

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
СТАВРОПОЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ

УДК 634.1.047

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе и
стратегическому развитию



 А.Н. Бобрышев

« 15 »  2026 г.

Сборник методик оценки фенотипических признаков сортов и
типов подвоев яблони (*Malus domestica*)

г. Ставрополь, 2026

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Доцент кафедры агрохимии и физиологии растений института агробиологии и природных ресурсов Ставропольского ГАУ, канд. с.-х. наук, доцент	Ситников В.Н.
Профессор кафедры агрохимии и физиологии растений института агробиологии и природных ресурсов Ставропольского ГАУ, д-р с.-х. наук, профессор	Есаулко А.Н.
Научный сотрудник института аграрной генетики и селекции Ставропольского ГАУ, канд. хим. наук, доцент	Капитова И.А.
Заведующий кафедрой химии и защиты растений института агробиологии и природных ресурсов Ставропольского ГАУ Ставропольского ГАУ, д-р с.-х. наук, профессор	Шутко А.П.
Доцент кафедры садоводства и переработки растительного сырья им. профессора Н.М. Куренного института агробиологии и природных ресурсов Ставропольского ГАУ Ставропольского ГАУ, канд. с.-х. наук, доцент	Айсанов Т.С.
Врио директора ФГБНУ «Северо-Кавказский научно- исследовательский институт горного и предгорного садоводства»	Хагажеев Х.Х.
Заведующий отделом селекции ФГБНУ «Северо- Кавказский научно-исследовательский институт горного и предгорного садоводства», д-р с.-х. наук, профессор	Сатибалов А.В.
Заведующий лабораторией молекулярно-генетического анализа плодовых растений ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, канд. биол. наук, доцент	Шамшин И.Н.
Заведующий лабораторией селекции слаборослых клоновых подвоев и других плодовых культур ФГБОУ ВО Мичуринский ГАУ, канд. с.-х. наук, доцент	Дубровский М.Л.

РЕФЕРАТ

Работа содержит: 90 страниц, 15 таблиц, 91 источник литературы.

Ключевые слова: фенотип, сорт, подвой, метод оценки, морфологический признак, хозяйственно-ценный признак.

Цель работы: систематизация и описание стандартизированных методик фенотипической оценки название культуры (*Malus domestica*) для применения в селекционных программах и научно-исследовательской деятельности.

Методы: в работе представлены унифицированные протоколы оценки ключевых селекционно-значимых признаков сортов и типов подвоев яблони (*Malus domestica*), включая фенологические, морфологические, биохимические и хозяйственно-ценные признаки.

Результаты работы: разработан комплекс взаимодополняющих методик, обеспечивающих точную, воспроизводимую и сравнительную оценку фенотипических признаков сортов и типов подвоев яблони (*Malus domestica*).

Методики включают детальное описание необходимого оборудования, инструментов, реактивов, пошаговых процедур проведения измерений и формул для расчёта итоговых показателей. Представленные протоколы позволяют стандартизировать процесс фенотипирования в селекционных питомниках и исследовательских опытах, что способствует повышению эффективности отбора перспективных генотипов.

ОГЛАВЛЕНИЕ

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ.....	2
РЕФЕРАТ.....	3
1. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ. ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ ЯБЛОНИ.....	7
1.1. Сроки прохождения фенологических фаз развития:.....	7
1.2. Продолжительность прохождения отдельных фенологических фаз:.....	7
1.3. Продолжительность периода вступления деревьев разных сортов в фазу «распускание вегетативных почек».....	7
2. МЕТОДИКА.ОПРЕДЕЛЕНИЯ. МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ ЯБЛОНИ.....	7
2.1. Особенность развития и сила роста плодового дерева.....	7
2.2. Тип и объем кроны.....	10
2.3. Типичный угол отхождения ветвей	13
2.4. Лист.....	15
2.4.1. Описание формы листовой пластинки	15
2.4.2. Описание окраса листа.....	18
2.5. Цветок.....	21
2.5.1. Сроки цветения.....	21
2.5.2. Продолжительность цветения	24
2.5.3. Степень, обильность цветения.....	26
2.5.4. Жизнеспособность пыльцы.....	28
2.6. Плод.....	30
2.6.1. Привлекательность внешнего вида плодов.....	30
2.6.2. Тип плодоношения	33
2.6.3. Сила плодоношения	35
2.6.4. Периодичность плодоношения по годам.....	36

2.6.5. Описание плодов (масса плода, вкус, величина, форма, поверхность. Плодоножка, воронка, чашечка. размер чашелистиков, блюдце, подчашечная полость, окраска плода, подкожные точки, сердечко, семенные камеры, количество семян в камере, кожица, мякоть: окраска, консистенция, зернистость, наличие каменистых клеток.....	38
2.6.6. Срок созревания.....	40
2.6.7. Лежкость плода.....	43
2.6.8. Твердость плода	45
2.6.9. Аромат.....	47
2.6.10. Характер вкуса.....	48
2.6.11. Хрускость.....	51
2.6.12. Вкусовые качества плодов и их химический состав.....	54
2.7. Продуктивность.....	56
2.7.1. Оценка скороплодности.....	56
2.7.2. Оценка урожайности.....	57
2.7.3. Пригодность к механизированной уборке.....	57
3. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО - ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ ЯБЛОНИ.....	59
3.1. Устойчивость к биотическим и абиотическим факторам (ранние и зимние морозы, резкие перепады температуры воздуха в зимний период, весенние заморозки, засуха, водоудерживающая способность листьев и способность их восстанавливать тургор, после того как растение перенесло завядание, устойчивость к засухе в целом, морозостойкость генеративных почек).....	59
3.2. Степень восприимчивости сортов к основным грибным болезням (устойчивость к 4-м штаммам парши, монилиозу, мучнистой росе)	61
3.3. Устойчивость к вредителям (яблонная плодожорка, тля, клещи, яблоневый цветоед)	62

3.4. Биохимический состав плодов (содержание различных групп сахаров, содержание органических кислот, содержание пектиновых веществ, содержание антоцианов и других фенольных соединений, содержание минеральных элементов (K, Ca, Mg и др.)).....	62
4. ПАСПОРТ ФЕНОТИПА СОРТА ЯБЛОНИ.....	63
5. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ТИПОВ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ.....	64
5.1. Высота маточного куста.....	64
5.2. Габитус маточного куста.....	66
5.3. Выход стандартных отводков.....	67
5.4. Укореняемость отводков.....	69
5.5. Ломкость	70
5.6. Антоциановая пигментация побегов.....	72
5.7. Сила роста подвоя.....	73
5.8. Потенциальная скороплодность.....	74
5.9. Наличие шпалеры для деревьев в саду.....	75
5.10. Зимостойкость корневой системы в корнеобитаемом слое почвы.....	77
5.11. Засухоустойчивость	78
5.12. Устойчивость к основным болезням и вредителям: бактериальный ожог; корневые гнили; шерстистая (красная кровяная) тля.....	79
6. ПАСПОРТ ФЕНОТИПА ТИПА ПОДВОЯ ЯБЛОНИ.....	81
7. СПИСОК АББРЕВИАТУР И СОКРАЩЕНИЙ	82
8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	84

1. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ ЯБЛОНИ.

Фенологические наблюдения проводятся регулярно в течение всего вегетационного сезона.

1.1. Сроки прохождения фенологических фаз развития: фиксируются даты начала и окончания следующих фаз.

- Распускание вегетативных почек: день, когда почки начинают набухать и показывать зеленый кончик (стадия "мышинное ушко").
- Начало цветения: день, когда на деревьях распустилось не менее 10% цветков.
- Массовое цветение: день, когда распустилось 50-70% цветков.
- Конец цветения: день, когда отцвело 90% цветков.
- Начало образования завязи: появление первых плодиков.
- Начало созревания плодов: изменение окраски плодов, характерное для сорта.
- Техническая зрелость: оптимальный период для сбора плодов.
- Начало листопада: день, когда опало до 25% листьев.
- Массовый листопад: опадение 50-70% листьев.
- Конец листопада: опадение 90% листьев.

1.2. Продолжительность прохождения отдельных фенологических фаз: рассчитывается количество дней между началом и окончанием каждой фазы.

1.3. Продолжительность периода вступления деревьев разных сортов в фазу «распускание вегетативных почек».

2. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ ЯБЛОНИ.

2.1. Особенность развития и сила роста плодового дерева.

Общие рекомендации.

Особенность развития плодовых деревьев заключается в прохождении ими нескольких возрастных периодов, начиная от укоренения и заканчивая плодоношением и старением. В годичном цикле развития древесных растений отмечаются два периода: вегетация и покой.

На каждом этапе важны определенные условия и агротехнические приемы, такие как формирование кроны, полив, внесение удобрений и обрезка, которые влияют на дальнейший рост, долговечность и урожайность.

Требуемый материал.

Объект испытаний - сортовая яблоня. Сорт должен соответствовать стандартным качествам, безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Схема посадки яблони ~ 5,0 x 2,5 м. Междурядья содержатся под черным паром, все сады орошаются водами.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

- Мерная рейка с делениями по 5 см;
- Кронومتر Кондратьева. Используется для измерения параметров кроны деревьев, диаметр кроны, угол отхождения ветвей, высоту деревьев;
- Мерной лента

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Справочный материал для сравнения с эталонными описаниями.

Проведение испытаний.

Испытания проводят в несколько этапов. Первый этап включает наблюдение за развитием растения в разные периоды роста.

- Период роста - начинается с посадки и длится до первых плодов. Основное внимание эксперта уделяется оценке возможности формирования крепкого скелета из ствола и ветвей, а также мощной корневой системы, соблюдены ли нормы по применению азотных удобрений, полива и правильной формирующей обрезке.
- Период роста и плодоношения - начинается с появлением первых плодов. Оцениваются результаты умеренного ограничения роста, осветляющей обрезки и стимуляция плодоношения.
- Период полного плодоношения характеризуется стабильным и обильным урожаем. Оценивается поддержание баланса между ростом и плодоношением, а также своевременное обновление старых ветвей.

При оценке особенности роста яблони следует фиксировать факторы корреляции роста.

- Симбиоз надземной и подземной частей.
- Сортные особенности. Яблони отличаются долговечностью, их жизнь в саду может составлять от 15 до 40 лет в зависимости от сортовых особенностей.
- Различия в сроках плодоношения.
- Влияние агротехники: условия окружающей среды и уход играют решающую роль в развитии. Например, недостаток воды или

неправильный полив могут привести к одностороннему развитию корневой системы и наклону дерева. Обрезка требует точного соблюдения правил, чтобы избежать повреждений и стимулировать правильное развитие. Обработка яблони Артафидином способствует активному росту растений и улучшению качества продукции.

Второй этап включает в себя исследования по изучению силы роста деревьев, который проводится путем измерения высоты, ширины кроны и окружности штамба. Все замеры проводятся осенью, после съема урожая.

Методы и наблюдения.

Высоту и ширину кроны измеряют при помощи мерной рейки с делениями по 5 см. Показатель ширины кроны определяется как среднее из двух измерений – вдоль и поперек ряда. Окружность ствола измеряется мерной лентой на высоте 15 см от поверхности почвы.

При сравнении сортов по силе роста основными показателями считаются: объем кроны (в м^3), площадь проекции кроны (в м^2) и площадь поперечного сечения штамба (в см^2).

Объем кроны вычисляется по формуле $V=(D^2 \cdot h)/4$, площадь проекции кроны по формуле $S=(\Pi \cdot D)/4$, где D – средний диаметр из взаимоперпендикулярных измерений ширины кроны, м; h – высота кроны от основания скелетных ветвей до вершины дерева, м; Π – математическая константа, выражающая отношение длины окружности к длине ее диаметра, равная 3,14.

Площадь проекции кроны деревьев у сортов должна варьировать в пределах 0,4–0,9 м^2 .

Методы проведения учетов.

Результаты вносятся в протокол измерений с указанием в нем названия сорта, высоты дерева (м), прирост штамба (см), диаметра кроны в метрах (поперек ряда, вдоль ряда, средний ряд), прироста однолетних побегов (см), площади проекции кроны (м^3).

По результатам оценки силы роста яблони необходимо определить к какому виду роста отнести исследуемый сорт. Различают, сильнорослые сорта (величина объема кроны более 5 м^3), среднерослые (объем кроны от 3,6 до 5 м^3), сдержанного роста (объем кроны до 3,5 м^3). Форма для заполнения результатов изучения силы роста деревьев яблони представлены в таблице 1,2.

