которое проводится в садах научных учреждений и специализированных садоводческих хозяйствах разных форм собственности на основании договоров. При производственном сортоиспытании уточняются требования сортов к агротехнике возделывания, разрабатываются варианты сочетаний сортов, обеспечивающих стабильность плодоношения в экстремальных ситуациях.
5. Экспедиционное (маршрутное) обследование сортов может быть общероссийского, республиканского или областного масштаба, сплошное или выборочное. Также различными могут быть и параметры, по которым требуется оценить сорта в зависимости от учреждения, которое собирает информацию (органы статистики, органы управления сельского хозяйства и т.д.).
6. Анкетное изучение сортов как метод обобщения массового выращивания их в товарном и любительском садоводстве.

3. Общие принципы организации исследований по сортоизучению

Сортоизучение с методической точки зрения представляет собой частный случай полевого опыта с многолетними плодовыми растениями со всеми вытекающими отсюда последствиями (длительность периода накопления и сбора информации, невозможность сменить занятый опытом участок или заменить растения до окончания опыта, необходимость размещения опыта на сравнительно большой площади при стремлении к разумному ее ограничению с сохранением возможности извлечения максимума достоверной информации и т.д.).

Основным объектом исследований в сортоизучении являются сорта. Поэтому как можно раньше, как только позволит выполнить эту работу состояние и возраст растений, должны быть проведены идентификация (установление соответствия типу сорта) и апробация (определение наличия примесей). Этим сразу будут однозначно решены многие проблемы в отношении того или иного толкования результатов опытов, например, по поражению сортов вредителями и болезнями.

При планировании опыта, его закладке и выполнении учетов в число основных и очень трудных задач входит обеспечение единообразия всех внешних факторов для каждого из сортов. Каждому сорту должны быть предоставлены равные с другими возможности проявить свой наследственный потенциал в данной почвенно-климатической зоне. В идеале итогом сортоизучения должно быть наиболее полное выявление объективных различий в поведении сортов, обусловленных только их генетическими различиями и соответствием их требований (длина вегетационного периода, сумма положительных температур, особенности перезимовки и т.д.) почвенно-климатическим параметрам региона (участок закладки опытов должен быть типичным для зоны).

В действительности иногда добавляются существенно искажающие реальность различия, связанные с местоположением сорта на участке (например, вблизи или вдали от садозащитной полосы), с варьированием почвенного плодородия и выравниванию земельной площади, поскольку при большом наборе сортов в опыте трудно выбрать участок, плодородие почвы на котором одинаково в любой его точке. Другим фактором, влияющим на обеспечение единообразия условий внешней среды, является изменчивость самого растительного материала, взятого в опыт. Хотя общим правилом служит обязательность изучения всех сортов на одном подвое, для новых сортов всегда есть вероятность ошибки в выборе подвоя просто из-за отсутствия соответствующей информации. Кроме того, сила роста и развития сортов в питомнике неодинакова и несмотря на отбор для закладки опытов саженцев с примерно одинаковой силой развития, всегда остается нерешенным вопрос, не предоставляем ли мы таким образом некоторую фору сортам, склонным к тугорослости на ранних этапах развития и, наоборот, не препятствуем ли в проявлении особенностей, связанных с

сильнорослостью и ускоренным темпом развития сортам, для которых это характерно?

Следующая группа факторов, влияющих на обеспечение равных возможностей для всех участвующих в опытах сортов, так или иначе связана с квалификацией кадров. Разная квалификация рабочих-обрезчиков может существенно исказить результаты сортоизучения, если они обрезают разные сорта. Степень обученности научно-технического персонала, особенно при выполнении глазомерных учетов (балльная оценка), может быть причиной необъективной оценки разных вариантов опыта.

Эмпирически, опираясь на специальные методические разработки, были предложены достаточно приемлемые для всех сортоиспытателей приемы, применение которых значительно снижает влияние случайных факторов на объективную оценку сортов. Прежде всего это закладка опытов рендомизированными блоками, когда общую площадь делят на число блоков, равное числу повторений, и каждый блок состоит из делянок, заложенных одним сортом с рендомизированным (случайным) порядком размещения сортов внутри блока-повторения. Делянки должны быть узкими (1-2 ряда растений испытываемого сорта) и длинными (5-12 растений), что позволит составить компактные блоки.

Принятой системы блоков-повторений целесообразно придерживаться в течение всего периода опыта как при проведении агротехнических мероприятий (обрезка, прополка, борьба с вредителями и болезнями, уборка урожая и т.д.), так и при проведении учетов. Так, вполне возможно, что в один день нельзя выполнить какое-либо агротехническое мероприятие. Тогда желательно ограничиться одной или двумя повторностями, но целиком. В этом случае любой эффект срока сбора, опрыскивания или прополки будет связан с повторностями и исключен из статистического анализа вместе с эффектами положения. Индивидуальные различия в работе по визуальной оценке степени выраженности признака не принесут вреда, если за каждым регистратором закрепить повторность с полным набором изучаемых сортов. В большинстве случаев при визуальной оценке степени выраженности того или иного признака используется унифицированная шкала, градация которой соответствует 5 категориям (баллам), где 1 балл - очень слабая степень проявления признака, 3 балла - средняя степень, а 5 баллов - максимальный уровень признака. Соответственно, 2 - это меньше среднего, а 4 - выше среднего, но не в максимальной степени. До начала учетов целесообразно проконтролировать исполнителей, насколько четко они представляют различия в пределах среднего балла, выше среднего или ниже среднего. Использование 10-балльных шкал эффективно только при работе опытных высококвалифицированных, объективных в отношении результатов опыта исполнителей.

В сортоиспытании изучаемые сорта сравниваются по комплексу хозяйственно-ценных признаков с контрольными, в качестве которых берутся лучшие районированные в одном регионе сорта того же срока созревания, что и включенные в опыт. Поэтому еще до закладки опытов есть

необходимость сгруппировать сорта в соответствии со сроками созревания и дальнейшее сравнение вести внутри групп. К числу перспективных, как правило, относят сортообразцы, превышающие уровень районированных сортов по урожайности, качеству продукции, стабильности плодоношения и устойчивости к абиотическим и биотическим неблагоприятным условиям среды.

Но сортоизучение плодовых культур - процесс длительный, по отдельным породам он продолжается более 10 лет. Поэтому, чтобы иметь объективную оценку действительной конкурентоспособности сорта, его надо сравнивать не только с районированным сортом, который уже могут и заменить к концу испытаний, а с показателями лучших, взятых в опыт сортов (использование "плавающего" или опережающего контроля). Если новый сорт на 10 % достоверно превышает по экономической эффективности все, включенные в опыт новые сорта, его конкурентоспособность достаточно высока, особенно при наличии нескольких положительных признаков. Если же по многолетним учетам экономическая эффективность нового сорта достоверно не превышает средней эффективности выращивания всего того поколения сортов, к которому он принадлежит, чтобы войти в число конкурентоспособных, у него должны быть еще какие-либо очень веские преимущества в сравнении со всей группой испытываемых сортов (исключительно высокое качество плодов, наибольшая стабильность плодоношения, иммунитет к наиболее распространенным вредителям и болезням и т.д.). Такой подход в выборе контролей и оценке результатов сортоиспытания позволяет быстрее и эффективнее вести сортообновление, чем при сравнении только с районированными сортами.

Кроме того, если 2-3 сорта близки по комплексу хозяйственно-ценных качеств и экономической эффективности, но отличаются генетическим происхождением, желательно в сортименте оставить все из них, чтобы сохранить и поддержать генетическое разнообразие внутри породы.

Следует считать конкурентоспособными и те иммунные к наиболее распространенным болезням и вредителям сорта, выращивание которых ведет к существенному сокращению применения пестицидов. Экономическая эффективность их при равной урожайности с контрольным сортом или со средним урожаем группы новых сортов будет выше за счет экономии на средствах защиты и более высокой стоимости продукции, выращенной без применения ядохимикатов.

Ни один из опытов по сортоизучению нельзя в точности повторить во времени и пространстве, поскольку нельзя полностью смоделировать условия жизни плодовых растений в течение ряда лет. Каждый опыт может рассматриваться только в отдельности. Но в то же время, чтобы получить более объективную оценку сорта, определить ареал его возделывания, перспективные для хозяйственного использования сорта целесообразно испытать на разных участках и в разных регионах. Сочетание полевой и лабораторных оценок некоторых параметров (компонентов зимостойкости, устойчивости к вредителям и болезням) позволит выявить максимальные

уровни проявления этих признаков, что также может быть полезным при уточнении направлений распространения и использования сорта в производстве, любительском садоводстве и селекции.

При анализе многолетних результатов сортоизучения всегда следует учитывать, что по существу, здесь нет однофакторного опыта в прямом понимании этого явления, а всегда к показателям сорта добавлены результаты взаимодействий сорт - возраст растений и сорт - условия года. И если эти взаимодействия не удастся проанализировать в отдельности, то приходится анализировать их конечные результаты в наложении.

ЛЕКЦИЯ 2

ТЕМА: БИОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ПО ПЛОДОВОДСТВУ

ВОПРОСЫ:

1. Значение биометрических методов в сортоведческих работах
2. Стандартное отклонение, стандартная ошибка и критерий существенности разности
3. Сравнительная оценка сортов
4. Проверка существенности разности при альтернативной изменчивости

1. Значение биометрических методов в сортоведческих работах

При изучении сортов плодовых растений и ягодников приходится встречаться со свойствами, которые выражаются в цифрах. К их числу принадлежит урожайность. Сюда же должны быть отнесены и такие свойства, которые принято характеризовать путем балльной оценки (как, например, зимостойкость).

Характеризующие определенный сорт цифровые показатели изменчивы. Так, например, урожай, собираемый нами с различных деревьев одного и того же сорта, не бывает одинаков, а варьирует в каких-то, обусловленных генотипом сорта пределах. Неодинаковы урожаи, собираемые с одного и того же дерева в различные, хотя бы и урожайные годы, и т.д. Обуславливается это варьирование действием различных случайных, не связанных со свойствами сорта причин: невозможностью создать абсолютно выравненные условия в пределах опытного участка, генетической неоднородностью подвоев (если последние не являются клоповыми, а получены путем посева семян), неодинаковостью метеорологических условий в различные годы и т.д.

Разность между характеризующими два сорта средними арифметическими лишь в том случае может считаться существенной, т. е. действительно обусловленной свойствами этих сортов если будет доказано, что она выходит за пределы варьирования вызываемого случайными причинами. Это заставляет обращаться в сортоведческих работах, как и при проведении различных других биологических и агрономических экспериментов, к помощи вариационной статистики, получившей в приложении к биологическим объектам название биометрии.

2. Стандартное отклонение, стандартная ошибка и критерий существенности разности

Степень варьирования характеризует числовой показатель, носящий название среднего квадратического или стандартного отклонения отдельного наблюдения. Он может быть вычислен по формуле:

где s - искомое стандартное отклонение,

Z - знак суммирования,

X (X_1, X_2, X_3 и т.д.) - цифровые выражения изучаемого признака (у различных деревьев одного сорта, в различных повторениях одного опытного варианта и т.д.),

\bar{x} - среднее арифметическое,

n - общее число единиц учета (деревьев, повторений одного опытного варианта и т. п.).

Для решения вопроса о существенности разности между средними арифметическими необходимо найти стандартное отклонение (называемое также стандартной ошибкой) среднего арифметического. Эта величина, обозначаемая $s_{\bar{x}}$, вычисляется по формуле:

Стандартная ошибка указывает пределы, в которых варьирует среднее арифметическое. Предположим, что с дерева яблони было собрано несколько тысяч плодов. Плоды эти были взвешены каждый в отдельности и найдено среднее арифметическое веса плодов всей совокупности. После этого вычислены средние арифметические первой сотни случайно взятых плодов, второй сотни и т.д. Полученные средние арифметические отдельных выборок, т. е. отдельных сотен будут в каких-то пределах варьировать вокруг среднего арифметического всей совокупности.

При изучении сортов мы всегда имеем дело с ограниченным количеством растений, т. е. с выборкой из общей совокупности. Установлено, что при достаточно большом числе единиц учета в 99,7% случаев средние арифметические отдельных выборок укладываются в пределах $\bar{x} \pm 3 s_{\bar{x}}$. Здесь \bar{x} - среднее арифметическое всей совокупности. Следовательно, если разность между средним арифметическим всей совокупности и средним арифметическим какой-то неизвестной нам выборки равна утроенной ошибке среднего арифметического, можно с достаточной степенью уверенности утверждать о принадлежности последней выборки к другому вариационному ряду (вероятность ошибки в этом случае незначительна, составляет 0,3 %).

Еще с большей уверенностью можно утверждать, что неизвестная нам выборка не принадлежит к данному вариационному ряду, если разность между средними арифметическими выходит за пределы утроенной ошибки. В пределах $\bar{x} \pm 2 s_{\bar{x}}$ укладывается значительное количество (95,5%) возможных средних арифметических отдельных выборок. Поэтому с небольшой вероятностью ошибки (4,5%) можно полагать о принадлежности неизвестной нам выборки к другому вариационному ряду, если разность между средними арифметическими равна удвоенной ошибке. Когда разность

меньше удвоенной ошибки, вероятность того, что неизвестная нам выборка взята из того же вариационного ряда, возрастает: ее принадлежность к другому вариационному ряду в таких случаях нельзя считать доказанной.

Из всего только что сказанного вытекает, что зная стандартную ошибку, можно судить о существенности или несущественности разности между двумя средними арифметическими. Но, поскольку сопоставлению подвергаются два вариационных ряда (в сортоведческих работах это - вариационные ряды двух, подвергаемых сравнительной оценке, сортов), требуется найти соотношение между разностью средних арифметических и ошибкой разности. Последняя вычисляется по формуле

где s_d - искомая ошибка разности,
 s_{x_1} - ошибка первого среднего арифметического,
 s_{x_2} - ошибка второго среднего арифметического.

Если число единиц учета в каждом из вариантов незначительно (не больше 20) и при этом неодинаково, для вычисления ошибки разности следует пользоваться формулой:

$$S_D =$$

где n_1 и n_2 - число единиц учета при вычислении x_1 и x_2 .
 Критерий существенности разности t вычисляется по формуле:

$$t =$$

где x_1 и x_2 - сопоставляемые одно с другим средние арифметические.

Если t - не меньше трех, можно с достаточной уверенностью, с весьма малой вероятностью ошибиться, утверждать о том, что разность между сопоставляемыми с ними арифметическими не случайна. С несколько большей вероятностью ошибки, но все же с приемлемой при проведении многих опытов степенью уверенности можно утверждать о существенности разности, если t находится в пределах между 2 и 3. Если t меньше двух, существенность разности считается недоказанной.

Приведенная выше формула для вычисления ошибки разности применима лишь при сопоставлении вариационных рядов несопряженных, варьирование в которых происходит независимо. При вариационных рядах сопряженных ошибка разности уменьшается. Как пример сопряженного варьирования, можно привести урожаи с одних и тех же деревьев двух разных сортов в различные годы. Благоприятные условия предшествующего сезона и физиологическое состояние деревьев в предыдущем году, способствовавшие закладке цветочных почек, вызывают у обоих сортов отклонение урожаев от среднего в положительную, неблагоприятные условия - в отрицательную сторону.

Применение биометрической обработки цифровых данных должно сочетаться с осуществлением всех мероприятий, направленных на снижение варьирования от случайных причин и на достижение максимальной степени сравнимости различных опытных вариантов (ровный рельеф и однородность почвы в пределах опытного участка, одинаковые условия освещения, одновременность проведения агротехнических мероприятий и т.д.). Пестрота опытного участка, неодновременность мероприятий по уходу за растениями и т.п. могут привести к тому, что варьирование от случайных причин будет перекрывать сортовые различия, которые вследствие этого окажутся невыявленными.

Однородность условия, в которых размещаются сравниваемые между собой сорта, у многолетних древесных растений имеет еще большее значение, чем при работе с растениями однолетними. Вследствие того, что деревья после посадки в сад остаются в течение всей своей дальнейшей жизни на одном месте, действие специфических условий той части участка, на которой они оказались, выявить труднее и результат этого влияния может быть ошибочно приписан свойствам сорта. Недопустимо сравнение урожайности двух сортов в одном и том же году, если этот год для одного из них является урожайным, а для другого неурожайным.

У семечковых плодовых растений необходимо принимать во внимание существование резких различий во времени вступления в плодоношение у разных сортов. Нельзя прийти к правильному выводу, сопоставляя урожай двух сортов, из которых один уже плодоносит в течение ряда лет, а другой только начинает приносить первые плоды.

Одинакового возраста деревьев у взятых сортов в таких случаях еще недостаточно для того, чтобы обеспечить правильность сравнения. Не следует забывать о том, что обращение к помощи математики принесет пользу только при условии правильного подхода к сравнительной оценке сортов с биологической и агрономической точек зрения.

4. Сравнительная оценка сортов

Применяются различные методы оценки существенности разности между средними значениями. Не требует особенно громоздких вычислений метод сравнения совокупностей с попарно связанными вариантами.

Данные учетов берутся за ряд лет. Увеличение длительности периода, за который были получены цифровые данные, повышает точность сравнения. По каждому сорту вычисляется среднее на дерево или куст в каждом отдельном году (средний урожай, средний балл зимостойкости и т.д.). Для каждого года находится разность между средними изучаемого сорта и того сорта, который взят в качестве контроля. Полученные при этом для различных годов разности, конечно, варьируют. Как уже было отмечено выше, здесь мы имеем пример сопряженного варьирования, благодаря чему повышается точность сравнения. При сопоставлении подобного рода

сопряженных вариационных рядов стандартная ошибка среднего значения разности вычисляется по формуле:

где D_i (D_1, D_2, D_3 и т.д.) - разности между изучаемым и контрольным сортами в отдельные годы;

\bar{D} - средняя разность между изучаемым и контрольным сортами за все годы проведения учетов.

При нахождении средней разности за все годы \bar{D} отдельные разности (D_1, D_2, D_3 и т.д.) суммируются с учетом их положительного или отрицательного знака.

Средняя разность между изучаемыми сортами сопоставляется с ее ошибкой путем вычисления критерия существенности разности по формуле:

$t =$

Выше было отмечено, что при $t = 3$ можно с высокой степенью уверенности считать существенность разности доказанной, а во многих случаях нас может удовлетворить и t , равное 2. Но этот вывод основывается на математической закономерности, проявляющейся лишь при достаточно большом числе единиц учета. В нашем примере это потребовало бы характеризующих разные сорта цифровых данных за многие годы. Мы располагаем обычно данными за ограниченное количество (например, 5-7) лет. Другими словами, нам приходится иметь дело с малыми выборками. При малых выборках минимальная величина t , необходимая для достаточной достоверности вывода, находится по специальной таблице (см. таблицу 1 приложений).

В первой графе указана величина, носящая в математике название: число степеней свободы вариации. Это - число независимых величин, участвующих в образовании какого-либо параметра - в нашем и других подобных примерах оно равно $n-1$. В следующей графе указаны значения t , необходимые для того, чтобы считать разность существенной с вероятностью 95%, в третьей графе - то же с вероятностью 99 %).

Рассмотрим ход вычислений на примере со сравнительной оценкой урожайности двух сортов крыжовника. Во ВНИИС имени Мичурина были получены приведенные в таблице 1 данные по урожайности сортов Финик и Русский.

Судя по приведенным в таблице средним арифметическим, Русский урожайнее Финика. Но разности средних урожаев с куста у взятых двух сортов в различные годы варьируют. Урожай, собранный с сорта Русский, в 1955 году был даже несколько ниже, чем у сорта Финик, а в 1956 году урожай, собранный с этих двух сортов оказался одинаковым. Необходимо решить вопрос, достоверна ли разность между средними арифметическими, на основании которой можно сделать вывод о большей урожайности сорта Русский.

Таблица 1. Урожайность сортов крыжовника Финик и Русский в период полного плодоношения

Название сорта	Средний урожай с куста в кг в разные годы							Средний урожай с куста за все годы
	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	
Финик	0,3	6,3	4,3	7,0	3,4	3,4	3,6	4,04
Русский	3,4	6,1	4,3	12,0	9,6	7,0	9,8	7,45

Порядок вычислений показан в таблице 2.