Таблица 1. Сила роста деревьев яблони.

№№ п/п	Сорт	Высота кроны, м	Прирост штамба, см	Диаметр кроны, м			Прирост однолетних побегов, см	Площадь проекции кроны, м ²
				поперек ряда	вдоль ряда	средний		
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Таблица 2. Группировка сортов по силе роста деревьев яблони.

№№ п/п	Сильнорослые сорта (объем кроны более 5 м ³)	Среднерослые сорта (объем кроны от 3,6 до 5 м ³)	Сорта сдержанного роста (объем кроны до 3,5 м ³)
1	2	3	4

2.2. Тип и объем кроны.

Общие рекомендации.

Типирование кроны – это процесс определения и формирования ее формы в зависимости от вида растения и цели садовода. Вид формирования зависит от сорта. Тип кроны яблони является качественным фенотипическим признаком сорта и определяются по ее форме и способу формирования центрального проводника (штамба), закладки ярусов (скелетных ветвей) и последующую регулируемую обрезку для поддержания формы и освещенности кроны. Различают два типа кроны яблони: колонновидный и ветвистый.

Форма кроны яблони является количественным фенотипическим признаком сорта. Существуют следующие формы: вертикальная, раскидистая, свисающая, плакучая, кустовидная, пирамидальная и др.

Требуемый материал.

Исследуемый материал - сортовая яблоня и ее крона. Сорт яблони должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021).

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры. Схема посадки яблони ~ 5,0 х 2,5 м. Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

В практической работе по определению типа кроны яблони рекомендуется использовать следующее оборудование.

- Высотометр. Определяет высоту деревьев.
- Фотоаппарат.
- GNSS-система. Представляет собой профессиональное геодезическое оборудование, позволяющее определить расположение объекта на местности с точностью до 1 см.

- Кронومتر Кондратьева. Используется для измерения параметров кроны деревьев, диаметра кроны, угла отхождения ветвей, высоты деревьев.
- Мерная рейка с делениями по 5 см.
- Сетка для измерения параметров кроны. Используется для измерения длины и диаметра кроны деревьев.
- Угломер электронный. Применяется для точного и объективного измерения углов, например, для определения величины наклона ствола дерева и его отклонения от допустимых значений.
- Воздушный сканер. Позволяет создавать цифровую трехмерную модель объекта.

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Программное обеспечение для обработки данных лазерного сканирования.
- Справочный материал для сравнения с эталонными описаниями.

Проведение испытаний.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта - многократный.

Длина делянки зависит от сорта, для высокорослых сортов не менее 3,5 – 4 м, для полукарликовых и карликовых – 2,5-3 м, а для колоновидных – около 2 м. При этом расстояние между рядами должно быть более, чем между деревьями в одном ряду (от 2 до 5 м).

Для определения типа кроны яблони следует учитывать возрастные этапы формирования кроны. Первые 5-6 лет – основной период формирования кроны, который начинается со второго года после посадки. 8-12 лет – формирование кроны к этому возрасту завершается, формируются основные скелетные ветви.

Форма кроны описывается и оценивается в начале вегетации с выделением конкретного типа: веретеновидная; свисающая; вертикальная; плакучая; раскидистая; кустовидная.

Методы и наблюдения.

Определение типа и формы кроны яблони включает следующие полевые работы.

Оценка формы кроны. При ее оценке обращается внимание на общую форму дерева. Проводятся измерения высоты дерева (h) с помощью высотомера, диаметра кроны дерева (d_k), параметров кроны, угла отхождения ветвей, используя кронومتر Кондратьева (или аналогичные приборы), величину наклона ствола с помощью угломера электронного.

Проведенные наблюдения и измерения документируются, с указанием:

- Результата осмотра скелетных ветвей и описания их расположения;
- Учета сортовой принадлежности яблони, наблюдается ли характерная для изучаемого сорта форма кроны;
- Учета возраста растения. У молодой яблони определяется какой тип кроны ей был изначально придан. Если дерево взросло, оценивается сформированный тип кроны после обрезки: веретеновидная, свисающая, вертикальная, плакучая, раскидистая, кустовидная.

Оценка кроны проводится по следующей шкале в баллах от 1,0-5,0 - где 1 балл – выполнение формировок различного типа невозможно, растения сильно угнетённые, живые ветви сохраняются на 30–40%, крона сильно деформирована, ствол повреждён полностью; 2 балла – выполнение различных формировок связано с высокими ежегодными затратами труда, деревья с заметным угнетением и деформированной кроной и наличием сухих побегов и ветвей, а также с повреждением ствола; 3 балла – выполнение различных формировок связано с высокими ежегодными затратами труда, деревья с угнетением и поврежденной кроной; 4 балла – крона пригодна для выполнения различных формировок без значительных затрат ручного труда, деревья, сохранившие свой габитус, имеющие хорошо сформированные ствол и ветви кроны; 5 баллов – крона перспективная для выполнения различных формировок без значительных затрат ручного труда, технологичная для ухода и интенсивного возделывания: прочная, хорошо освещенная, с оптимальными углами отхождения ветвей, деревья отличаются четко выраженной формой кроны.

Как правило, высоко оцениваются такие формы крон, как пирамидальная, овальная, зонтичная, шаровидная, плакучая, вьющаяся, стелющаяся, подушечная.

Методы проведения учетов.

По результатам измерений и наблюдений формируется протокол с результатами оценки признака. В нем указывается сорт, высоты дерева (м), диаметр штамба (см), площадь поперечного пересечения штамба (см²), ширина кроны (см), плодовые образования: густота размещения (шт/м), зона расположения на стволе (верхняя / равномерная), угол отхождения ветвей, величина наклона ствола. Выставляется итоговый балл по шкале от 1,0-5,0.

Предлагается сначала определять тип роста (спур/ветвистый), а затем форму кроны у ветвистых сортов.

2.3. Типичный угол отхождения ветвей.

Общие рекомендации.

Типичный угол отхождения ветвей – это угол не менее 45 градусов, так как такой угол обеспечивает прочность и долговечность ветви, а также способствует ее утолщению, замедляет рост в толщину, более узкий угол, делает ветку яблони хрупкой и подверженной обламыванию.

Угол отхождения ветвей является количественным фенотипическим признаком яблони.

Требуемый материал.

Исследуемый материал - сортовая яблоня и ее ветви. Сортовой яблони должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021).

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры. Схема посадки яблони ~5,0 x 2,5 м.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

В практической работе по оцениванию угла отхождения ветвей яблони рекомендуется использовать следующее оборудование.

- Высотометр. Определяет высоту деревьев.
- Кронометр Кондратьева. Используется для измерения параметров кроны деревьев, диаметр кроны, угол отхождения ветвей, высоту деревьев
- Клинометр-угломер. Универсальный угломер, который позволяет измерить уклоны ветвей яблони¹.
- Импульсный томограф (арботом). Прибор, измеряющий скорость прохождения импульсов по древесине, помогает выявить внутреннее состояние ствола, включая наличие гнили.
- Фотоаппарат.
- Бороскоп. Прибор для измерения структуры ствола и ветвей.
- Резистограф. Прибор, измерения прочности древесины путем анализа сопротивления тонкой буровой игле.

Перечень реактивов и расходных материалов.

Проведение испытаний.

Период формирования угла отхождения ветвей яблони – это весна и начало лета, когда дерево активно растет и развивает скелетные ветви. У

¹ В сочетании с другими измерениями (например, высоты) его можно использовать для расчета угла отхождения ветвей.

молодых саженцев второго года жизни для формирования правильного угла отхождения ветвей необходимо провести обрезку чтобы задать будущую крону. В дальнейшем, ежегодно (особенно весной) проводится корректирующая обрезка и подвязка для достижения нужного положения веток. Полевая работа направлена на сохранение ветвей с типичным углом отхождения в 40-60 градусов важна для создания прочной структуры дерева и должна носить регулярный характер.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность измерений - 2-ух кратная.

Длина делянки- зависит от сорта яблони, варьируется от 2 до 5 м.

Период наблюдения – в период активного роста (весна, начало лета) со второго года жизни и ежегодно в течение четырех лет.

Методы и наблюдения.

Для определения угла отхождения ветвей рекомендуется использовать инструментальные методы, а также проводить комплексные дендрологические экспертизы с использованием современного оборудования, такие как бороскоп и импульсный томограф (арботом).

Полная оценка угла отхождения ветвей включает комплексную дендрологическую экспертизу.

- Визуальный осмотр ветвей. Обращается внимание на направление роста ветвей яблони, равномерность утолщения, правильность расположения относительно ствола, состояние коры. Ветви должны составлять примерно 30-40 % общей массы кроны. Эксперт осматривает и фиксирует результаты осмотра.
- Оценка прочности ветвей. Определение прочности и устойчивости ветвей с помощью специальных приборов неразрушающего контроля, например, резистограф. Игла бурит древесину и прибор фиксирует силу сопротивления. Загнившие и поврежденные участки имеют меньшую плотность, поэтому сопротивление бурению на них падает. Оценка прочности ветвей позволяет составить точный профиль плотности дерева, определить внутренние повреждения и оценить риск падения. Здоровой древесине наносится минимальный ущерб.
- Измерение параметров ствола и ветвей. Определяется высота, диаметр ствола (d_c), форма кроны, полученные измерения документируются.
- Оценка внутреннего состояния ствола яблони с использованием импульсного томографа. Полученные с помощью томографа данные обрабатываются специалистом для получения точной картины внутреннего состояния ствола.

- Анализ структуры ствола. Измерение структуры ствола и ветвей с помощью бороскопа, чтобы выявить наличие гнили или других повреждений, которые могут повлиять на их прочность и угол отхождения.
- Учет сортовой принадлежности яблони, наблюдается ли характерный, для изучаемого сорта яблони, угол отхождения ветвей.

Определение угла отхождения ветвей яблони проводят весной или в начале лета, в период активного роста, перед их подрезанием.

Методы проведения учетов.

По результатам комплексной дендрологической экспертизы полученные данные наблюдения и измерения документируются. Для оценки фенотипического признака, полученные данные указываются в процентном соотношении острых и широких углов отхождения ветвей на общее количество ветвей дерева.

2.4. Лист.

2.4.1. Описание формы листовой пластинки.

Общие рекомендации.

Лист яблони имеет эллиптическую или овальную (яйцевидная) форму с заостренным концом и зубчатым или пильчатым краем. Его длина обычно составляет от 5 до 10 см, ширина от 3 до 6 см. Форма листа может варьироваться в зависимости от сорта яблони, возраста дерева и условий выращивания.

Требуемый материал.

Исследуемый материал - сортовая яблоня и ее листья. Сорт яблони должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Схема посадки яблони ~ 5,0 x 2,5 м. Для получения репрезентативной выборки следует отобрать 15-20 листьев в средней части однолетнего побега с разных сторон кроны.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

Проведение полевых и лабораторных исследований по изучению формы листовой пластинки яблони рекомендуется с использованием следующего оборудования.

- Дальномер.
- Рулетка.
- Фотоаппарат.

- Микрометр. Используется для точного измерения размеров объектов на препарате.
- Лиофильная сушка.
- Дозатор.
- Микроскоп (световые, стерео).

Перечень реактивов и расходных материалов.

Для отбора образцов.

- Пакет для хранения образцов листьев.
- Контейнер.
- Маркер для этикеток.
- Ножницы садовые.
- Перчатки садовые.

Для лабораторного анализа.

- Лабораторная посуда.
- Справочный материал для сравнения с эталонными описаниями.
- Перчатки медицинские.
- Предметные стекла.
- Спирт.

Проведение испытаний.

Отбор образцов листьев проводится в средней части однолетнего побега в количестве 15-20 шт от одного сорта яблони с разных сторон кроны. Поместите каждый образец в отдельный маркированный полиэтиленовый пакет, указывая сорт, место и время отбора пробы.

Описание окраски листы проводится в три этапа: сразу после распускания, в середине вегетации и перед опадением.

Определение формы листовой пластинки допускается проводить как в полевых, так и в лабораторных условиях. Хранить отобранные образцы допускается в прохладном месте (холодильнике) не более 24 часов.

Методы и наблюдения.

Описание формы листовой пластинки проводится в лабораторных условиях и включает микроскопические исследования структуры листа, морфометрический анализ и определение наличия патологий. Лабораторный анализ может выявить деформации, вызванные болезнями, или недостатками питательных веществ.

Исследования листовой пластины включают следующие оценки.

- Оценка привлекательности проводится по следующей шкале в баллах от 1,0-3,0 - где 1 балл – форма листа обладает привлекательностью в удовлетворительной степени без наличия таких элементов декоративности как гляцевитость, опушение, рассеченность листовой

пластинки и др.; 2 балла – форма листа привлекательная, листовая пластинка обладает дополненными элементами декоративности (глянцевитость, волнистость и гофрированность листовой пластинки); 3 балла – форма листа высоко привлекательная, листовая пластинка обладает дополненными элементами декоративности (опушение, рассеченность листовой пластинки).

Дополнительные лабораторные анализы.

- Подготовка образцов. Образцы фиксируют, высушивают и подготавливают для микроскопического исследования.
- Микроскопические исследования. Под микроскопом изучают структуру листа, ищут признаки патологий, такие как пятна, некрозы или изменения в клеточной структуре.
- Морфометрический анализ. Измеряются различные параметры листа: длина, ширина листа; отношение длины к ширине; форма края листа; форма верхушки листа.

Методы проведения учетов.

Среднее соотношение длины и ширины листа яблони составляет от ~ 1:1,3 (например, 5 см в длину и 3 см в ширину, или 10 см в длину 6 см в ширину), так как лист имеет овальную или эллиптическую форму.

Полученные данные сравниваются с нормативными показателями характерными для каждого сорта. Результаты измерений соотношения длины и ширины листовой пластинки яблони указываются в цифровом значении, и сравниваются со стандартными значениями (Табл. 3).

Таблица 3. Основные типы по соотношению длины и ширины листовых пластинок:

Соотношение длины и ширины листовой пластинки	Особенности строения листовой пластины	Название формы листовой пластинки
1:1	небольшая ширина в середине листа	округлая/овальная форма листовой пластинки
1:1 или немного более	самая широкая часть ближе к основанию	широкояйцевидная форма листовой пластинки
1,5...2:1	с наибольшей шириной в основании	яйцевидная форма листовой пластинки
1,5...2:1	с наибольшей шириной посередине пластинки	эллиптическая форма листовой пластинки

1,5...2:1	с наибольшей шириной вблизи верхушки	обратнойцевидная форма листовой пластинки
-----------	--------------------------------------	---

Указывают название по форме листа по ширине: широкая (1:0,9...1,45), продолговатая (1:1,46...1,55) и удлиненная (1:1,56 и более); оценку привлекательности в баллах от 1,0-3,0.

2.4.2. Описание окраса листа.

Общие рекомендации.

Методы описания окраски листовой яблони включают визуальную оценку (определение основного цвета, оттенков, наличия пятен) и инструментальные методы, такие как спектрофотометрический анализ для определения содержания пигментов, молекулярно-генетические исследования, дистанционное зондирование с дронов и спутников, а также компьютерное моделирование.

Требуемый материал.

Исследуемый материал – сортовая яблоня и ее листья. Сорт должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Схема посадки яблони ~5,0 х 2,5 м. Листья отбираются в средней части однолетнего побега. При описании используются стандартизированные цветовые шкалы (например, RHS Colour Chart или аналогичные).

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

Для описания окраски листовой рекомендуется использовать следующее оборудование.

- Колориметр. Прибор для измерения и сравнения цвета.
- Цветовая карта или атлас цветов. Систематизированный набор образцов цвета. Различные атласы, а также цветовые шкалы, широко используются в колориметрии для визуального определения и стандартизации исследуемого цвета с помощью сравнения исследуемого образца с цветами эталонов.
- Фотоаппарат.
- Спектрофотометр. Прибор, для получения количественных данных о содержании пигментов, таких как хлорофилл (зеленый цвет), каротиноиды (желтый, оранжевый) и антоцианы (красный, фиолетовый).

- Портативный хлорофиллометр. Определяет индекс концентрации хлорофилла, измеряя поглощение на двух длинах волн (653 нм для пика поглощения хлорофилла и 931 нм, как контрольной).
- Фотометр.
- Дозатор.

Перечень реактивов и расходных материалов.

Для отбора образцов:

- пакет для хранения образцов листьев;
- маркер для этикеток;
- контейнер;
- ножницы садовые;
- перчатки садовые.

Для лабораторного анализа:

- справочный материал для сравнения с эталонными описаниями;
- лабораторную посуду;
- медицинские перчатки.

Проведение испытаний.

Листья отбираются в три этапа, сразу после распускания (май), в середине периода вегетации (июль – август), после опадания (сентябрь-октябрь). Определение окраски листы проводится в полевых и лабораторных условиях. Хранить отобранные образцы допускается в прохладном месте (холодильнике) не более 24 часов. Отобранные образцы листьев могут быть исследованы в полевых условиях экспресс-оценкой. Расширенная экспертиза окраски листы яблони для выявления факторов, влияющих на цвет листа, проводится инструментальными методами, как в полевых, так и в лабораторных условиях.

Методы и наблюдения.

Методы описания окраски листьев включают следующие виды исследований.

Экспресс-оценка - визуальная оценка. Экспресс-оценка состояния растений, наблюдение за сезонными изменениями. Проводится сравнение цвета листьев с эталонными образцами или шкалами для классификации по степени изменения окраски. Основной цвет листы яблони темно-зеленый, в то время как бледный или желтоватый оттенок может указывать на недостаток питательных веществ, таких как азот или железо.

Оценка привлекательности листы после распускания и в середине вегетации проводится по следующей шкале в баллах от 1,0 до 5,0 - где 1 балл – окраска листы не привлекательна, с преобладанием невыразительных, тускло-зеленых оттенков; 2 балла – окраска листы

обладает удовлетворительной привлекательностью, с преобладанием темно-серо-зелёных оттенков; 3 балла – окраска листы обладает удовлетворительной привлекательностью, типична для товарных сортов; 4 балла – окраска листы привлекательна, отмечены некоторые изменения окраски в середине вегетации по сравнению с началом распускания; 5 баллов – окраска листы очень привлекательна, изменение окраски в середине вегетации по сравнению с началом распускания не отмечено².

Окраска листы перед опадением оценивается в соответствии с разработанной шкалой цветовых оттенков в конце периода вегетации – в начале листопада. Оценка привлекательности проводится по следующей шкале в баллах от 1,0 до 5,0 - где 1 балл – окраска листы не привлекательна, с преобладанием бурых, ржавых и красно-бурых; 2 балла – окраска листы обладает удовлетворительной привлекательностью, с преобладанием темно-серых и коричневых оттенков; 3 балла – окраска листы обладает удовлетворительной привлекательностью, период листопада не продолжительный; 4 балла – окраска листы привлекательна, листва не способна сохранять декоративность до конца листопада; 5 баллов – окраска листы очень привлекательна, листва способна сохранять декоративность до конца листопада.

Инструментальные методы:

- Молекулярно-генетические исследования - анализ генов, отвечающих за синтез пигментов, например, антоцианов;
- Компьютерное моделирование. Создание моделей, предсказывающих, как различные факторы (например, недостаток питательных веществ) влияют на фотосинтез и цвет листьев;
- Метод хлорофиллометрии. Оценки состояния отдельных листьев и широко применяются в научных исследованиях и садоводстве;

Методы проведения учетов.

По результатам оценки проводится сравнение цвета листьев с эталонными шкалами для классификации по степени изменения окраски с целью полевого мониторинга состояния здоровья растения.

Здоровые листья яблони имеют темно-зеленый цвет, слегка блестящую поверхность и гладкую форму. Бледный или желтоватый оттенок может

² В случае изменения окраски в течение периода вегетации – это обязательно отмечается при описании.

указывать на недостаток азота или железа, а появление пятен — на грибковые заболевания, такие как парша, или на вредителей.

Результаты визуальной оценки вносятся в протокол исследований сорта. В нем указывается название сорта, дата сбора образцов листы, описание листа сразу после распускания, в середине вегетации, с указанием, описание листы после опадания, с указанием балла от 1,0-5,0.

Формы для заполнения результатов оценки окраски листы деревьев яблони представлены в таблице 4, 5.

Таблица 4. Описание окраски листы яблони.

	Сразу после распускания, балл	В середине вегетации балл	Перед опаданием, балл
Дата отбора образца			
Сорт			
1	2	3	4

Таблица 5. Определение цвета листа по цветовой шкале.

	Сразу после распускания, балл	В середине вегетации балл	Перед опаданием, балл
Дата отбора образца			
Сорт			
Шифр образца			
Номер цвета			
1	2	3	4

Примечание: Использование систематизированных наборов образцов цвета (цветовой атлас), позволит визуально определить окраску исследуемого образца и закодировать полученные данные с дальнейшим внесением цветового-кода в протокол исследования. Атлас обычно выполняют из разноокрашенных образцов. Сравнение исследуемого образца и эталонов производится в условиях идентичного освещения. Из-за метамерии всё равно возможны ошибки идентификации, если только не обусловить заранее вид источника цвета (цветовая температура и полная спектральная характеристика).

2.5. Цветок.

2.5.1. Сроки цветения.

Общие рекомендации.

В годичном цикле жизни дерева яблони одним из наиболее важных этапов является цветение, так как от условий этого периода в значительной степени зависит величина и качество урожая. Более позднее цветение является ценным хозяйственным и селекционным признаком, позволяющим уйти от возвратных весенних заморозков, которые способны нанести

серьезный ущерб садам. Между временем цветения яблони и суммой температур существует тесная корреляция. Считается, что цветение яблони в среднем наступает при накоплении 170-200 °С эффективных или 350-400 °С активных температур. Исследования срока цветения яблонь включают фенологические наблюдения, температурный мониторинг, спутниковый мониторинг, лабораторные тесты (микроскопия почек).

Требуемый материал.

Объект исследования – сортовая яблоня и их цветки. Сорт должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Наблюдения проводятся в весеннее время с апреля по май в течение нескольких лет. Схема посадки яблони - 5,0 х 2,5 м. Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта - многократная.

Перечень оборудования.

- Метеометр, логгер, метеостанция.
- Высотомер.
- Фотограмметрия.
- Рулетка, линейка.

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Справочный материал для сравнения с эталонными описаниями.
- Набор биоклиматических карт ENVIREM.

Проведение испытаний.

При оценке сроков цветения яблони следует фиксировать факторы корреляции признака.

- Климатические факторы. Климат района произрастания яблони может оказывать значительное влияние на период цветения дерева (температура воздуха в разные периоды года, наличие заморозков, оттепели, продолжительные засушливые периоды, количество осадков, частая смена направлений ветра).

- Сортовые особенности.
- Влияние агротехники. Уход играет важную роль в развитии дерева. Например, орошение, своевременная и правильная обрезка, обработка яблони способствует активному росту растений и улучшению качества продукции.

Методы и наблюдения.

Исследования проводятся в полевых условиях. По результатам оценки сроков указываются следующие показатели: дата начала цветения ($\pm$ дни),

дата конца цветения ($\pm$ дни), длительность цветения (количество дней $\pm$ дни), средняя сумма эффективных температур выше 5 °C на начало цветения (°C), средняя сумма эффективных температур выше 10 °C на начало цветения (°C).

Сумма эффективных температур (СЭТ) - показатель, пропорциональный количеству тепла, выраженный суммой средних суточных температур воздуха или почвы, уменьшенных на величину биологического минимума температуры. Для создания растровых карт сумм температур использовано программное ГИС обеспечение Idrisi Selva. Составленные глобальные карты сумм температур размещены на сайте и доступны для общего пользования.

Методы проведения учетов.

По результатам учета срока цветения яблони можно определить тип группы: раноцветущие, среднецветущие, поздноцветущие. Период цветения варьируется в зависимости от региона произрастания яблони, климатических условий, сорта, условий выращивания. Продолжительность/длительность цветения учитывается количеством дней: цветение отсутствует (0 дней), цветение – 5...7 дней, 7...10 дней, цветение более 10 дней. Сроки цветения различаются: цветение отсутствует, первая-вторая декада мая, третья декада мая.