Наши вычисления сделаны на основании данных об урожайности за 7 лет. Следовательно, число степеней свободы $p-1 = 6$. Прибегнув к помощи таблицы 1 приложений, мы находим, что утверждать о более высокой урожайности сорта Русский мы можем с вероятностью, превышающей 95%, но несколько меньшей 99 %.

Таблица 2 Вычисления при сравнительной оценке урожаев двух сортов крыжовника

Годы учета	Средний урожай в кг с одного куста		Разность между изучаемыми и контрольным сортом	$A_i - A$	$(A_i - A)^2$
	Финик (контрольный сорт)	Русский (изучаемый сорт)			
1954	0,3	3,4	3,1	-0,3	0,09
1955	6,3	6,1	-0,2	3,6	12,96
1956	4,3	4,3	0	3,4	11,56
1957	7,0	12,0	5	1,6	2,56
1958	3,4	9,6	6,2	2,8	7,84
1959	3,4	7,0	3,6	0,2	0,04
1960	3,6	9,8	6,2	2,8	7,84
Сумма	28,3	52,2	23,9	-	42,89
Среднее	4,04	7,45	$A=3,4$	—	—

При обработке данных, выраженных в баллах, вычисления делаются с точностью до десятой балла.

При испытании значительного количества (5 и более) сортов уместно применение дисперсионного анализа. Однако следует иметь в виду, что

вычисление обобщенной ошибки недопустимо, когда изучаемые сорта очень резко (в несколько раз) различаются по урожайности. В таких случаях обработка цифровых данных по описываемому ниже методу дисперсионного анализа не может быть рекомендована.

5. Проверка существенности разности при альтернативной изменчивости

При изучении вопросов опыления плодово-ягодных растений приходится иметь дело с распределением единиц учета на две группы. Здесь имеют место две взаимно исключающиеся возможности. Так, в опытах по выявлению взаимной опыляемости сортов учитывается число цветков, завязавших и не завязавших плоды, а также число цветков, давших и не давших зрелые плоды. При оценке жизнеспособности пыльцы подсчитывается количество проросших и не проросших пыльцевых зерен. Выводы делаются на основании сопоставления процентов, полученных в различных вариантах опыта (процента цветков, завязавших плоды, а также давших зрелые плоды, процента проросших пыльцевых зерен). И здесь, как и при сопоставлении средних арифметических, разность между процентами, полученными в различных вариантах опыта, может быть существенной, т. е. обусловленной действием изучаемого фактора, и несущественной т. е. вызванной случайными причинами.

Стандартная ошибка, при альтернативной изменчивости вычисляется по формуле:

где p и q - численности первой и второй группы, выраженные в долях единицы или в процентах,

n - общее количество единиц учета.

Общее число единиц учета (опыленных цветков, учтенных при просмотре в микроскоп пыльцевых зерен) здесь бывает достаточно велико - не менее нескольких десятков или сотен. Поэтому разность можно считать существенной с достаточной степенью уверенности, если t - не меньше двух, и с высокой степенью уверенности, если t - не меньше 3.

Для иллюстрации возьмем пример из работ кафедры селекции Мичуринского плодовоовощного института имени И. В. Мичурина. При опылении сорта яблони Антоновка обыкновенная смесью пыльцы с других деревьев того же сорта, через 24 часа после нанесения пыльцы процент проросших пыльцевых зерен на рыльцах был равен 58 при общем числе подсчитанных пыльцевых зерен - 64. При опылении же Антоновки обыкновенной пыльцой с того же дерева, по прошествии того же срока процент проросших пыльцевых зерен оказался равным 23, при общем числе подсчитанных пыльцевых зерен - 96. Требуется решить вопрос, можно ли считать существенной разницу в проценте проросших пыльцевых зерен при опылении пыльцой с других деревьев по сравнению с опылением в пределах дерева. Делаем вычисления.

ЛЕКЦИЯ 3

ТЕМА: МЕТОДИКИ ИССЛЕДОВАНИЙ В ПИТОМНИКЕ

1. Изучение сортов в питомнике
2. Определение площади листьев
3. Определение объема корневой системы

1. Изучение сортов в питомнике

При размножении новых сортов лучшие из них, перспективные для дальнейшего изучения или производственного размножения подлежат подробному изучению в питомнике после обязательного установления соответствия помологическому сорту или типу сорта. Из размноженных для первичного изучения саженцев плодовых культур берется 10 типичных, хорошо развитых растений для изучения, на них проводятся все необходимые промеры и наблюдения, и эти же растения желательно высаживать в сад первичного изучения. При размножении сорта в значительных количествах для учетов и наблюдений в питомнике выделяются делянки по 30 растений в трехкратной повторности, которые закладываются по длине всего ряда, причем повторности на различных сортах по возможности должны располагаться параллельно одна другой, чтобы, с одной стороны, охватить все различия участка по рельефу, почве, удаленности от защитной полосы, с другой - чтобы обеспечить для разных сортов сходные условия. Обязательно включение в опыт контрольных (районированных) сортов.

Если закладывается специальный опыт по изучению поведения сортов в питомнике на одном районированном подвое, то сорта располагают методом рендомизированных повторений. При изучении сортов на нескольких подвоях закладывают двухфакторный полевой опыт с тремя повторностями методом расщепленных делянок.

Схема закладки опыта по изучению новых сортов (5 + 1 контроль) на разных подвоях (3) в питомнике (3х6х3)

I повторение

II повторение

III повторение

1 сорт

подвой №1

подвой №2

подвой №3

подвой №2

подвой №1

подвой №3

подвой №3

подвой №1

подвой №2

В этом случае делянки подвоев делятся на более мелкие делянки второго порядка, на которых испытывают сорта. Возможно и другое расположение: на делянки сортов накладывают делянки подвоев.

Результаты учетов и наблюдений записывают в полевой журнал изучения сортов плодовых культур в питомнике (форма 1) и журнал измерений саженцев в питомнике (форма 2) (за основу взяты формы журналов из «Программы и методики сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур», Мичуринск, 1973).

Учеты и наблюдения начинаются в год окулировки: осенью подсчитывается количество прижившихся глазков. Весной (во втором поле питомника) проводится ревизия сохранившихся и проросших глазков на окулянтах. В конце вегетации каждого года подсчитывается количество однолеток или двухлеток.

Сила роста в целом по сорту определяется осенью глазомерно и выражается в баллах по отношению к силе роста районированных сортов и сравнительно с другими сортами на этом же подвое:

- 1 - очень слабый рост;
- 2 - слабый;
- 3 - *средний*;
- 4 - хороший;
- 5 - мощный рост.

Для определения высоты делают промеры мерной рейкой выделенных учетных саженцев однолеток и двухлеток; диаметр штамбика измеряют штангенциркулем на высоте 10 см от места окулировки сорта. Указывают число однолеток, давших разветвления. В третьем поле питомника отмечают интенсивность ветвления в баллах:

- 1 - слабая побегообразовательная способность (на двухлетке образуется менее 5 боковых ветвей);
- 2 - средняя (6-8 ветвей);
- 3 - растения сильно ветвятся (дают более 9 ветвей).

При измерении высоты однолеток и двухлеток промеряются боковые разветвления и отмечают, в какой части саженца они образовались (нижней, средней, верхней). Образование побегов (часто укороченных) в нижней части саженца приводит к формированию дерева с компактной кроной и ранним плодоношением. При образовании длинных боковых побегов, отходящих под острым углом в верхней части однолетки, формируются сильнорослые высокие деревья. Отмечают также случаи появления цветков и плодов на особо скороплодных сортах.

Степень однородности однолеток определяют глазомерно и выражают в баллах:

- 1 - однородность низкая;
- 2 - однородность средняя;
- 3 - однородность высокая.

Угол отхождения от ствола ветвей первого порядка у двухлеток определяют в баллах:

- 1 - очень острые углы (у сортов Коричное полосатое. Память воину);
- 2 - умеренно острые (как у Антоновки обыкновенной);
- 3 - прямые или тупые (как у сортов Богатырь, Пепин шафранный, Ренет Черненко или других сортов с раскидистой кроной).

У сортов с прямым отхождением основных ветвей обычно раньше начинается плодоношение. "Конкуренты" (1-2 верхние ветви) во внимание не принимаются.

Важным моментом наблюдений за саженцами в питомнике является выделение случаев несовместимости привоя с подвоем. У однолеток и двухлеток несовместимость определяют по наличию следующих признаков: раннее (преждевременное) появление на листьях антоциановой окраски, ненормальная бледность, закручивание листовых пластинок кверху, ослабление роста, резкий наплыв тканей привоя в месте прививки, приводящий к отлому.

Окраску листьев фиксируют в середине августа (в средней зоне садоводства) или в середине сентября (в южной зоне), до начала обычного осеннего пожелтения листьев. Наблюдения за несовместимостью сорта с подвоем необходимо продолжить в саду, т.к. в питомнике это свойство проявляется не всегда четко.

Следует иметь в виду особенность сортов яблони, происходящих от *M. atrosanguinea*, приобретать ярко-красную или оранжевую окраску листьев к середине лета независимо от подвоя.

Степень подмерзания однолеток определяется при их тщательном осмотре и выражается в баллах:

- 0 - нет признаков подмерзания;
- 1 - очень слабое подмерзание: побурели верхушки побегов у большинства однолеток, у отдельных растений верхушки усохли или имеют слабое подмерзание коры;
- 2 - слабое подмерзание: побурела сердцевина и древесина до 1/2 длины побега, у значительного числа однолеток (до 25 %) наблюдается отмирание верхушек, на коре слабые ожоги;
- 3 - среднее подмерзание: стволики однолеток подмерзли до уровня снега (древесина побурела), до 25-30 % растений вымерзли до линии снежного покрова;
- 4 - сильное подмерзание: большинство растений (более 50 %) вымерзло до уровня снежного покрова, сильные ожоги коры;
- 5 - почти все однолетки (свыше 75 %) вымерзли полностью. Учеты подмерзания однолеток проводят рано весной перед срезкой их на крону. Из учетов исключают саженцы с сильными механическими повреждениями при обработке почвы, снежной коркой и грызунами.