Образцы формы для заполнения результатов учета срока цветения деревьев яблони представлены в таблице 6, 7.

Таблица 6. Показатели начала и конца цветений сорта яблони.

Сорт	Начало цветения	Конец цветения	Длительность цветения, дни	Средняя сумма эффективных температур выше 5 °C на начало цветения, °C	Средняя сумма эффективных температур выше 10 °C на начало цветения, °C
1	2	3	4	5	6

Таблица 7. Группировка сортов по срокам цветения.

Срок созревания плодов	Очень ранние (указать период цветения)	Ранние (указать период цветения)	Средние (указать период цветения)	Поздние (указать период цветения)	Очень поздние (указать период цветения)
1	2	3	4	5	
Летний					
Осенний					
Зимний					

2.5.2. Продолжительность цветения.

Общие рекомендации.

Продолжительность цветения яблони оценивается путем наблюдения за стадиями развития дерева и определения продолжительности каждой из них, особенно фазы массового цветения. Средняя продолжительность массового цветения составляет 7-14 дней, но может варьироваться в зависимости от погодных условий и сорта яблони.

Даты начала и продолжительности цветения сортов яблони имеют генетически обусловленные особенности. Однако эти показатели изменяются в зависимости от температурных условий.

Различают несколько стадий цветения: набухание почек (5-7 дней), формирование бутонов (3-5 дней), массовое цветение (7-14 дней). Продолжительность цветения: Общая продолжительность цветения оценивается по длительности фазы массового цветения, которая является основным показателем.

При оценке продолжительности цветения яблони необходимо учитывать факторы влияния, такие как: погодные условия (температура, осадки, ветер), сортовые особенности, агротехнологические условия уход за деревом (обрезка, подкормка, орошение).

Требуемый материал.

Объект исследования – сортовая яблоня и их цветки. Сорт должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Наблюдения проводятся в весеннее время с апреля по май в течение нескольких лет. Схема посадки яблони ~5,0 x 2,5 м.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

Для описания продолжительности цветения яблони используется комплексное оборудование, включающее ручные инструменты (рулетки, линейки), высотомеры и лидарное сканирование для точного измерения, а также фотограмметрию для создания 3D-моделей и повторного анализа. В отличие от простых методов, более современные технологии, такие как лидары, обеспечивают высокую точность и создание трехмерной модели дерева.

- Метеометр, логгер, метеостанция.

- Высотомер.
- Фотограмметрия.
- Фотоаппарат.
- Рулетка, линейка.
- Лидарное сканирование.

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Справочный материал для сравнения с эталонными описаниями.

Проведение испытаний.

Описание продолжительности цветения включает фиксацию даты начала и окончания цветения, продолжительности цветения для каждого дерева. Изучение влияния длины светового дня на цветение.

При оценке продолжительности цветения яблони следует фиксировать факторы корреляции признака.

- Учет климатических факторов. Ежегодно в таблицу наблюдений вносится: дата начала цветения средняя температура воздуха на начало цветения (градус), сумма эффективности температур, $>10^{\circ}\text{C}$, на начало цветения (градус), дата перехода температуры через 10°C , дата конца цветения, продолжительность цветения (дни).

- Учет продолжительности цветения и количество цветков. В таблицу наблюдений вносится: название сорта, дата начала цветения, продолжительность цветения (дни), интенсивность цветения (балл от 1,0-5,0), степень завязываемости и плодов (%), количество цветков на образование одного плода (шт.)

Методы и наблюдения.

Продолжительность цветения учитывается как период от начала цветения (день, когда на деревьях распустилось не менее 10 % цветков) до конца цветения – (день, когда отцвело 90 % цветков).

Для оценки продолжительности цветения яблони применяют следующую шкалу в баллах от 1,0-5,0 - где 1 балл – продолжительность цветения в типичных для региона метеорологических условиях менее 5 дней; 2 балла – продолжительность цветения в типичных для региона метеорологических условиях 6-7 дней; 3 балла – продолжительность цветения в типичных для региона метеорологических условиях 8-9 дней; 4 балла – продолжительность цветения в типичных для региона метеорологических условиях 10-11 дней; 5 баллов – продолжительность цветения в типичных для региона метеорологических условиях не менее 12 дней.

Для оценки интенсивности цветения применяют шкалу от 1,0 до 5,0 баллов, где 1 балл – очень слабое/единичное цветение: присутствуют лишь единичные цветки, цветение незаметно или отсутствует; 2 балла – слабое цветение: небольшое количество цветков; 3 балла – среднее цветение: умеренное количество цветков, есть потенциал для более обильного цветения; 4 балла – сильное/обильное цветение, очень много цветков; 5 баллов – очень сильное/массовое цветение, максимальное количество цветков, покрывающих почти все растение, создавая сплошной цветущий ковер или шапку.

Методы проведения учетов.

По результатам учета данных продолжительности цветения яблони оформляется протокол испытаний/измерений в который вносится информация о сорте, дата начала цветения, средняя температура воздуха на начало цветения (градус), сумма эффективности температур, $>10^{\circ}\text{C}$, на начало цветения (градус), дата перехода температуры через 10°C , дата конца цветения, продолжительность цветения (дни), продолжительность цветения (дни), интенсивность цветения (балл от 1,0-5,0), степень завязываемости и плодов (%), количество цветков на образование одного плода (шт.).

Образец формы для заполнения результатов оценки продолжительности цветения в яблони представлен в таблице 8.

Таблица 8. Оценка продолжительности цветения яблони.

Сорт	Год наблюдений	Дата начала цветения	Средняя Темп-ра воздуха на начало цветения, градус	Сумма эффективн. температур $> 10^{\circ}\text{C}$ на начало цветения, градус	Дата перехода температуры через 10°C	Дата конца цветения	Продолжительность цветения, дни	Интенсивность цветения, балл	Степень завязываемости плодов, %
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.5.3. Степень, обильность цветения.

Общие рекомендации.

Цветение у большинства видов яблонь обильное. Оценка степени цветения яблони основывается на доле распустившихся цветков на дереве. Начало цветения — момент, когда распустилось 10% цветков. Для определения степени цветения можно использовать визуальную оценку или подсчет количества цветков на отдельной ветке, чтобы понять, сколько из них ещё в бутонах, сколько полностью раскрылись, и сколько увядают.

При оценке степени и обильности цветения яблони необходимо учитывать факторы влияния на цветение, температуру, климат, сортовые характеристики, условия агротехники.

Требуемый материал.

Объект исследования – двухлетние сорта яблони и ее цветки. Сорт должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Наблюдения проводятся в весеннее время с апреля по май в течение нескольких лет. Схема посадки яблони ~5,0 x 2,5 м.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

- Метеомер, логгер, метеостанция.
- Справочный материал для сравнения с эталонными описаниями.
- Высотомер.
- Фотограмметрия.
- Фотоаппарат.
- Рулетка, линейка.
- Лидарное сканирование.

Перечень реактивов и расходных материалов.

Проведение испытаний.

При оценке степени и обильности цветения следует фиксировать факторы корреляции признака:

- учет климатических факторов. Ежегодно в таблицу наблюдений вносится: дата начала цветения средняя температура воздуха на начало цветения (градус), сумма эффективности температур, $>10\text{ }^{\circ}\text{C}$, на начало цветения (градус), дата перехода температуры через $10\text{ }^{\circ}\text{C}$, дата конца цветения, продолжительность цветения (дни);

- проводится визуальная оценка степени и обильности цветения оценивают, путем подсчёта цветков. Обращается внимание на количество цветков в соцветиях (щитках, полузонтниках), которое может сильно варьироваться. Оценка общего количества цветков яблони проводится на основе общей плотности цветения по всему дереву, фиксируется начало цветения, когда распустится около 10% бутонов;

- оценка степени и обильности цветения проводится в несколько этапов:

В начале цветения, определяется, когда на 10% деревьев в саду появляются первые распустившиеся цветки.

В период полного цветения, когда все дерево покрыто цветками. В этот период наблюдается максимальная активность опыления. На данном этапе, также, может оцениваться потенциал урожая.

В конце цветения, когда большинство цветков уже увяло и началась стадия формирования завязи. Этот этап важен для оценки жизнеспособности молодых плодов.

Методы и наблюдения.

Различают три степени (интенсивность) цветения яблони: отсутствие цветения, необильное цветение (до 3,0 баллов), средняя интенсивность цветения (3,1...3,9 баллов), цветет обильно (4,0...5,0 баллов).

Обильность цветения учитывают в разные периоды распускания цветков, руководствуясь следующей шкалой в баллах от 1,0-5,0 - где 1,0 балл – очень слабое цветение (цветут только единичные цветки); 2,0 балла – слабое (цветет 10...30% цветков от полога кроны); 3,0 балла – среднее (цветет 31...60 % цветков от полога кроны); 4,0 балла – хорошее (цветет 61...80 % цветков от полога кроны); 5,0 балла – обильное (цветет 81...100 % цветков от полога кроны).

Методы проведения учетов.

По результатам учета данных степени (интенсивности) цветения яблони оформляется протокол испытаний/измерений в который вносится информация о сорте, начале цветения, периоде полного цветения, конце цветения, продолжительности цветения (дни). Под каждым периодом цветения указывается степень (интенсивность) цветения яблони в баллах от 1-3 и обильность цветения в баллах от 1,0-5,0.

Образец формы для заполнения результатов оценки степени (интенсивности) цветения в яблони представлен в таблице 9.

Таблица 9. Оценка степени (интенсивности) цветения яблони.

Сорт	Начала Цветения, балл	Периода полного цветения, балл	Конца Цветения, балл	Продолжительность цветения, дни
1	2	3	4	5

2.5.4. Жизнеспособность пыльцы.

Общие рекомендации.

Способность пыльцы к прорастанию – важнейший показатель ее функциональной активности. В ходе эксперимента проводится учет жизнеспособности пыльцы яблони в лабораторных условиях путем проращивания пыльцевых зерен в течение суток (24 часа) на искусственной среде и оценивалось в процентах.

Требуемый материал. Объект исследования – сортовая яблоня и ее цветочная пыльца. Сорт должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Схема посадки яблони ~5,0 x 2,5 м.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

- Холодильная камера для хранения образцов пыльцы.
- Термостат.
- Центрифуга.
- Термометр.
- Логгер.
- Дозатор.
- Микроволновая печь.
- Лабораторный бокс.
- Весы лабораторные.
- Фотоаппарат.
- Микроскоп.

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Кисточка.
- Стерильная пробирка.
- Контейнер.
- Агаризованная питательная среда.
- Сахароза.
- Лабораторная посуда.

Проведение испытаний.

Испытания на жизнеспособность пыльцы яблони проводятся в два этапа. Первый этап проводится в полевых условиях и представляет собой сбор образца пыльцы, второй проводится в лабораторных условиях, где проводится проращивание пыльцевых зерен на искусственной среде.

Сбор образцов пыльцы яблони проводится методом сухого сбора с помощью мягкой кисточки в стерильную пробирку. Отбор пыльцы проводится в период полного цветения яблони в сухую погоду в утренние часы (6-8 часов утра) для этого необходимо осторожно собрать пыльцу мягкой кисточкой. Пыльца должна прилипнуть к ворсинкам кисточки. Осторожно поднесите кисточку к открытой пробирке и бережно погрузите ее во внутрь пробирки, постучите по внутренней стороне пробирки, чтобы

пыльца осталась внутри. Плотнo закройте пробирку крышкой. На пробирке указывается сорт, место и время отбора пробы. Для длительного хранения пыльцы рекомендуется хранить отобранную пробу в сухом прохладном месте (холодильнике).

Методы и наблюдения.

В ходе лабораторного анализа на жизнеспособность пыльцы яблони проводится проращивание пыльцы в течение суток (24 часа) на агаризованной питательной среде с концентрацией сахарозы 10-15 % в темноте (24 ч темнота в термостате при плюс 21–22°C). Искусственная питательная среда состоит из раствора: сахароза 15 % + агар-агар 2 % + борная кислота 0,0001 %. Каплю раствора с посеянной пылью помещают во влажную камеру. Важно следить, чтобы капля, находясь во влажной среде не высыхала, а концентрация сахарного раствора оставалась одинаковой. Посев просматривается в пяти полях зрения микроскопа при увеличении 7 x 10. Учет проводится через 24 часа термостатирования. Длину пылевых трубок измеряют в диаметре пылевого зерна.