Кроме того, у саженцев изучают степень подопревания коры на стволиках как в питомнике, так и в зимней прикопке после их выкопки из

питомника с учетом метеорологических условий зимы. Перед выкопкой саженцев определяют общую оценку качества двухлеток (или однолеток при выкопке в однолетнем возрасте) по силе их развития, роста, состоянию стволика и выражают в баллах в целом по сорту: 5 - отличное; 4 - хорошее; 3 - среднее;

2 - плохое (нестандарт); 1 - очень плохое (брак).

Выход двухлеток (или однолеток) по товарным сортам оценивается в соответствии с требованиями по стандартам (ОСТ 10 205-97).

Составляют описание морфологических признаков сорта и особенностей их проявления в питомнике: характер роста однолеток и двухлеток, особенности роста стволика (прямой, изогнутый), окраска коры, способность однолеток давать боковые побеги, характер их роста и угол отхождения, форма, величина, окраска листьев, их направленность, изогнутость и другие сортовые признаки. Перед выкопкой саженцев обязательно проведение апробации для выделения примесей с навешиванием этикеток для обеспечения выпуска чистосортного посадочного материала.

Обобщенные данные полевых учетов и наблюдений после их обработки заносят в сводную таблицу (форма 3).

При выращивании сортов ягодных культур в питомнике изучают зимостойкость по общепринятой методике (см. разделы II - 3, 4, 6 «Методики ...»). У сортов малины и земляники отмечают побегообразовательную способность. Для этого осенью в конце роста выделяют 3-4 деланки размером 1 кв. м и в течении трех лет подсчитывают число побегов замещения, отпрысков и окорененных розеток. У сортов смородины, крыжовника и земляники отмечают степень устойчивости к мучнистой росе по пятибалльной шкале (смотрите раздел II - 3, 6), у сортов малины - к дидимелле (см. раздел II - 4). В годы эпифитотий у сортов черной смородины отмечают степень поражения столбчатой ржавчиной.

У сортов черной смородины проводят оценку степени скороплодности. Для этого срезают годовые приросты на высоте 4-5-ой почки от корневой шейки по 10 штук в каждой повторности. Через каждую почку делается поперечный срез с последующим просмотром под биноклем. При этом побеги делят на три группы по длине прироста: менее 50 см, 50-70 см, более 70 см и учитывают, с какого узла от нижнего конца побега закладываются смешанные вегетативно-генеративные почки.

К числу скороплодных относятся сорта, у которых генеративные зачатки формируются уже в 5-7 почках снизу (на 5-7 узле), среднескорплодные начинают закладку органов плодоношения с 8-10 узла, у нескорплодных сортов зачатки цветков встречаются только на самых длинных побегах, начиная с 11-12 узла.

На второй год перед выкопкой посадочного материала визуально определяют силу роста и развития саженцев по высоте, степени ветвления, облиственности, развитию корневой системы. Сорта делят на группы: сильнорослые, среднерослые, низкорослые в питомнике, но эти учеты все же являются предварительными.

2. Определение площади листьев

Фотосинтез является основополагающим фактором развития растений и формирования урожайности [1]. Продуктивность фотосинтеза растений определяется двумя главными показателями – суммарной площадью листьев (ассимилирующей поверхностью) и интенсивностью прироста сухого вещества в расчете на единицу площади листьев в сутки [2].

Величина площади листьев является основой для последующих расчетов чистой продуктивности фотосинтеза, фотосинтетического потенциала и других показателей. Определение площади листьев является весьма сложным приемом, так как форма и размер их изменяется в течение всего вегетационного периода. Кроме того, форма листовых пластинок очень разнообразна и трудно поддается измерению.

Известно несколько методик, которые применяются при определении площади листьев. Мы проанализировали наиболее часто используемые из них и отметили некоторые недостатки.

1. Метод промеров. Из каждой пробы методом случайной выборки выбирают по 10 зеленых листьев, взвешивают их и определяют площадь методом линейных измерений по длине (Д) и наибольшей ширине (Ш). Площадь измеренных листьев (S) рассчитывают по формуле:

$$S = D_{cp} \times Ш_{cp} \times 0,7 \times n,$$

где n – число измеренных листьев.

Данный метод подходит для зерновых и других культур с линейной формой листьев [3].

2. Метод высечек. Применяется для большинства сельскохозяйственных культур. Для этого отбирают среднюю пробу 10–15 растений (N), быстро срезают листья и определяют их сырую массу (Мл). Складывают листья стопками, и делают сверлом высечки определенного диаметра, по 5–10 штук с одного листа. Высечки берут так, чтобы в пробу попали и пластинки листа, и центральные жилки. Определяют массу всех сырых высечек (Мв).

Площадь листьев с одного растения определяют по формуле:

$$S = \frac{Мл \times a \times \pi D^2}{Мв \times N \times 4 \times 10000},$$

где S – площадь листьев одного растения, м²; Мл – масса листьев в пробе, г; Мв – масса высечек, г; а – количество высечек, шт; N – количество растений в пробе, шт; Д – диаметр сверла, см; – 3,14 [4].

Данный метод является несовершенным, так как жилки листа, попадающие в высечки, значительно увеличивают их массу. Кроме этого, масса высечек, взятых в разных местах листа, будет неодинаковой из-за различной их толщины у основания и верхушки. Увядание листьев также вызывает погрешность в измерениях. Листья, взятые после дождя, будут иметь завышенную массу.

3. Нанесение контуров листа на миллиметровую бумагу. Этот метод точен, но длителен по времени. На определение площади одного листа тратится 10–15 минут (в зависимости от варианта), следовательно, для проведения анализа затрачивается много рабочего времени.

4. Планиметрический метод [5]. Средний образец пробы листьев взвешивают и раскладывают на движущейся ленте электронного прибора – планиметра. Прибор выдает площадь листьев в сантиметрах квадратных. Этот метод позволяет измерить достаточно быстро и точно площадь листьев, однако эти приборы мало используются.

5. Метод сканирования. Мы предлагаем новый метод определения площади листьев полевых и других растений с использованием компьютерной технологии.

Была разработана компьютерная программа «Листомер» для определения площади листьев. «Листомер» создан на базе универсального графического редактора XnView и имеет несколько режимов использования. Площадь листьев можно рассчитывать как в совокупности, так и каждого листа в отдельности. При использовании данной программы устраняется погрешность увядания листьев, на величину площади листьев не повлияет жилкование и толщина листа.

Для работы с «Листомером» потребуется сканер, прозрачная пленка, лист белой бумаги.

Порядок работы.

1. На сканер кладем прозрачную плотную пленку.
2. Поверх пленки укладываем листья, поверхность которых должна быть сухой, без росы и капелек воды.
3. Листья покрываем листом белой бумаги.
4. Сканируем изображение листьев.
5. Вводим в программу сканированное изображение и по истечении одной минуты получаем показатель площади сканируемого объекта в заданных единицах измерения.

Точность и пригодность для использования предложенного метода проверена в работе и сравнительной оценке с известными способами определения площади листьев.

В качестве примера определили площадь листьев растения ярового рапса в фазе розетки. За контрольный вариант принято измерение листьев на миллиметровой бумаге (табл.).

Т а б л и ц а. Результаты измерений площади листьев различными методами

№ п.п.	Метод	Площадь листьев растения, см ²	Отклонение от контроля	
			± см ²	± %
1	Измерение на миллиметровой бумаге – контроль	152,1	–	–
2	По массе высечек	156,1	4,0	2,6
3	Сканирование листьев	151,0	1,1	0,7

Как видим из таблицы, измерение площади листьев методом высечек дает более высокий результат, чем в других вариантах.

Таким образом, предлагаемый метод сканирования и определения площади листьев по компьютерной программе позволяет достаточно быстро и точно проводить анализ.

3. Определение объема корневой системы

Определение объема корневой системы, предварительно хорошо отмытой в проточной воде, осуществляют путем погружения ее в мерный цилиндр по количеству вытесненной воды. Метод определения объема корней, разработанный Д. А. Сабининым и И. И. Колосовым, позволяет определять объем с ошибкой не более 5-7%. Объем корней определяют при помощи специального объемомера (рис. 13). Объем измерительного устройства, состоящего из стеклянного цилиндра 1, нижняя часть которого вытянута в трубку 2, соединенную каучуковой трубкой 3 с градуированной пипеткой 4 бз (емкость пипетки 1-2 мл, цена деления 0,01-0,02 мл). Чем меньше диаметр цилиндра, тем чувствительней прибор. Стеклянный цилиндр укрепляют в штативе вертикально, а градуированную пипетку – под небольшим углом к горизонтальной поверхности. В прибор наливают воду или раствор, в котором росли растения. При погружении корней в сосуд уровень воды в нем поднимается и переходит из положения АА' положение ВВ'. Водный мениск в пипетке также поднимается, но поскольку она наклонена к горизонтали, то водный мениск (А"В") в ней передвинется на

большее расстояние, чем вода в цилиндре. Изменение уровня воды в цилиндре 1 соответствует катету В" С треугольника А"В"С, а передвижение мениска в капилляре – его гипотенузе А"В". Обозначив стороны треугольника буквами a, b, c, а угол между сторонами a и b греческой буквой α , получим $\sin \alpha$, а $c = \alpha$ откуда $\sin \alpha \cdot c = a$. Следовательно, сдвиг мениска в пипетке равен изменению уровня воды в цилиндре, умноженному на $1/\sin \alpha$. Отсюда, меняя положение пипетки, можно изменять чувствительность прибора. Она тем больше, чем меньше угол α к горизонтали у пипетки. Рис. 13. Прибор для определения объема корней (объемомер), по Д. А. Сабину и И. И. Колосову: 1 – цилиндрический сосуд с оттянутым концом (2); 3 – каучуковая трубка; 4 – градуированная пипетка; 5 – пробка; АА' – исходный уровень воды в цилиндре; ВВ' – уровень воды в цилиндре после погружения корней; А" – исходное положение мениска в пипетке, В" – положение мениска в пипетке после погружения корней.

Материалы и оборудование. Проростки растений. Объемомер Д. А. Сабина и И. И. Колосова, корковая пробка, бюретки, вата, суровые нитки.