Методы проведения учетов.

В результате проведенных исследований полученные данные жизнеспособности пыльцы яблони вносятся в протокол испытаний/измерений, где вносятся следующие параметры: название сорта, дата отбора пыльцы, дата проведения испытания, количество пылевых зерен (шт.), пророщенные пылевые зерна (шт.), жизнеспособность пыльцы яблони (%), длина пылевых трубок в диаметре пылевого зерна (min./max.).

Образец формы для заполнения результатов оценки жизнеспособности пыльцы яблони представлен в таблице 10.

Таблица 10. Результаты проращивания пылевых зерен цветков яблони.

Дата проведения испытания					
Дата отбора пыльцы					
Название образца	Количество пылевых зерен, шт.	Из них проросло, шт.	Жизнеспособность пыльцы, %	Длина пылевых трубок в диаметре пылевого зерна	
				min	max
1	2	3	4	5	6

2.6. Плод.

2.6.1. Привлекательность внешнего вида плодов

Общие рекомендации.

Качество плодов яблони оценивают по внешним показателям, размеру, форме и окраске плода. Товарные качества и питательная ценность плодов

яблони зависят от условий зоны произрастания и метеоусловий года выращивания, определяются сортовыми особенностями. Условия вегетационного периода существенно влияют на формирование товарности плодов. Оценка привлекательности внешнего вида плодов яблони проводится в баллах от 1,0-5,0. Сорта с более привлекательными плодами обычно имеют оценку от 4,0 – 4,5.

Требуемый материал.

Исследуемый материал - сортовая яблоня и ее плоды. Сорт яблони должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Схема посадки яблони - 5,0 x 1,5 м. Для получения репрезентативной выборки следует отобрать 10-15 плодов с разных ветвей и сторон яблони.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

- Мерная лента.
- Весы.
- Фотоаппарат.
- Линейка.

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Приспособление для сбора урожая.
- Перчатки садовые.
- Маркер.
- Контейнер.
- Пакет одноразовый для сбора плодов.

Проведение испытаний.

Привлекательность внешнего вида яблок оценивается в стадии потребительской (полной) зрелости, когда плоды полностью сформированы, приобрели сортовой цвет, блеск и эстетические качества, характерные для данного сорта. В стадии полной зрелости плоды достигают: максимально характерной для сорта окраски (основная и покровная), глянца или матовости, присущей сорту, оптимальной формы и размера, отсутствия зеленого оттенка (у большинства сортов), наилучшего баланса между плотностью и сочностью, что тоже влияет на визуальное восприятие (например, «сочный вид»). Именно в этот период яблоки выглядят наиболее аппетитно и товарно привлекательно.

Оценка привлекательности внешнего вида плодов яблони проводится в два этапа. Первый этап проводится в полевых условиях и представляет собой сбор образцов яблок, второй проводится в лабораторных условиях, где происходит визуальный осмотр каждого образца яблок и документирования результатов.

Сбор оптимально зрелых плодов проводится в количестве 100 шт. с разных ветвей и сторон дерева. Необходимо поместить образцы в отдельный маркированный пакет/мешок, указывая сорт, место и время отбора пробы. Хранить отобранные образцы допускается в прохладном месте (холодильнике) не более 24 часов.

Методы и наблюдения.

При учете результатов оценки привлекательности внешнего вида плодов яблони обращают внимание на климатические условия выращивания дерева, сортовые особенности, качество почвы участка, схему посадки растений, агротехнические условия выращивания. Для анализа используются типичные для сорта оптимально зрелые плоды, собранные с различных ветвей и сторон дерева.

Привлекательность внешнего вида плодов оценивается в баллах от 1,0 до 5,0 – где 1,0 балл – плоды невзрачные; 2,0 балла – плоды не привлекательные с тусклой невыраженной окраской; 3,0 балла – плоды средне привлекательные с преобладанием неравномерно окрашенных плодов; 4,0 балла – плоды привлекательные, окраска хорошо выраженная; 5,0 баллов – плоды очень привлекательные, интенсивно окрашенные.

Привлекательность внешнего вида плодов оценивается в совокупности с другими показателями качества плодов сорта, массой плода (г.), оценкой вкуса (балл), биохимическим составом плодов (сахара, сухие растворимые вещества, аскорбиновая кислота, общая кислотность).

Методы проведения учетов.

По результатам оценки привлекательности внешнего вида плодов яблони оформляется протокол испытаний/измерений в который вносится информация о сорте, номер образца, размер плода (мм), масса плода (г.), привлекательность внешнего вида (балл).

Образец формы для заполнения результатов оценки привлекательности внешнего вида яблони представлен в таблице 10.

Таблица 9. Оценка степени (интенсивности) цветения яблони.

Сорт	Образец №	Размер, мм		Масса, г	Привлекательность внешнего вида, балл
		Длина	Ширина		
1	2	3	4	5	6

Привлекательность внешнего вида яблок оценивается в стадии потребительской (полной) зрелости, когда плоды полностью сформированы, приобрели сортовой цвет, блеск и эстетические качества, характерные для данного сорта. В стадии полной зрелости плоды достигают: максимально характерной для сорта окраски (основная и покровная), глянца или матовости, присущей сорту, оптимальной формы и размера, отсутствия зеленого оттенка (у большинства сортов), наилучшего баланса между плотностью и сочностью, что тоже влияет на визуальное восприятие (например, «сочный вид»). Именно в этот период яблоки выглядят наиболее аппетитно и товарно привлекательно.

2.6.2. Тип плодоношения.

Общие рекомендации.

Плодовые образования у яблонь включают ветви, на которых находятся плодовые почки. К ним относятся плодовые прутики, копыща, кольчатки, плодушки. Эти ветви наиболее приспособлены к формированию генеративных почек, хотя в некоторых годах может не быть цветочных почек. Чаще всего у яблонь тип плодоношения смешанный или кольчатый.

Различают однолетние и многолетние плодовые образования. К однолетним образованиям относят кольчатку, копыще, плодовый прутик к многолетним — кольчатки старше одного года, плодушки, плодухи.

Требуемый материал.

Исследуемый материал – двухлетняя сортовая яблоня и ее плодовые образования (побеги, разветвления). Сорт яблони должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Схема посадки яблони ~ 5,0 х 1,5 м. Для получения репрезентативной выборки следует учитывать однолетние и многолетние плодовые образования.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

- Рулетка.
- Линейка.
- Увеличительное стекло/лупа.
- Фотоаппарат.
- Весы.

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Перчатки садовые.

- Секатор садовый для обрезания ветвей.
- Контейнер.
- Справочная литература/атлас, печатные или электронные руководства с подробными иллюстрациями и описаниями различных типов плодовых образований (например, кольчатки, копыльца, плодовые прутики) для сравнения и точной идентификации

Проведение испытаний.

Оценка типа плодоношения яблони проводится при визуальном осмотре репродуктивных побегов и их разветвлений. При визуальном осмотре такие образования отличаются небольшим размером, недолговечны и после отмирания заменяются новыми побегами плодового типа.

Учитывают два вида плодовых образований: однолетние образования – прутики, копыце, кольчатку; многолетние образования – кольчатку более одного года, плодушки, плодухи. Различают молодые образования яблони в виде плодовых сумок с копыцем и прутиком-ми и старые плодовые образования яблони в виде многолетних плодуч. Побеги замещения на многолетних плодучах коротенькие, представлены слабыми кольчатками (цветковыми почками).

Методы и наблюдения.

Основным методом установления типа плодоношения яблони является полевые опыты и наблюдение за пловыми образованиями на ветвях яблони, измерение их размеров, оценка форм почеч, расположения и степень развития.

Чешуйки плодовых почеч плотнее, шире и более округлые, чем у ростовых почеч, и обычно имеют светло-коричневый цвет с зеленоватым оттенком.

Длина плодоносящих образований варьируется от 5 до 30 см, но важна не столько сама длина, сколько тип ветки.

У яблони плодовые ветки обычно располагаются под углом 45-90 градусов к основному стволу.

Основные типы плодоношений яблони характеризуются следующим образом. Смешанный тип - плодоношение происходит на плодушках (укороченных однолетних побегах), которые расположены на кольчатках. Это наиболее распространенный тип плодоношения у большинства сортов; Кольчаткий (спуровый тип) - плодоношение происходит в основном на многолетних кольчатках, которые представляют собой короткие боковые побеги. Букетный - тип плодоношения, при котором цветковые почки, формирующие букетные веточки (укороченные многолетние побеги), дают урожай в виде группы плодов. Однолетний прирост – тип плодоношения при

котором плоды формируются на концах удлинённых однолетних побегов. Этот тип встречается у некоторых сортов яблони.

Тип плодоношения яблони оценивается в совокупности с другими показателями сорта, продуктивностью (кг/дер.), урожайностью (т/га).

Методы проведения учетов.

По результатам оценки типа плодоношения яблони оформляется протокол испытаний/измерений в который вносится информация о сорте, год вступления в плодоношение, продуктивность, кг/дер., урожайность т/кг, тип плодоношения.

Образец формы для заполнения результатов оценки типа продуктивности яблони представлен в таблице 11.

Таблица 11. Оценка типа продуктивности яблони.

Сорт	Год вступления в плодоношение	Продуктивность, кг/дер.	Урожайность т/кг	Тип плодоношения
1	2	3	4	5

2.6.3. Сила плодоношения.

Общие рекомендации.

Сила плодоношения яблони зависит от нескольких факторов, включая сорт, условия выращивания и уход за деревом. Оценка силы плодоношения яблони проводится методом фенологического наблюдения и учета плодоношения яблони, проводится оценка количества собранных плодов от полога кроны.

Требуемый материал.

Исследуемый материал - сортовая яблоня и ее плоды. Сорт яблони должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Схема посадки яблони ~ 5,0 x 1,5 м. Для получения репрезентативной выборки для описания плодов яблони следует провести подсчет плодов от полога кроны.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

- Фотоаппарат.
- Линейка.

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Перчатки садовые.

Проведение испытаний.

Оценка силы плодоношения яблони проводится в полевых условиях методом подсчета плодов на ветвях дерева и документирования результатов.

Методы и наблюдения.

Сила плодоношения учитывается в конце вегетации, за две недели до сбора урожая, руководствуясь шкалой от 1,0 до 5,0 – где 1,0 балл – очень слабое (единичные плоды); 2,0 балла – слабое (10...30% плодов от полога кроны);

3,0 балла – среднее (31...60 % плодов от полога кроны); 4,0 балла – хорошее (61...80 % плодов от полога кроны); 5,0 баллов – обильное (81...100 % плодов от полога кроны).

Методы проведения учетов.

По результатам оценки силы плодоношения яблони оформляется протокол испытаний/измерений в который вносится информация о сорте, год вступления в плодоношение, сила плодоношения в баллах от 1,0 до 5,0.

2.6.4. Периодичность плодоношения по годам.

Общие рекомендации.

Исследования периодичности (цикличности, альтернативности) плодоношения яблони по годам проводится путем долгосрочного мониторинга, сбора и анализа данных об урожайности на протяжении нескольких лет.

Требуемый материал.

Исследуемый материал - сортовая яблоня. Сорт яблони должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Схема посадки яблони ~5,0 x 1,5 м.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно) для сбора и анализа данных о плодоношении яблони на протяжении нескольких лет.

Перечень оборудования.

- Весы
- Линейка
- Пенетромметр

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Контейнер

Проведение испытаний.

Учет периодичности плодоношения яблони по годам проводится с помощью ежегодного наблюдения за урожайностью интересующего объекта

исследований. Период наблюдения начинается с первого года плодоношения и длится на протяжении многих лет (до 25 лет). Ежегодно полученные данные об урожайности дополняют статистику и проводится пересчет индекса периодичности плодоношения сорта.

Методы и наблюдения.

Оценка периодичности плодоношения яблони производится путем сравнения урожаев за несколько лет с использованием формулы индекса периодичности плодоношения или путем визуальной оценки, основанной на возрасте дерева. Периодичность зависит от возраста дерева: в 3-5 лет начинается плодоношение, пик урожайности достигается в 6-25 лет, после чего урожайность снижается вплоть до редкого плодоношения у очень старых деревьев.

Индекс периодичности плодоношения определяли по формуле Синга: $P = (Y_1 - Y_2) / (Y_1 + Y_2) \cdot 100$, где, P – индекс степени периодичности, %; Y_1 – урожайность в урожайный год, ц/га; Y_2 – урожайность в менее урожайном смежном году, ц/га.

По величине индекса сорта разделены на группы: первая группа (от 21 до 40 %) – с относительно регулярным плодоношением; вторая группа (от 41 до 60 %) – со средней периодичностью плодоношения; третья группа (от 61 до 80%) – с сильной; четвертая группа (от 81 до 100%) – с очень сильной периодичностью.

Методы проведения учетов.

По результатам оценки периодичности плодоношения яблони по годам оформляется протокол испытаний/измерений в который вносится информация о сорте, периодичность плодоношения, индекс периодичности (%).

Образец формы для заполнения результатов оценки периодичности плодоношения яблони представлен в таблице 12.

Таблица 12. Урожайность сортов яблони.

Сорт	Ежегодно плодоносящие	С нерезко выраженной периодичностью	С резко выраженной периодичностью	Индекс периодичности, %
1	2	3	4	5

2.6.5. Описание плодов (масса плода, вкус, величина, форма, поверхность. Плодоножка, воронка, чашечка. размер чашелистиков, блюдце, подчашечная полость, окраска плода, подкожные точки, сердечко, семенные камеры, количество семян в камере, кожица, мякоть: окраска, консистенция, зернистость, наличие каменистых клеток.

Общие рекомендации.

Требуемый материал.

Исследуемый материал – плоды сортовой яблони. Сорт яблони должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Схема посадки яблони ~ 5,0 x 1,5 м.

Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (ежегодно).

Перечень оборудования.

- Рулетка.
- Линейка/штангенциркуль.
- Фотоаппарат.
- Весы.
- Плодосборник/Плодосъемник.
- Телескопический плодосборник.
- Дегидратор (сушилка).
- Пенетриметр.
- Оптические сортировщики.
- Система SoftnesScan для механической сортировки плодов,

определения их мягкости и выявления мягких участков.

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Справочный материал для сравнения с эталонными описаниями.
- Контейнер.
- Одноразовые пакеты.
- Маркер.
- Перчатки медицинские.
- Лабораторная посуда.

Проведение испытаний.

Описание плодов яблони проводятся в два этапа. Первый этап - сбор образцов яблок, второй проводится в лабораторных условиях, где происходит визуальная оценка, испытания/измерения и документирования результатов.

Сбор оптимально зрелых плодов яблони для репрезентативной выборки проводится в количестве 100 шт. (около 10 кг) с разных ветвей и сторон дерева. Собранные плоды помещаются в промаркированный пакет/мешок, на этикетке указывается сорт, место и время отбора образцов. Хранить отобранные образцы допускается в прохладном месте (холодильнике) не более 24 часов.

Методы и наблюдения.

Величина плода оценивается взвешиванием каждого плода отдельно (100 плодов), определяется средний вес одного плода, а также минимальный и максимальный его диаметр.

Вкус яблок оценивается в баллах от 4,0 до 5,0, согласно дегустационным оценкам. Меньшую оценку от 4,0 до 5,0 баллов - получают сорта, которых вкусовые качества могут ухудшаться к концу хранения. Высокую оценку (от 4,0 до 5,0 баллов) - получают сорта, которые отличаются сладким или кисло-сладким, гармоничным вкусом и хорошей сочностью. Высшую оценку - 5,0 баллов – получают сорта, которые обладают сладким вкусом, сочные и гармоничные по вкусу и вкусовое качество которых не ухудшается к концу хранения:

- 1- плоды совсем несъедобны в свежем виде;
- 2 - плохой вкус, плоды почти непригодны для потребления в свежем виде;
- 3 - удовлетворительный вкус;
- 4 - хороший столовый вкус;
- 5 - отличный десертный вкус с гармоничным сочетанием кислоты и сахаров.

В оценке вкуса учитываются не только сладость и кислотность, но и аромат, сочность и текстура мякоти, а также общий баланс этих компонентов.

По форме плоды яблони различают: симметричные/не симметричные, продолговатые, конические, округлые, цилиндрические, грушевидные, репчатые, плоскоокруглые, усеченно-конические и т. д.

Поверхность плода яблони может быть: гладкая, ребристая (сильно, средне, слабо), бугристая, шероховатая, этот признак зависимости от сорта, условий выращивания и развитие самого плода.

При оценке плодоножки описывается ее величина (длина, мм), толщина (мм), степень одревеснения; воронка плода - ширина, глубина, форма (коническая, блюдцевидная), наличие и степень оржавленности (сплошная, прерывистая); чашечка - форма опадающая / не опадающая, открытость (открытая/полуоткрытая/закрытая), размер чашелистиков;

блюде - ширина, глубина, характер поверхности (гладкая, ребристая); подчашечная полость - форма, ширина, глубина; окраска плода - основная (фон), покровная (румянец), интенсивность, процент покрытия поверхности, тип покровной окраски (размытый, полосатый, штриховатый, точечный); подкожные точки - количество (много, среднее, мало), размеры (мелкие, средние, крупные), окраска (светлые, темные, зеленые, коричневые), выраженность (заметные, незаметные); сердечко - расположение (близко к чашечке, по центру), величина, форма (округлое, удлинённое, луковичное, сердцевидное); семенные камеры - величина, форма, открытость (открытые, закрытые, полуоткрытые), количество семян в камере; кожица - толщина (тонкая, средняя, толстая), плотность («плотная», «среднеплотная», «мягкая»), наличие воскового налета; мякоть - окраска (белая, кремовая, зеленоватая, розовая), консистенция (нежная, сочная, плотная, хрустящая, рыхлая, мучнистая), зернистость (мелкозернистая, крупнозернистая), наличие каменистых клеток.

Методы проведения учетов.

По результатам комплексного исследования плодов яблони оформляется протокол испытаний/измерений в который вносится информация по каждому показателю.

Образец формы для заполнения результатов детального описания плода яблони представлен в таблице 13.

Таблица 13. Результаты комплексного исследования плодов яблони.

1	Сорт и его происхождение		4	5	6	7	8	Величина				14	Блюдце				Подчашечная полость		Окраска плода				Подкожные точки		Сердечко		Семенные камеры		Кожица		Мякоть										
2	Масса плода, г							9	10	11	12		13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
3	Вкус, балл																																								
4	Средний вес одного плода		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
5	Минимальный диаметр		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
6	Максимальный диаметр		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
7	Форма плода		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
8	Характеристика поверхности		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
9	ширина		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
10	глубина		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
11	форма		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
12	наличие или степень выраженности		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
13	Чашечка		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
14	Ширина		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
15	Глубина		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
16	Характер поверхности		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
17	Количество		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
18	Размер		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
19	Окраска		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
20	Выраженность		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
21	Фон		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
22	Штрихованность		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
23	Интенсивность		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
24	Процент покрытия поверхности		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
25	Тип покровной окраски		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
26	Количество		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
27	Размер		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
28	Окраска		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
29	Выраженность		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
30	Расположение		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
31	Наличие		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
32	Форма		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
33	Величина		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
34	Форма		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
35	Открытость		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
36	Количество семян		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
37	Толщина		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
38	Плотность		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
39	Наличие воскового налета		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
40	Окраска		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
41	Консистенция		9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
42			9	10	11	12	13	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						

2.6.6. Срок созревания.

Общие рекомендации.

Сроки созревания плодов яблони зависят от сорта, района произрастания и агротехники выращивания. Различают летние, осенние и зимние сорта яблони. Летние сорта созревают с июля по конец августа и не хранятся долго. Осенние сорта собирают в конце августа – начале сентября и хранят несколько месяцев. Зимние сорта созревают в конце сентября – октябре и предназначены для длительного хранения. Сорта, с большой

длительностью хранения плодов, отличаются и более поздним сбором урожая.

Учёт срока созревания плодов яблони включает визуальный осмотр, тактильную оценку, измерение параметров плода, биохимический анализ, полученные результаты исследований документируются. Испытания проводят в начале срока созревания и в конце для установления точного периода наступления полной зрелости плодов. В дальнейшем полученные данные многолетних испытаний обрабатываются для рейтинговой оценки сортов яблони.

Требуемый материал.

Объект исследования - сортовая яблоня. Сорт должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Наблюдения проводятся в весеннее время с апреля по май в течение нескольких лет. Схема посадки яблони ~ 5,0 x 2,5 м. Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная, проводится ежегодная оценка сроков созревания плодов яблони.

Перечень оборудования.

- Рулетка.
- Линейка/штангенциркуль.
- Фотоаппарат.
- Весы.
- Плодосборник/Плодосъемник.
- Телескопический плодосборник.
- Оптические сортировщики.
- Система SoftnesScan для механической сортировки плодов, определения их мягкости и выявления мягких участков.

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Справочный материал для сравнения с эталонными описаниями.
- Контейнер.
- Одноразовые пакеты.
- Маркер.
- Перчатки медицинские.
- Лабораторная посуда.
- Нож.
- Раствор йода/люголь.
- Тестовая шкала.

Проведение испытаний.

Испытания по оценке срока хранения плодов яблони проводятся в два этапа, на первом этапе проводится сбор оптимально зрелых плодов яблони в начале созревания, затем, сбор оптимально зрелых плодов яблони в конце созревания, на каждом этапе проводится оценка степени зрелости плодов с помощью комплексных испытаний/измерений для установления точного периода наступления полной зрелости плодов.

Сбор оптимально зрелых плодов проводится в количестве 50 шт. с разных ветвей и сторон дерева. Поместите образцы в отдельный маркированный пакет/мешок, указывая сорт, место и время отбора пробы. Хранить отобранные образцы допускается в прохладном месте (холодильнике) не более 24 часов.

В условиях лаборатории проводят испытания/измерения отобранных образцов яблок, определяют высоту плода (см), диаметр плода (см), цвет, определение зрелости по отделимости от ветки (плодоножки), вкус (балл), плотность (нежная, средней плотности, плотная), цвет семян, йод-крахмальный тест, массу (г). Образцы плодов помещаются на длительное хранение с дальнейшим учетом срока их хранения, т. к. согласно с информацией из справочного материала по эталонным сортам, существует взаимосвязь между сроком созревания и сроком хранения плодов яблони. Также, учитывается информация о сорте (летние, осенние, зимние), сроки цветения и условия выращивания (возраст, климат, уход, болезни).

Для оценки срока созревания яблок используются пенетrometer для измерения твердости и раствор йода (или йод-крахмальный тест) для оценки содержания крахмала. Дополнительно можно использовать остро заточенный нож для подготовки среза яблока к анализу и реактив Люголь.

Методы и наблюдения.

Для рейтинговой оценки сортов яблони обрабатываются данные многолетних испытаний в полевых условиях, дегустационных оценок специалистов-садоводов, селекционеров, а также результаты биохимической и технологической оценки плодов в лаборатории.

Особенное внимание при установлении срока созревания уделяется оценке цвета плода, неокрашенные сорта меняют цвет с темно-зеленого на желтый, у окрашенных сортов основной и покровный окрас также является признаком зрелости. Тестируется плод на плотность путем надавливания, если вмятина быстро исчезает, это признак технической зрелости, если остается вмятина, плод еще не созрел, а если кожица треснула, то перезрел. Оценивается цвет семян, семена незрелого плода имеют светлый цвет, а в спелых они становятся темно-коричневыми. Определение зрелости по

отделимости от ветки (плодоножки) оценивается по шкале от 1,0 до 3,0 – где 1,0 балл – отделение плода требует значительные усилия, плод находится в незрелом состоянии; 2,0 балла – отделение плода требует незначительного усилия, плод находится в процессе созревания; 3,0 балла – отделение плода не требует усилий, легко снимается с ветки, плод в состоянии полной зрелости.

В дополнение к визуальному осмотру, тактильной оценке, измерению параметров плода, рекомендовано использовать химический метод (йод-крахмальный тест) для оценки содержания крахмала. Для этого необходимо нарезать плод на половинки и нанести раствор йода. Полученный на срезе плода синий цвет - указывает на незрелость плода, так как крахмал еще не расщепился; желтый цвет – указывает на перезрелости, поскольку весь крахмал преобразовался в сахара; голубой цвет у кожицы и желтый в середине сигнализирует о съемной зрелости.