Порядок выполнения работы. Прибор с предварительно промытыми внутренними поверхностями свежеприготовленной хромовой смесью с водой укрепляют в штативе и наливают раствор, в котором росли растения, таким образом, чтобы уровень жидкости в цилиндре был на 2-3 см ниже верхнего края. Измерения объема корней проростков растений необходимо производить в питательном растворе, в котором они росли для устранения ошибки из-за разности в осмотическом давлении. Уровень жидкости в пипетке должен совпадать с началом градуированной части. Из прибора вытесняют пузырьки воздуха. Для определения объема корней растения связывают в пучки суровыми нитками так, чтобы корневые шейки были на одном уровне, и закрепляют в отверстиях разрезанной пополам пробки. Работу необходимо выполнять быстро, чтобы корни не подсыхали. Перед погружением корней в цилиндр необходимо дать стечь раствору с корней. Отмечают положение мениска А" в пипетке объемомера и погружают корни в цилиндр. В результате погружения корней в объемомер уровень жидкости в цилиндре повысится, и мениск в пипетке сдвинется до положения В". В последующем удаляют корни из цилиндра и дают воде с них стечь в цилиндр. Если после стекания всей воды уровень ее в пипетке не достигнет вновь положения А", то, не меняя наклона пипетки, воду доливают в цилиндр, пока мениск в пипетке не займет положения А". Приливают в цилиндр воду из бюретки до тех пор, пока мениск в пипетке не займет вновь положения В". Прилитый объем воды равен объему измеряемых корней. Определение повторяют два-три раза и рассчитывают среднюю величину.

ЛЕКЦИЯ 4

ТЕМА: ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ ПЛОДОВО-ЯГОДНЫХ КУЛЬТУР И СООТВЕТСТВИЯ ИХ ЭКОЛОГИЧЕСКОМУ ПОТЕНЦИАЛУ ТЕРРИТОРИИ

ВОПРОСЫ:

1. Изучение зимостойкости сортов плодовых и ягодных культур.
2. Изучение жаростойкости и засухоустойчивости сортов

Зимние повреждения многолетних растений влияют на продуктивность и долговечность садов, принося большой экономический ущерб, поэтому необходима достаточно быстрая и надежная оценка зимостойкости новых и интродуцируемых сортов, видов образцов, мутантов и т.д..

Зимостойкость является наследственным свойством генотипа противостоять комплексу неблагоприятных зимних условий. Степень реализации потенциала зимостойкости зависит, прежде всего, от хода метеофакторов при подготовке к перезимовке, в зимний период и во время перехода к вегетации. Существенное влияние оказывают условия вегетационного периода и состояние растений.

Стрессы холодного времени года вызываются действием ряда факторов: осенними и весенними заморозками, сильными зимними морозами, морозами после оттепелей и солнечного нагрева, зимним иссушением, вымоканием, выпреванием, а у земляники, брусничных и др. ледяной коркой и выпиранием. Для успешной перезимовки сорта растения должны быть устойчивы к действию наиболее вредоносных факторов зимнего периода своего региона.

Для оценки зимостойкости сортов различных плодовых и ягодных культур широко используется полевой метод испытаний. Растения, выросшие в условиях данного климатического региона, подвергаются воздействию естественных стрессовых факторов холодного периода года и полученные повреждения оцениваются по итогам перезимовки с наступлением вегетации.

Повреждающее влияние низких температур проявляется в запаздывании развития, угнетении растений в первые фазы вегетации, отмирании концов побегов, отдельных ветвей, генеративных органов, почек.

Учеты подмерзания проводятся ежегодно; но после обычных, не суровых для данной местности зим можно получить лишь приблизительное представление о степени подмерзания сортов. В годы, неблагоприятные для перезимовки плодовых и ягодных культур вследствие суровых морозов или длительных оттепелей, чередующихся с резким похолоданием во второй половине зимы, резко проявляется неоднозначная реакция сортов и выявляются различия в их зимостойкости.

Учеты зимних повреждений на плодовых и ягодных культурах проводят вскоре после распускания почек, когда хорошо заметны повреждения. При

этом определяют подмерзание древесины и коры штамба, различных ветвей, плодовых образований, почек.

Подмерзание древесины оценивают на срезах ветвей по интенсивности побурения тканей (от светлой до темно-коричневой или темно-серой окраски) баллами от 0 до 5.

Темная окраска сохраняется и в последующем, но ее интенсивность может уменьшаться, например у груши. Дерево, особенно в молодом возрасте, способно выдержать даже полную гибель древесины за счет деятельности камбия и отложения новых слоев ткани. При этом сначала образуются паренхимные клетки, которые в последующем опробковывают и отмирают, отделяя кольцо живой древесины от погибшей. Отмершая древесина становится хрупкой и ветви легко обламываются.

Подмерзание древесины ветвей проявляется в замедленном распускании почек весной, мельчании листьев и частичной или полной гибели ветвей к концу вегетации. Вымерзание ветвей отмечают баллами, где 0 - нет выпада ветвей, а 5 - вымерзли все ветви.

Весьма опасны для плодовых растений повреждения коры и камбия. В отличие от древесины, имеющей ограниченную способность к закалке, эти ткани в середине зимы в закаленном состоянии способны выдерживать наиболее сильные морозы. Устойчивость их снижается при повышении температуры во время оттепелей или солнечного нагрева штамбов и оснований скелетных ветвей, а после резкого нарастания мороза возникают повреждения, чаще во вторую половину зимы. Выше уровня снежного покрова, где нагрев коры усиливается за счет отражения лучей от снега, а ночная температура минимальна, могут возникать кольцевые повреждения тканей коры до древесины. Этот тип повреждения также можно видеть на срезах, но наружное проявление обычно наблюдается в середине или конце лета.

В зависимости от степени и глубины поражения, наблюдается поверхностное шелушение коры, изменение цвета, появляются вздутия или углубления поверхности, трещины, иногдаходящие до древесины. Глубокие трещины штамбов взрослых деревьев - морозобоины могут возникать при наступлении сильных морозов за счет натяжения в тканях при быстром охлаждении наружных слоев, сокращения их объема по отношению к внутренним и механического разрыва тканей коры и древесины. При ослаблении мороза трещины уменьшаются и могут зарастать в последующем, но возможно проникновение в них инфекции. Степень повреждения коры оценивается в баллах от 0 до 5 в зависимости от числа поврежденных участков, их размера и глубины.

У сортов с длительным периодом вегетации при наступлении сильных морозов в поздне-осенний период, особенно у молодых растений, могут возникать повреждения коры и отмирания невызревших однолетних приростов вследствие задержки процессов вызревания тканей.

В суровые зимы могут подмерзнуть плодовые образования. Степень подмерзания плодушек выражается баллами от 0 до 5 в зависимости от степени подмерзания и числа погибших.

Важной характеристикой сорта является устойчивость почек, особенно чувствительны генеративные почки. Наиболее часто страдают от мороза генеративные почки косточковых культур, малины, ежевики, смородины, что связано с замерзанием переохлажденной воды в цветковых зачатках.

В общий балл степени подмерзания дерева не включают степень подмерзания генеративных почек. Этот показатель оценивают отдельно во время обособления бутонов. Подсчитывают количество распустившихся и нераспустившихся генеративных почек. У абрикоса учитывают также остатки следов (рубцы) от осыпавшихся генеративных почек. Количество учетных почек должно быть не менее 100.

Подмерзание генеративных почек отмечают баллами:

0 - подмерзаний нет;

1 - легкое побурение;

2 - основания почек побурели, имеется до 25 % погибших почек;

3 - погибло до 50 % почек;

4 - погибло до 75 % почек;

5 - погибло свыше 75 % Почек.

Значительный вред приносят весенние заморозки, повреждая в первую очередь пестики в бутонах и цветках, а также завязи.

В морозные бесснежные зимы случаются повреждения корневой системы, морозостойкость которой меньше, чем надземных частей. У деревьев с сохранившейся кроной, но подмерзшими корнями, рост ослаблен, листья мелкие, светло-зеленые. Для оценки повреждений проводится раскопка сектора приствольного круга на глубину залегания основной массы корней и по побурению тканей отмечается степень повреждения корней разного диаметра в баллах от 0 до 5. Повреждения коры в виде темных пятен хорошо выявляются при наружном осмотре корней, а при сильном поражении кора сползает чулком, оголяя древесину. Повреждения древесины при сохранившейся коре выявляются на срезах.

У земляники в бесснежные зимы, а также при позднем выпадении снега и при раннем его сходе, нередко подмерзают рожки, генеративные почки и корни. В понижениях рельефа растения могут пострадать от вымокания и ледяной корки, а на новосадках от выпирания. В период бутонизации и цветения наблюдаются повреждения от заморозков. Все эти повреждения наглядно проявляются вскоре после цветения. По вымерзанию рожков, цветков, замедлению роста и снижению числа цветоносов на 1 растении или на 1 п. м, по числу выпавших растений оценивают степень повреждения в баллах от 0 до 5.

На пониженных элементах рельефа могут пострадать от вымокания и ледяной корки основания штамбов и стеблей у древесных и кустарниковых растений и земляники.

В отдельные годы при морозной и ветреной погоде некоторые культуры, в частности малина, смородина повреждаются от / иссушения, особенно невызревшие концы стеблей. При этом V. ткани остаются светлыми в отличие от морозных повреждений.

На протяжении вегетации полученные повреждения в зависимости от их величины и характера, а также регенерационной способности сорта, либо усиливаются, либо восстанавливаются. При сильных повреждениях отмирают ветви разных возрастов или все дерево. Глубокие повреждения коры проявляются медленно и сохраняются не один год. Но если кора сохраняется, а повреждена древесина, за счет деятельности камбия откладываются новые ее слои, пробуждаются спящие почки, отрастают новые корни. Для выявления различий в способности сортов к регенерации следует сравнить степень повреждения и состояния растений в начале лета и в конце.

В результате проведенных учетов подмерзания тканей и органов растения определяют общую степень подмерзания. Это наиболее важный показатель оценки сортов по зимостойкости. Он складывается из следующих показателей: подмерзание древесины, коры на штамбе и скелетных ветвях, подмерзание или гибель ветвей. Общую степень подмерзания определяют по наличию и силе этих подмерзаний. При этом принимают во внимание общее состояние дерева и регенерационную способность сорта.