Методы проведения учетов.

По результатам оценки срока созревания яблони оформляется протокол испытаний/измерений, в который вносится информация о сорте, дата начала сбора урожая, дата окончания сбора урожая, высота (см), диаметр (см), цвет, определение зрелости по отделимости от ветки (плодоножки), вкус (балл), плотность (нежная, средней плотности, плотная), цвет семян, йод-крахмальный тест, массу (г).

Образец формы для заполнения результатов оценки срока созревания плодов яблони представлен в таблице 13.

Таблица 13. Результаты анализа срока созревания сорта

Название сорта и его происхождение									
Дата отбора проб в начале созревания плодов									
высота плода(см)	диаметр (см)	цвет	Отделимость плода, балл	Вкус, балл	Плотность	Цвет семян	Масса, г	Йод- крахмальный тест	
Дата отбора проб в конце созревания плодов									
высота плода(см)	диаметр (см)	цвет	Отделимость плода, балл	Вкус, балл	Плотность	Цвет семян	Масса, г	Йод- крахмальный тест	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2.6.7. Лежкость плода.

Общие рекомендации.

Для стабильной лежкости плодов необходимо, чтобы период вегетации проходил при равномерном выпадении осадков, без резких атмосферных температурных колебаний и ГТК = 1,0 -1,4. При очень жаркой погоде с обильными осадками перед началом съема плоды быстрее созревают.

Одновременно с этим создаются условия для значительного ухудшения условий, формирующих устойчивость плодов к функциональным расстройствам (ФР) – «загару» и побурению мякоти. Это снижает

качественные характеристики плодов и их лежкость. Погодные условия за месяц перед съемом плодов чрезвычайно влияют на развитие ФР яблок и их последующую лежкость.

Требуемый материал.

Объект исследования - сортовая яблоня и ее плоды. Сорт должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Наблюдения проводятся в период созревания плодов яблони в течение нескольких лет. Схема посадки яблони 5,0 x 2,5 м. Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры. Отбор проб осуществляется на участке сортоизучения.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (в течение нескольких лет).

Перечень оборудования.

- о Психрометр.
- о Волосяной гигрограф.
- о Термограф.
- о Весы.
- о Метеорологический термометр.
- о Фотоаппарат.

Перечень реактивов и расходных материалов.

- о Справочный материал для сравнения с эталонными описаниями.
- о Контейнер.
- о Одноразовые пакеты.
- о Маркер.
- о Перчатки медицинские.
- о Программа Microsoft Excel.

Проведение испытаний.

Оценка лежкости плодов яблони проводятся в два этапа, на первом этапе проводится сбор ОЗП на участке сортоизучения в количестве 50 шт. с разных ветвей и сторон дерева. Собранные образцы помещаются в отдельный промаркированный пакет/мешок, указывая сорт, место и время отбора образца. На втором этапе образцы плодов яблони помещаются в специальное место для длительного хранения (холодильная камера). Плоды хранятся при температурном режиме +2 °С и относительной влажности воздуха $85 \pm 9 \%$.

В процессе хранения проводится периодическая оценка состояния образцов до завершения их срока хранения.

Методы и наблюдения.

Для оценки увлажнения рассчитывался ГТК – показатель территориальной засухи. ГТК вычисляется как отношение суммы осадков к сумме среднесуточных температур 10 °С и выше с коэффициентом 0,1.

Величина ГТК в пределах 1,0 - 1,4 обуславливает оптимальное увлажнение, более 1,4 – избыточное, менее 1,0 – засуху.

Изучается выход товарных плодов на конец хранения и потери плодов, в том числе от физиологических (функциональных) расстройств и микробиологических заболеваний. Температура в холодильной камере измеряется минимальным и метеорологическим термометрами, а также термографом. Относительную влажность воздуха измеряется психрометром и гигрографом.

Физиологические (функциональные) расстройства и микробиологические заболевания плодов в конце хранения определяются методом визуального наблюдения по определителям болезней растений и с помощью справочного материала по определению болезни плодов, овощей и картофеля при хранении.

Учеты дефектных плодов проводят по количеству с пересчетом на проценты. В случае поражения одного плода несколькими расстройствами или заболеваниями учет следует вести по преобладающему.

Методы проведения учетов.

По результатам оценки лежкости плодов яблони оформляется протокол испытаний/измерений в который вносятся данные о сорте, сумма среднесуточных температур °С ; 10 °С за месяц до съема (°С), осадки, за месяц до съема (мм), продолжительность хранения (сутки), товарные (%), отход (физиологические (функциональные) расстройства + микробиологические заболевания плодов) в % - всего /«загар», ГТК за месяц до съема.

2.6.8. Твердость плода.

Общие рекомендации.

Оценка твердости плода яблони является важным показателем для определения сроков сбора урожая. Он измеряется механическим методом при помощи пенетromетра, который определяет сопротивление мякоти при проколе. Существует субъективная оценка твердости в баллах, зависящая от сорта, и анализ данных о твердости для конкретных сортов яблок.

Требуемый материал.

Объект исследования - сортовая яблоня и ее плоды. Сорт должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Наблюдения проводятся в период созревания плодов

яблони в течение нескольких лет. Схема посадки яблони 5,0 х 2,5 м. Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры. Отбор проб осуществляется на участке сортоизучения.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (в течение нескольких лет).

Перечень оборудования.

- Пенетрометр.
- Весы.
- Линейка/штангенциркуль.

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Справочный материал для сравнения с эталонными описаниями.
- Контейнер
- Одноразовые пакеты
- Маркер
- Перчатки медицинские

Проведение испытаний.

Оценка твердости плодов яблони проводится в два этапа, на первом этапе проводится сбор ОЗП на участке сортоизучения в количестве 15-20 шт. с разных ветвей и частей кроны. Собранные образцы помещаются в отдельный промаркированный пакет/мешок, указывая сорт, место и время отбора образца. Хранить отобранные образцы допускается в прохладном месте (холодильнике) не более 24 часов.

В условиях лаборатории проводят испытания/измерения отобранных образцов ОЗП, определяют твердость плодов инструментальным методом.

Методы и наблюдения.

Оценка твердости плода яблони проводится механическим методом при помощи пенетрометра, который измеряет твердость мякоти плода путем вдавливания плунжера в поверхность. Результат выражается в Ньютонах на квадратный сантиметр (Н/см²) и количественно характеризует степень зрелости.

Перед проведением измерения твердости плода с помощью пенетрометра проводится предварительная подготовка пробы. Острым ножом срезают часть кожуры с четырёх сторон плода. Пенетрометром производят четыре прокола до отметки, указанной на приборе. Средний показатель из четырёх величин и будет являться показателем твердости плода.

Методы проведения учетов.

По результатам оценки твердости плода яблони оформляется протокол испытаний/измерений в который вносится данные о сорте, срок созревания, твердость плода (Н/см²).

Образец формы для заполнения результатов оценки твердости плодов яблони представлен в таблице 15.

Таблица 15. Оценка твердости плодов яблони.

Сорт	Срок созревания	Твердость плода Н/см ²
1	2	3

2.6.9. Аромат.

Общие рекомендации.

Созревание плодов яблони является генетически запрограммированным процессом, включающим изменения в их плотности, сладости, кислотности, аромате и окраске. Оценка аромата плодов яблони может проводиться по 5-балльной дегустационной шкале, где баллы от 1,0 до 5,0 присваиваются профессиональными дегустаторами, что позволяет классифицировать яблоки как несъедобные, посредственные, хорошие, очень хорошие и отличные. Аромат яблок, состоящий из летучих соединений, таких как альдегиды, кетоны, спирты и эфиры, оценивается по его интенсивности и оттенкам, которые могут быть свежими, сладковатыми, фруктовыми, с нотками свежескошенной травы или с более сложными нюансами, такими как валериановая, лауриновая и другие кислоты.

Требуемый материал.

Объект исследования - сортовая яблоня и ее плоды. Сорт должен соответствовать стандартным качествам безопасности и сортовой чистоты на всех этапах производства, с учетом требований к посадочному материалу (ГОСТ Р 59370-2021). Наблюдения проводятся в период созревания плодов яблони в течение нескольких лет. Схема посадки яблони 5,0 x 2,5 м. Полевые опыты проводят в одном месте, в условиях, обеспечивающих нормальное развитие культуры. Отбор проб осуществляется на участке сортоизучения.

Параметры опыта: повторность опыта – многократная (в течение нескольких лет).

Перечень оборудования.

- Пенетрометр
- Весы
- Линейка/штангенциркуль

Перечень реактивов и расходных материалов.

- Справочный материал для сравнения с эталонными описаниями.

- Контейнер
- Одноразовые пакеты
- Маркер
- Перчатки медицинские

Проведение испытаний.

Дегустационная оценка аромата плодов яблони проводится в два этапа, на первом этапе проводится сбор ОЗП на участке сортоизучения в количестве 15-20 шт. с разных ветвей и частей кроны. Собранные образцы помещаются в отдельный промаркированный пакет/мешок, указывая сорт, место и время отбора образца. Хранить отобранные образцы допускается в прохладном месте (холодильнике) не более 24 часов.

В условиях лаборатории проводят испытания/измерения отобранных образцов ОЗП, проводится дегустационная оценка аромата с описанием аромата и присвоением ему баллов.

Методы и наблюдения.

Дегустационная оценка аромата плодов яблони может проводиться по 5-бальной дегустационной шкале, где баллы от 1 до 5 присваиваются профессиональными дегустаторами.

Описание аромата плодов яблони включает: общие ноты (яркий, свежий, слегка сладковатый, напоминающий запах свежих яблок или свежескошенной травы), оттенки аромата (летучие соединения, которые формируют общий аромат (кетоны, альдегиды, спирты, эфиры и кислоты)), сложность аромата (простой - свежим, сложный – содержащий вкусовые нюансы, связанные со сладостью, кислотностью, терпкостью и горечью).

Для оценки аромата плодов яблони применяют шкалу от 1,0 до 5,0 баллов, где 1 балл – очень низкая интенсивность/не нравится; 2 балла – низкая интенсивность; 3 балла – средняя интенсивность; 4 балла – сильная интенсивность; 5 баллов – очень высокая интенсивность (чрезвычайно сильный)/очень нравится.

Методы проведения учетов.

По результатам оценки аромата плодов яблони оформляется протокол испытаний/измерений в который вносятся данные о сорте, дегустационная оценка аромата плода в баллах от 1,0 до 5,0.

2.6.10. Характер вкуса.

Общие рекомендации.

Характер вкуса - это мультидименсиональная характеристика, включающая: интенсивность сладости (S), интенсивность кислотности (A), горечь (B), вяжущие ощущения (T — таннины), аромат (volatile profile — V) и общее восприятие (Overall liking, O). Сенсорную оценку следует всегда

сопровождать инструментальными измерениями (Brix, титр. кислотность (ТА), профиль сахаров/кислот), поскольку субъективная оценка требует валидации. Для селекционной работы нужен стандартизованный протокол и контроль интер- и интра-панельной согласованности. Рекомендуется:

- Использовать обученную дескриптивную панель (8–12 человек) для детального дескриптивного профайлинга и группу потребительских оценщиков (30–100 человек) для оценки предпочтения (liking).
- Применять фиксированные условия сервировки: температура образцов, размер порции, кодировка случайными кодами.
- Проводить анализ связей между сенсорикой и химией.

Требуемый материал.

- Плоды: минимум 30 плодов/сорт (3 реплики × 10 плодов) — если требуется дифференцированная статистика; при потребительских тестах — не менее 30 человек.
- Инструменты: блендер/гомогенизатор, рефрактометр, весы 0.01 g, титратор (или набор для ручного титрования), HPLC-установка (жидкостной хроматограф).
- Сенсорные материалы: чашки/тарелки маркированные кодами, стаканы с водой, крекеры, бумажные формы анкет или электронные анкеты.
- Эталоны (для тренировки панели): растворы сахарозы (5%, 10%, 15%), растворы лимонной кислоты (0.1%, 0.3%, 0.6%), растворы танина (для вяжущести).

Перечень оборудования.

- Лабораторный/портативный рефрактометр (Brix, точность ± 0.1 °Bx).
- Бюретка/автоматический титратор (для ТА) или набор на 0.1 N NaOH.
- HPLC-RI и HPLC-UV (или HPLC-MS для более точного профилирования).
- Лабораторные весы (± 0.01 g), центрифуга, фильтры 0.45 μ m.
- Кондиционированный сенсорный зал (температура 20 ± 2 °C, нейтральное освещение).