Общую степень подмерзания дерева отмечают следующими баллами:

0 - нет признаков подмерзания;

1 - очень слабое подмерзание: древесина желтоватая, небольшие поверхностные ожоги коры на штамбе и скелетных ветвях, подмерзание концов однолетнего прироста, вымерзание части плодушек (до 10 %); дерево не снизило роста, хорошо облиственно;

2 - слабое подмерзание: древесина светло-коричневая, слабые поверхностные ожоги или небольшие по площади, но глубокие повреждения коры, подмерзание и усыхание однолетних приростов и выпадения мелких веток; гибель плодушек (до 25 %); прирост ослаблен, листья нормальные;

3 - значительное подмерзание: древесина бурая или коричневая, ожоги средней степени, значительно повреждена кора с ее омертвлением до древесины; погибла значительная часть полускелетных и скелетных ветвей; гибель значительной части плодушек (до 50 %); приросты слабые, листья мелкие;

4 - очень сильное подмерзание дерева: древесина темно-коричневая; сильные ожоги коры с глубоким повреждением на больших участках (более 50 % окружности); вымерзла большая часть кроны, сохранился только штамб и основания скелетных ветвей выше снежного покрова, регенерация слабая;

5 - дерево вымерзло полностью или до линии снежного покрова.

В итоге выявляется процент погибших и поврежденных в разной степени растений. Существенность различий между сортами определяется методами математической статистики.

Итоги перезимовки в целом наилучшим образом отражает общее состояние растений в конце вегетационного периода. Общее состояние деревьев отмечают в баллах от 5 до 0:

- 5 - растение здоровое, с хорошим приростом и урожаем, повреждений нет;
- 4 - отмерли концы приростов[^] прошлого года, часть плодушек, на коре возможны поверхностные ожоги и (или) пожелтение древесины, урожай снижен;
- 3 - погибли отдельные полускелетные ветви и половина плодушек, кора или древесина повреждены в средней степени, пробудились спящие почки, появились волчки, урожай слабый или отсутствует;
- 2 - погибла значительная часть полускелетных и скелетных ветвей, на сохранившихся ветвях и штамбе древесина бурая или на коре глубокие ожоги, приросты слабые, листья мелкие, бледные, пробудились спящие почки, но регенерация слабая;
- 1 - вымерзла большая часть кроны, регенерация слабая; 0 - деревья погибли.

По результатам многолетней оценки зимостойкости сортов в полевых условиях проводят их ранжирование по этому признаку для каждого региона следующим образом:

высокозимостойкие - сорта, не повреждающиеся в обычные зимы, но слабо (до 1 балла) подмерзающие в суровые зимы, не снижающие урожайности после перезимовки;

зимостойкие - сорта, имеющие степень повреждения до 2 баллов в критические зимы и не повреждающиеся в обычные, не снижающие урожайности после перезимовки в критических условиях;

среднезимостойкие - сорта, степень повреждения которых в критические зимы определяется 3 баллами, урожайность этих сортов в обычные зимы не снижается, а в критические не опускается ниже 50 % от средней;

слабозимостойкие - сорта, сильно (до 4 баллов) повреждающиеся в критические зимы, частично восстанавливающие крону в последующие вегетационные периоды; после критической зимы они обычно не плодоносят;

незимостойкие - сорта, в средней и сильной степени повреждающиеся в обычные зимы, а в критические зимы, как правило, полностью погибающие.

Следует отметить, что состояние растений зависит не только от зимних повреждений, но и от действия абиотических и биотических факторов предшествующего и последующего вегетационных периодов.

При анализе различий между сортами в устойчивости к отдельным повреждающим факторам холодного времени года в данном природно-климатическом районе и данной культуры необходимо знать условия и время их возникновения, и для этого иметь информацию о ходе изменений минимальной и максимальной температуры за каждый день с ноября по май, о скорости понижения температуры после оттепелей, времени установления и схода снежного покрова и его глубины по месяцам, количеству осадков в осенние и весенние месяцы, числу дней с наличием притертой ледяной корки, числу безоблачных дней в феврале - марте и числу дней со скоростью ветра более 25 м/сек.

Весьма полезную информацию дает отращивание и оценка степени повреждения почек и тканей срезанных 1-2-летних ветвей после прохождения опасных морозов.

Таким образом, в процессе полевых испытаний определяются различия между сортами в устойчивости к повреждающим факторам холодного времени года данного природно-климатического района. Действию стресса подвергается целое интактное растение, что позволяет проследить за проявлениями повреждений, способностью к регенерации и влиянием на состояние растений.

Однако полевой метод имеет один недостаток - длительность испытаний.

Оценку зимостойкости сортов разных культур можно ускорить путем моделирования повреждающих факторов в контролируемых условиях. Основой для моделирования служат многолетние полевые испытания данной культуры в конкретном климатическом регионе. Они позволяют выявить главные повреждающие факторы, влияющие на продуктивность и долговечность садов, частоту их встречаемости, время возникновения и характер повреждений, сочетание метеофакторов, приводящих к повреждениям. Как показывают многолетние наблюдения, у большинства культур практически во всех регионах повреждения обуславливаются, в основном, действием отрицательной температуры, но устойчивость к морозу не является постоянным свойством. Она развивается после окончания роста и вхождения в состояние покоя под влиянием постепенно снижающейся температуры, достигает максимума в декабре-феврале в зависимости от культуры, сорта и условий закалки, уменьшается в периоды оттепелей, но может снова повышаться при повторном нарастании мороза до начала весеннего роста и падает до минимума в период цветения и роста побегов. Другие повреждающие факторы, такие, как вымокание, выпревание, ледяная корка, иссушение, имеют локальное значение и могут рассматриваться как дополнительные для основных культур средней полосы России.

В программу испытаний сортов в контролируемых условиях прежде всего должны входить определения потенциалов сорта по следующим компонентам комплекса зимостойкости:

- 1) устойчивости к ранним морозам в ноябре - начале декабря;
- 2) максимальному уровню морозостойкости при закалке в декабре-феврале;
- 3) сохранению устойчивости в периоды оттепелей и
- 4) способности восстанавливать устойчивость при повторной закалке после оттепелей.

Важной характеристикой сорта является также устойчивость цветков и завязей к весенним заморозкам и регенеративная способность.

Культуры и сорта могут различаться по устойчивости к отдельным повреждающим факторам, о чем говорят как наблюдения в природе, так и результаты промораживания в камерах. Так, сорта, чувствительные к ранне-осенним морозам, могут превышать по морозостойкости в закаленном

состоянии в середине зимы сорта с быстрым развитием данного признака осенью, а выдающиеся по максимальной морозостойкости могут сильно реагировать на оттепели. Поэтому определение какого-либо одного компонента зимостойкости, например максимальной морозостойкости, еще не дает достаточного представления о потенциале зимостойкости сорта.

Роль отдельных компонентов зимостойкости зависит также от климатических особенностей региона. Так, в южной зоне урожай косточковых примерно в равной степени зависит от способности генеративных почек переносить критические морозы в закаленном состоянии и морозы после оттепелей. Для семечковых в средней полосе России наиболее опасны солнечные ожоги, морозы после оттепелей, а также критические морозы в середине зимы. Особенностью климата Сибири является резкий переход к зиме, и при недостаточной подготовке растений к перезимовке наиболее вредоносны сильные морозы, превышающие потенциальный уровень морозостойкости.

Значение для перезимовки того или иного компонента должно основываться на частоте встречаемости отдельных повреждающих факторов для данной культуры в данном регионе и их влиянии на продуктивность. Многолетние наблюдения в природных условиях и метеоданные температурных режимов регионов позволяют подобрать сроки и режимы испытаний в контролируемых условиях: скорость снижения температуры при промораживании, его продолжительность, режимы закалки и оттепелей.

Для испытаний на зимостойкость взрослых деревьев и кустарников обычно используют срезанные ветви, типичные для сорта из средней части кроны нескольких растений в расчете 5-10 шт. на каждую температуру промораживания. Можно использовать отрезки многолетних ветвей или высадки со слоем древесины размером около 3 см² и отрезки корней, а также саженцы и растения земляники. Образцы заготавливают в слабоморозную погоду перед испытаниями или для всех опытов в конце осени и хранят в полиэтиленовых пакетах, пересыпанные снегом, при -2, -3°C. Длительное хранение при более низкой температуре может вызвать дополнительную закалку и завышение данных по морозостойкости.

Для создания подготовительных режимов и последующего промораживания используют шкафы и камеры с регулируемой температурой от +10 до -50, -70°C с точностью $\pm 0,5-1,0^\circ\text{C}$. Современное холодильное оборудование снабжено компьютерами и поддерживает одинаковую температуру во всех частях охлаждаемого пространства. Для промораживания надземной части небольших растений удобно использовать камеры типа прилавка. Растения укрепляются в крышках с отверстиями и промораживаются в перевернутом положении.

Для определения устойчивости к ранним морозам осенью образцы подвергаются закалке при -5° (5 сут.) и -10° (5 сут.), а затем температура снижается по 3 или 5°C в час до критической, вызывающей средние повреждения у контрольных районированных сортов, образцы которых находятся в том же пакете. Длительность промораживания обычно

составляет 6-8 часов. Желательно использовать 2 или более температур промораживания, вынимая пакеты с образцами после 6-8 часов воздействия каждой из температур и перенося их в другую камеру для оттаивания при + 2°C или хранения при - 2, - 3°C. Промораживание при нескольких температурах позволяет составить график нарастания повреждений по мере понижения температуры и выразить морозоустойчивость в градусах температуры, вызывающей 50 % повреждений (T₅₀).

Такой же режим закалки и промораживания, но при более низких температурах используется для определения величины максимальной морозоустойчивости в середине зимы.

Для выявления реакции сортов на оттепели после закалки при - 5° и - 10°C пакеты с образцами переносят в шкаф с температурой 2°, 5° или 10°C в зависимости от наиболее часто встречающейся в данном регионе оттепели на 2 или более дней, а затем промораживают при критической температуре. Способность сортов к повторной закалке наилучшим образом выявляется во второй половине зимы при промораживании образцов, выдержанных по 3 суток при - 5° и - 10°C после режимов оттепелей.

В зависимости от климатических условий региона и культуры режимы испытаний могут быть иными, но они должны быть стандартизированы. Оценка степени повреждений тканей срезанных ветвей[^] основном проводится по побурению в баллах от 0 до 5, а генеративных почек косточковых по числу погибших зачатков цветков после 2 суток оттаивания при 2°C и 7-15 суток оттаивания в сосудах с водой или в условиях искусственного тумана. Можно использовать также метод десорбции электролитов, окраску солями тетразолия и др. Отрезки многолетних частей и высечки оценивают этими же методами после выдерживания во влажной атмосфере, а корней во влажных опилках. Растения с промороженной надземной частью высаживаются в грунт. Степень их повреждения и способность к регенерации определяется полевым методом. Можно также использовать зимние прививки промороженных однолетних ветвей с непромороженным основанием в корни сеянцев.

Статистическую обработку при испытании большого набора сортов проводят по схеме дисперсионного анализа с привлечением множественного критерия Дункана.

Использование метода моделирования повреждающих факторов холодного времени года в контролируемых условиях дает возможность ускорить оценку сортов на зимостойкость.

2. Изучение жаростойкости и засухоустойчивости сортов

Большинство плодовых растений влаголюбивые, но даже у сравнительно засухоустойчивых культур - у персика, абрикоса отдельные сорта весьма сильно различаются по засухоустойчивости.

При недостатке влаги в почве у плодовых растений прекращается рост, завядают и осыпаются листья и плоды, снижается закладка генеративных

органов, а, следовательно, и урожая, как в год засухи, так и на следующий год. Резко снижается и качество плодов, которые могут даже приобретать несвойственную им горечь (персик, слива).

Определение засухоустойчивости и жаростойкости выполняют полевым, лабораторно-полевыми и лабораторными методами.

Полевым методом фиксируется повреждение листьев, их осыпание, а также подвядание и осыпание плодов. Оценка повреждения проводится по учету площади листа, потерявшей жизнеспособность, а также по степени осыпания листьев. В большинстве случаев достаточно бывает оценить степень повреждения по четырехбалльной шкале:

0 - отсутствие повреждения (осыпания);

1 - повреждение краев листьев (осыпание единичных листьев);

2 - повреждение (осыпание) значительной части листьев (около половины);

3 - повреждение (осыпание) всех листьев.

Повреждение и осыпание листьев фиксируется отдельно. При необходимости более тщательного проведения оценки повреждения листьев можно применять и 5-балльную шкалу.

Следует также учесть, что осыпание листьев не всегда свидетельствует о низкой засухоустойчивости растения. Многие засухоустойчивые дикорастущие плодовые (виды миндаля, алыча, терн) сбрасывают в засуху часть листьев, но не сбрасывают плоды и хорошо закладывают цветковые почки. Однако, сбрасывание листьев у культурных плодовых растений приводит к снижению урожайности и качества плодов. Поэтому это свойство не может считаться признаком засухоустойчивости сорта у плодовых культур.

При проведении наблюдений полевым методом необходимо учитывать особенности подвоя, в частности мощность и глубину закладки корневой системы, а также способность отдельных растений быстро восстанавливать величину листового полога после завершения засухи за счет пробуждения ростовых почек (алыча, абрикос, персик).

Недостаток полевого метода в том, что он требует многолетних наблюдений и учета многочисленных дополнительных факторов (подвой, возраст дерева, содержание влаги в корнеобитаемом горизонте, мощность корневой системы и т.д.). Поэтому для более быстрой оценки засухоустойчивости применяют лабораторно-полевые методы изучения водного режима листьев плодовых растений.

Лабораторно-полевые методы оценки засухоустойчивости основаны на сочетании полевых наблюдений за состоянием растений с изучением изменений в водном обмене, а также жаростойкости во время вегетации, особенно во время засухи, а также в течении суток. Использование физиологических методов в периоды низкой влажности почвы и воздуха и высоких температур позволяет установить влияние засухи на состояние деревьев и выявить особенности формирования ими засухо- и жаростойкости.

Для сравнения между сортами изучение засухоустойчивости физиологическими методами лучше проводить в периоды наибольшей напряженности стрессовых факторов, в засушливые и особенно жаркие периоды, в период с окончания роста побегов до начала старения листьев. В большинстве регионов России это следует сделать в июле - начале августа. В более поздний период обычно температура воздуха снижается, влажность воздуха повышается, что наряду со старением листа вносит нежелательные коррективы в результаты наблюдений.

Необходимо также учитывать и разнокачественность кроны плодового дерева в различной влагообеспеченности и формировании различной степени устойчивости листьев к обезвоживанию и высоким температурам. Лучше отбирать пробы в середине ростовых побегов (7-9 лист от основания побегов) со срезом яруса кроны равномерно по всей окружности кроны или с определенной стороны (южной или западной). Отбор проб предпочтительно делать в утренние часы или в специальных опытах - утром, в полдень и вечером. Параллельно необходимо определять влажность почвы, температуру и влажность воздуха, скорость ветра.

Наиболее информативны из лабораторно-полевых методов оценки засухоустойчивости плодовых культур методы изучения водного режима листьев: определение оводненности тканей, определение водного дефицита, определение водоудерживающей способности листьев, определение фракционного состава воды в листьях, определение величины осмотического давления клеточного сока и ряд других. Жаростойкость листьев определяют методом Мацкова.

Определение оводненности тканей. Для определения общего количества воды 5-10 листьев помещают в металлические бюксы (повторность 2-кратная) и высушивают в термостате при 105°C до постоянной массы.

Общее количество воды (В) в процентах от сырой массы навески определяется по формуле:

$$v = \frac{(v - c)}{m} \cdot 100$$

где а - масса пустого бюкса (г),

v - масса бюкса с сырой навеской (г), с - масса бюкса с сухой навеской (г).

Определение водного дефицита. Целые листья (по 3-5 штук) с обновленными срезами черешков взвешивают и помещают черешками в колбу с водой для насыщения. Повторность двухкратная. Колбы ставят в кристаллизатор с водой и накрывают таким же кристаллизатором для создания воздушной камеры. После 24-часового насыщения черешки листьев промокают фильтровальной бумагой и листья взвешивают.

Водный дефицит (ВД) в листьях (в процентах от общего содержания воды в состоянии полного насыщения) вычисляется по формуле:

$$VD = \frac{M_3 - M}{M_3} \cdot 100$$

где М - масса сухой навески,

Mj - масса воды перед насыщением,

M_2 - масса воды после полного насыщения,

M_3 - масса листьев после полного насыщения водой.

Определение водоудерживающей способности листьев.

Листья (3-10 штук, в зависимости от величины) в 2-кратной по-вторности взвешивают, а затем помещают на решетках в термостат с постоянной температурой (23 °С) и влажностью воздуха. Через 2, 4 и 6 часов проводят повторные взвешивания для определения потери воды.

Водоудерживающая способность тем выше, чем меньше потеря воды (ПВ) листьями за определенное время, она определяется по формуле:

$$ПВ = \frac{A - B}{A} \cdot 100,$$

А

где А - содержание воды до начала опыта (г);

В - потеря воды за определенный промежуток времени (г).

Оценка жаростойкости. Пробы, из пяти листьев каждая, помещаются в водяную баню при температуре 50, 55, 60°С на 10 минут. Затем они охлаждаются и опускаются на 10 минут в 0,1 Н раствор соляной кислоты. По степени побурения тканей листа (% от общей площади) судят о степени стойкости образца:

очень высокая - при 60° листья не повреждаются;

высокая - при 60° повреждается 20 % площади листа;

средняя - переносит 55° (повреждается до 80 % площади листа), гибнет при 60 %;

низкая - переносит 50°, погибнет при 60 °С;

очень низкая - гибнет при 50°.

Следует отметить, что подбор температурных условий для оценки жаростойкости следует проводить для каждой культуры отдельно. В частности, для сортов, обладающих более высокой жаростойкостью листьев (вишня, черешня, персик, миндаль) могут использоваться более высокие температуры, нежели менее жаростойких видов (слива, абрикос и др.).

Из лабораторных методов изучения засухоустойчивости положительные результаты при оценке сортов плодовых культур дает метод завядания. Изменения в водном режиме листьев, происходящие в процессе завядания, позволяют судить о степени устойчивости различных сортов к обезвоживанию, в условиях, сходных с теми, которые имеют место в период засухи в саду.

Побеги с листьями в пленочных мешках из сада быстро доставляют в лабораторию, взвешивают, берут контрольные пробы и подвергают завяданию в течение двух или четырех часов. Более надежные результаты дает четырехчасовое завядание. После завядания проводят взвешивание побегов и ставят их в сосуды с водой для определения способности листьев восстанавливать ургор. В опыте у листьев определяют содержание воды, водо-удерживающую способность, относительный тургор, водный дефицит, сосущую силу, электрическое сопротивление тканей листа.

Представляет также интерес оценка засухоустойчивости по выходу электролитов из листьев после завядания (Удовенко и др., 1970; Шматька,

1971, Яблонский и Лщук, 1971). Водоудержи-вающую способность листьев определяют методом Гусева (1963) путем ступенчатого извлечения воды растворами сахарозы.

При использовании различных методов изучения водного режима и жаростойкости листьев и сопоставлении данных полевых наблюдений можно составить представление о засухоустойчивости сортов плодовых культур. При этом надо учитывать, что плодовые культуры имеют различные типы адаптации к засухе.

М. Д. Кушниренко и др. (1970) различает 3 типа адаптации к засухе плодовых растений:

I тип - косточковые культуры, листья которых отличаются повышенной способностью упорядочивать воду за счет высокополимерных соединений. У них низкая интенсивность транспирации и невысокое осмотическое давление. Влияние обезвоживания на изменение химического состава листьев у этой группы растений выражено в меньшей степени, чем у семечковых растений.

Вторая группа - семечковые растения - противостоят воздействию засухи повышением концентрации осмотически активных веществ. В листьях этих растений содержится больше геми-целлюлозы и растворимых Сахаров по сравнению с косточковыми породами.

К третьему типу относится персик и сорта других плодовых культур, у которых высокая способность связывать воду сочетается с повышением осмотической активности листьев в период засухи. Это наиболее засухоустойчивые сорта плодовых культур.

При обобщении результатов оценки устойчивости сортов плодовых культур к недостатку влаги и высоким температурам, очень важно выделить сорта, сочетающие благоприятный водный режим листьев с высокой их жаростойкостью, что будет более точно характеризовать их засухоустойчивость. Так, при изучении сортов сливы удалось выделить сорта, характеризующиеся высокой водоудерживающей способностью листьев и их жаростойкостью ч Горкуша №1, Ренклод зеленый, Финиковая, Шавклиави, Ренклод ташкентский и Сентябрьская. С другой стороны, можно считать незасухоустойчивыми сорта Венгерка итальянская, Виктория, Очаковская желтая, Али Бухара, Туркменская урожайная, Кабардинская ранняя, сочетающие низкие водоудерживающую способность и жаростойкость листьев.

При изучении засухоустойчивости видов и сортов плодовых культур физиологическими методами важно учитывать их морфологические признаки, анатомию, а также степень генетической близости, неблагоприятные почвенные условия - недостаток и избыток влаги, высокое содержание извести, засоление, высокую кислотность почвы, повреждение болезнями и вредителями.

В числе важнейших факторов, обуславливающих общее состояние растения, является совместимость привитых сортов с подвоями. Для косточковых культур это особенно актуально, ибо выявлены существенные

различия по совместимости отдельных сортов черешни и вишни с антипкой, сортов сливы, персика и алычи с абрикосом, персика и абрикоса со сливой, алычой, миндалем, сливы с персиком и вишней песчаной.

Данные по состоянию деревьев обобщаются периодически, проводится сравнение его изменения в возрастном аспекте. На основании этого проводится группировка изучавшихся сортов по засухоустойчивости и жаростойкости, по состоянию растений в различных возрастных периодах, в зависимости от экстремальных природных факторов и совместимости с подвоями.

ЛЕКЦИЯ 5

ТЕМА: ОЦЕНКА ПРИГОДНОСТИ СОРТОВ ДЛЯ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ПО ИНТЕНСИВНЫМ ТЕХНОЛОГИЯМ.

ВОПРОСЫ:

- 1. Изучение процессов роста и развития, скорости формирования и продолжительности жизни плодовых образований.**
- 2. Продуктивность разновозрастной плодовой и несущей древесины.**

Задача сортоизучения заключается в том, чтобы выделить сорта, наиболее пригодные для современных технологий производства высоких товарных урожаев с низкой себестоимостью продукции.

Важными характеристиками становятся сила роста, тип ветвления, густота обрастания, длительность продуктивной работы плодовой и несущей древесины. Эти сведения необходимы при подборе сортов для какого-либо определенного типа сада или назначений тех или иных агромероприятий.

Сила роста

Этот показатель определяют путем периодических измерений высоты деревьев, диаметра кроны в двух направлениях, окружности или диаметра штамба в средней его части, т.е. на половине расстояния от земли до первой скелетной ветви. Все эти измерения проводят осенью после окончания вегетации. В то же время отмечают тип плодоношения: на кольчатках и плодушках, на копьецах и плодовых прутиках, смешанный тип. Особо отмечают способность сорта закладывать цветки в боковых почках однолетних побегов, что, обычно характеризует его скороплодность. Все эти учеты заносятся в полевой журнал по форме 1.

Форма 1

Учет силы и габитуса роста

№ № п/п

Название сортов

Высота дерева, см

Ширина кроны

Ю-С, см

В-З, см

Окружность штамба мм

Форма и густота кроны

Тип плодоношения

Окружность или диаметр штамба следует измерять весной или осенью ежегодно, поскольку именно прирост его толщины лучше всего характеризует ростовой потенциал дерева, т.е. его силу роста.

Типы ветвления и обрастания

С хозяйственно-биологическими качествами плодовых деревьев связаны такие генетические показатели, как типы ветвления и обрастания, характеризующие их скороплодность, продуктивность и рентабельность производства.

В плодоводстве различают базо-, мезо- и акротоническое типы ветвления, когда боковые побеги отрастают, соответственно, в нижней, средней или верхней части прироста. В первом случае получают, как правило, небольшие деревья с компактной кроной, у которых основная часть урожая располагается близко к земле. Наоборот, сорта акротонического типа образуют длинные, оголенные побеги, высокие кроны, в которых продуктивная зона располагается в верхней части. Исходя из современных требований, сорта первого типа наиболее желательны, тогда как последние вообще непригодны для интенсивных садов. Объективными показателями скороплодности и продуктивности деревьев являются также угол отхождения ветвей и длина междоузлия. Чем шире первые и короче последние, тем раньше и обильнее будут плодоносить деревья.

Поскольку все три показателя являются наследственными качествами сорта, оценить их можно однократно и, желательно, на тех деревьях, у которых крона не подвергалась никаким искусственным воздействиям. Например, тип ветвления очень четко проявляется при выращивании в питомнике двухлеток с однолетней кроной, когда однолетки на третьем поле срезают весной на высоте штамба, т.е. 40-60 см. На активно растущем лидерном побеге обязательно появляются "преждевременные" летние боковые приросты, отходящие под широким, обычно прямым углом (Белицки, Чинчик, 1994). У сортов базотонического типа такие побеги отрастают в нижней части лидера, у мезотонических - равномерно распределены по всей его длине, у акротонических - небольшие по длине боковые побеги появляются в верхней его трети. Такой же учет можно делать на молодых, 3-5-летних деревьях в саду. Для учета берут 2-5-летнюю скелетную ветвь. Учитывают ее длину, количество и длину боковых разветвлений, а также угол их отхождения. Для оценки сортов количество разветвлений подсчитывают отдельно в нижней, средней и верхней трети лидерной ветки и выражают в процентах от общего их числа. Длину и угол отхождения боковых побегов лучше не измерять инструментально, что долго и трудоемко, а оценивать в баллах, вычислять среднее взвешенное, и, зная цену балла, вычислять среднюю длину или угол (Пильщиков, 1983). Например, длина побега 1-10 см - 1 балл, 11-20 см - 2 балла, 21-30 см - 3 балла и т.д. При учете оказалось коротких побегов 9, длиной 11-20 см - 5, следующей градации - 5, длиной до 40 см - 2 и один побег был длиннее 40 см. Далее умножаем число побегов на соответствующий балл, т.е. $9 \times 1,5 \times 2$, 5×3 , 2×4 и 1×5 , и сумму произведений 47 делим на число побегов 22. Получаем средний балл 2,14. В данном случае цена балла 10 см и, следовательно, средняя длина побега будет 21,4 см.

Здесь же определяют степень проявления апикального доминирования и характер ветвления. Апикальное доминирование АД вычисляют по формуле:

где E_j - длина боковых побегов,
 L - длина лидерной ветви,
 n - количество боковых образований.

Если, например, $L = 100$ см, $n = 1$ и $E_1 = 100$ см, то АД = 100, но если $n = 10$ при тех же других показателях, то АД = 10. В число n входят не только отросшие побеги, но и плодовые образования и розетки листьев. Далее глазомерно определяют характер ветвления: если более 50 % вычисленного АД приходится на нижнюю треть длины лидера, то сорт относится к базотониче-скому типу, если АД равномерно распределено по всей длине - к мезотоническому, если пробудившиеся почки и боковые побеги в основном располагаются в верхней трети веток - к акротониче-скому. Сорта с низким АД и базотоническим ветвлением наиболее пригодны для интенсивных садов.

Точно также в баллах вычисляют и средний угол отхождения боковых разветвлений. Все эти учеты заносят в полевой журнал по форме 2, где в графах "длина" и "угол отхождения" указывает только балл каждого побега. В итоговой таблице все данные выражают в абсолютных цифрах, т.е. длину в см, а углы в градусах.

Форма 2

Тип ветвления и обрастания

№	Назв а-	Дли на лиде р-	Количество, длина и угол отхождения боковых побегов по зонам лидера					
			нижняя 1/3		средняя 1/3		верхняя 1/3	
№	ния / сорт п ов	ного побе га, см	длин а, балл	угол отхо ж- дени я, балл	дли на, балл	угол отхо ж- дени я, балл	длин а, балл	угол отхо ж- дени я, балл

Длину междоузлий определяют осенью после окончания роста путем деления длины однолетнего побега на число узлов, т.е. боковых почек. Необходимо, чтобы у всех сортов учетные побеги были расположены на одинаковых по собственному возрасту участках несущей ветки.

Густоту, плотность обрастания оценивают после начала плодоношения, подсчитывая количество боковых образований на скелетных ветвях первого порядка 2-5-летнего возраста. Последние делят на обрастающие (плодовые) и ответвления ростового типа (форма 3). Количество плодовых образований,

приходящееся на 1 м длины скелетной ветки данного возраста, является показателем плотности обрастания.

Форма 3

Длина междоузлий и плотность обрастания несущих ветвей плодовой древесиной

№№ п/п

Название сортов

Длина побега, см.

Количество узлов, шт.

Длина скелетной ветки, см

Количество боковых образований всего, шт.

ростовых, шт.

плодовых, шт.

2. Продуктивность разновозрастной плодовой и несущей древесины.

В садооборотах, которые идут на смену многолетним насаждениям, срок экономически выгодной эксплуатации сада и суммарный урожай прямо зависят от длительности продуктивной жизни плодушек и той несущей древесины, на которой они расположены. Эти показатели определяются в период полного плодоношения на скелетных ветвях первого порядка, разделенных на возрастные участки. На каждом из них, включая и отросшие здесь полускелетные ветки, подсчитывают общее количество пунктов плодоношения, количество и массу плодов. Плоды разделяют по товарным сортам. На 5-7-летнем участке скелетной ветки, где на боковых ответвлениях имеются любые плодовые образования от кольчаток до разветвленных плодух, учитывают продуктивность разновозрастной плодовой древесины. В данном случае на каждой выбранной и отмеченной этикеткой гоюдушке помимо перечисленных показателей подсчитывают число цветков и завязавшихся плодов. Все эти учеты делают в 3-5-кратной повторности в течение трех лет. Результаты учетов заносят в полевой журнал по формам 4, 5.

Форма 4

Продуктивность несущей древесины разного возраста

№№ п/п

Названия сортов

Повторность

Возраст

участка

ветки, лет

Количество пунктов плодоношения, шт.

Масса плодов, кг

Количество плодов, шт.

Форма 5

Продуктивность плодовых образований разного возраста

№ № п/п
Названия сортов
Возраст плодового образования, лет
Повторность
Количество цветков, шт.
Количество завязей, шт.
Количество снятых плодов, шт.
Масса съемных плодов, г.