Перечень реактивов и расходных материалов.

- NaOH 0.1 N (для титрования).
- Стандарты: сахароза, глюкоза, фруктоза, сорбитол (для HPLC).
- Лимонная/яблочная/винная кислота (стандарты).
- Вода HPLC-grade, метанол/ацетонитрил (для HPLC-MS).

Проведение испытаний.

Отбор и подготовка плодов.

1. Отбирают 30 плодов/сорт в одинаковой фазе зрелости (определяют по внешним признакам и/или по °Brix). Рекомендуется разделить на 3 реплики по 10 плодов.

2. Хранение: 24–48 ч при 4 °C (если нужно выровнять), сервировка при 16–18 °C.

3. Подготовка порций: срезать клинки или кубики размером ~10×10×10 mm; убрать семенную камеру.

Инструментальные измерения (параллельно сенсорике)

1. Определение °Brix: капля сока на рефрактометр — результат в °Bx.

2. Титруемая кислотность (ТА):

- Метод: взять 10 g пюре, экстрагировать в 50 mL дистиллированной воды, фильтровать. Титруют 10 mL фильтрата 0.1 N NaOH до фенолфталеинового окрашивания.
- Формула (для выражения в г яблочной кислоты на 100 g):

$$TA \text{ (g malic acid / 100 g)} = \frac{V_{NaOH} \times N_{NaOH} \times Eq_{wt_{malic}} \times 100}{m_{sample}}$$

где:

V_{NaOH} — объём титра (мл),

N_{NaOH} — нормальность NaOH (mol/L),

$Eq_{wt_{malic}}$ — эквивалентная масса яблочной кислоты (67.04 g/mol для выражения в г),

m_{sample} — масса образца (г), (при 10 mL титруемого раствора и исходной массе 10 g подставлять корректно).

- Практический пример: если $titr V = 5.2 \text{ mL}$, $N = 0.1 \text{ N}$, масса 10 g:

$$TA = \frac{5.2 \times 0.1 \times 67.04 \times 100}{10 \times 1000} = \frac{34.8608}{10} = 3.48608 \text{ g/100 g}$$

(пояснение по единицам: используйте единицы, согласованные с методикой; часто упрощают через коэффициенты в лабораторных протоколах).

3. Brix/TA ratio:

$$Brix/TA = \frac{^{\circ}Brix}{TA \text{ (g/100 g)}}$$

— показатель баланса сладости и кислотности; типичные значения вкусовых «ок» для десертных сортов ~15–30 (зависит от региона и сорта).

Сенсорная оценка (панель).

1. Панель обучают на эталонах сладости/кислоты/вяжущести (см. материалы). Тренинг — 2–3 сессии по 1 ч.

2. Протокол оценивания: каждый панелист получает кодированные образцы в случайном порядке; для каждого образца фиксирует: Sweetness (1–9), Acidity (1–9), Astringency (1–9), Bitterness (1–9), Aroma intensity (1–9), Overall liking (1–9).

3. Включите контрольный эталон после каждых 6 образцов для мониторинга стабильности оценок.

Методы и наблюдения.

- Вычисляют среднее $\bar{x}$, стандартное отклонение s , коэффициент вариации (CV):

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i; s = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}; CV = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%.$$

- Корреляционный анализ между сенсорными дескрипторами и хим. метриками (Pearson r или Spearman ρ).

- Многомерный анализ (PCA) для выявления группировок сортов по вкусу/химии. Bejaei, 2021

Методы проведения учётов.

- Форма учёта: уникальный код образца; сорт; дата; °Brix; TA; Brix/TA; результаты HPLC (концентрации сахаров); индивидуальные оценки панелистов; средние и SD; замечания по дефектам.

- Храните лог тренировок панели и её стабильности (Cronbach's α) — для проверки надёжности данных.

2.6.11. Хрумкость

Общие рекомендации.

Хрумкость — это комплексный параметр, включающий механические (прочность/модули упругости/энергия разрушения) и акустические (количество, амплитуды и спектральные характеристики звуков при надкусывании) компоненты, которые вместе коррелируют с восприятием хрумкости человеком. Инструментально её описывают через набор показателей: Fracture force (F_{max}), Fracture energy (W), Number of acoustic events (N_a), Acoustic total energy (E_a), Peak acoustic amplitude (A_{peak}).

Требуемый материал и оборудование.

- Texture Analyzer (TA.XTplus или аналог) с надкусной/разрушающей насадкой; параметры записи: частота дискретизации 200–1000 Hz, скорость деформации 1–10 mm/s.

- Acoustic Envelope Detector (AED) или высокочувствительный микрофон (минимум 44.1 kHz), соединённый с системой записи (аналогово/цифрово).

- Программное обеспечение: Signal processing (FFT, envelope detection), MATLAB/Python, возможно ПО производителя ТА для расчёта энергии.

- Калибрационные эталоны (резиновые/стеклянные образцы с известными свойствами) для проверки датчиков.

Подготовка образцов и параметры теста.

- Количество: минимум 20 плодов/сорт, 3 точки измерения/плод (в плоскости радиуса через мякоть). Итого 60 измерений/сорт.

- Температура образца: 20 ± 1 °C (контролируйте — температура влияет на хрупкость).

- Положение: плод фиксируют в держателе, надкус/сжатие выполняют насадкой диаметром 5–10 mm.

Инструментальные параметры и формулы.

Fracture force ($F_{\max}$)

- $F_{\max}$ — максимальная зарегистрированная сила в момент разрушения тканей (Н).

- Получают из кривой сила-смещение $F(x)$ как:

$$F_{\max} = \max_x F(x).$$

Fracture energy (Work of fracture, W)

- Энергия разрушения — площадь под кривой силы по смещению до момента разрыва:

$$W = \int_0^{x_f} F(x) dx$$

где x_f — смещение в момент разрыва (mm). В приближённых цифровых расчётах интеграл считают дискретно (сумма прямоугольников/трапеций). Единицы: Н·мм (или J при переводе в N·m).

Acoustic metrics

- Сигнал $s(t)$ — аудиосигнал; первая обрабатывается огибающая envelope $e(t)$ (например, абсолютное значение Гильбертовой трансформаты или ректификация и сглаживание).

- Number of acoustic events N_a : счёт всплесков $e(t)$ выше порогового уровня P_{thr} .

$$N_a = \#\{t: e(t) > P_{thr}\}$$

- Acoustic total energy E_a : интеграл квадрата сигнала (или огибающей) за окно события:

$$E_a = \int_{t_0}^{t_1} s(t)^2 dt$$

— часто нормируют на длину сигнала.

- Peak acoustic amplitude $A_{peak} = \max_t |s(t)|$.

Индекс хрумкости (пример комбинированной метрики)

- Можно строить взвешенный индекс:

$$CI = \alpha \frac{N_a - \bar{N}_a}{SD_{N_a}} + \beta \frac{F_{max} - \bar{F}_{max}}{SD_{F_{max}}} + \gamma \frac{E_a - \bar{E}_a}{SD_{E_a}}$$

где α, β, γ — веса, выбранные по корреляции с сенсорной хрумкостью; стандартная нормализация (z-score) используется для совмещения разных шкал. (Подходы с PCA/PLS можно использовать для определения весов).

Процедура измерения.

1. Калибровка: проверка нулевой точки, проверка микрофона/AED, запись эталона.
2. Для каждого образца.
 - Фиксировать плод в держателе, настроить ТА: скорость 1–2 mm/s, запись силы/смещения.
 - Начать синхронную запись аудио (минимум 44.1 kHz) и силы.
 - Выполнить надкус/разрушение до F_{max} и регистрации последствий. Сохранить все сырьевые кривые.
3. Обработка сигнала.
 - Применить фильтрацию (высокочастотный фильтр >100 Hz часто используется для удаления низкочастотных шумов).
 - Вычислить F_{max} , W по цифровым данным; извлечь acoustic events и их параметры.
4. Сенсорное сопоставление.
 - Параллельно для тех же плодовых партий проводить сенсорную оценку хрумкости панелью — для каждой партии коррелировать CI с sensory crispness.

Методы и наблюдения.

- Рассчитать корреляции (Pearson r) между сенсорикой и каждым инструментальным признаком.

- Применить множественную регрессию (например, сенсорный балл как зависимая переменная, F_max, W, N_a, E_a как предикторы) для получения модели предсказания сенсорной хрупкости.
- Описательная статистика: среднее, SD, CV для каждого показателя.

Методы проведения учётов.

- Для каждой пробы сохраняйте: ID, сорт, дата, температура, F_max (Н), W (Н·мм), N_a, E_a, средняя сенсорная оценка хрупкости, примечания по дефектам.

2.6.12. Вкусовые качества плодов и их химический состав

Общие рекомендации.

1. Использовать композитные пробы из 10–20 плодов на 1 повтор (3 повтора).
2. Стандартизовать зрелость и температуру образца — ключевой фактор для содержания летучих и сахаров.
3. Выполнять все измерения в трёх параллелях (аналитические триплексы) для контроля точности.

Материал и реактивы.

Сахара (метод жидкостной хроматографии).

- Стандарты: глюкоза, фруктоза, сахароза, сорбитол (растворы известной концентрации).
- Колонка: Aminex HPLX-87C (или анионно-обменная колонка, как рекомендовано для сахаров).
- Подвижная фаза: деионизированная вода; температура колонки 65–80 °C; поток 0.5–0.6 mL/min (условия уточняются под конкретную колонку и установку).
- Дегазация и фильтрация всех растворителей.

Подготовка экстракта.

1. Взвесить 5.00 g гомогената пюре, добавить 25.00 mL воды, встряхнуть 10 min, центрифугировать 10 min при 5000 rpm.
2. Фильтровать через 0.45 µm; проба готова к инъекции.

Калибровка и расчёт концентрации.

1. Построить стандартную кривую: подготовить серию стандартов C_std (mg/L) и измерить их площади пиков A_{std} . Применить линейную регрессию $A = a + bC$.

2. Для пробы измерить площадь A_{sample} . Рассчитать концентрацию в извлечении:

$$C_{\text{extract}} = \frac{A_{\text{sample}} - a}{b}$$

3. Пересчитать в содержание в свежей массе (g/100 g FW):

$$C_{(\text{g}/100 \text{ g FW})} = \frac{C_{\text{extract}} \times V_{\text{extract}}}{m_{\text{sample}}} \times \frac{1}{10}$$

где V_{extract} — объём экстракта (mL), m_{sample} — масса образца (g). (Деление на 10 переводит mg/g в g/100 g.)

Органические кислоты (метод жидкостной хроматографии).

- Колонка: обратного фазы (C18) или Ion exclusion; мобильная фаза: 0.01 M H₂SO₄ или буфер; детектор UV 210 nm.

- Подготовка: аналогично сахарам; стандарты: яблочная, лимонная, винная кислоты.

- Расчёт по стандартной кривой: та же формула $C = (A - a)/b$, пересчёт в g/100 g как выше.

- Титруемая кислотность (ТА) — альтернативная/дополнительная мера.

Фенолы и антоцианы (спектрофотометрический метод и метод жидкостной хроматографии).

1. Экстракция: 10 g пюре + 30 mL метанол:вода (80:20) с 0.1% HCl, инкубация 1 h с встряхиванием, центрифугация, фильтрация 0.45 µm.

2. Для суммарных фенолов — метод Фолина-Чокальтау (колориметрический): результат выражают как mg GAE/100 g FW (галловая кислота как стандарт).

Формула расчёта (пример):

$$\text{Total phenolics} = \frac{A_{\text{sample}} - a}{b} \times \frac{V_{\text{extract}}}{m_{\text{sample}}}$$

где A_{sample} — оптическая плотность; a, b — параметры градуировочной кривой (стандарт ГАЕ).

3. Для антоцианов: pH-differential method (двухбуферный): измеряют A_{λ} при pH 1.0 и pH 4.5 и используют формулу:

Anthocyanin content (mg/L)

$$= \frac{(A_{\lambda_{\text{vis_max}}} - A_{700})_{\text{pH}1.0} - (A_{\lambda_{\text{vis_max}}} - A_{700})_{\text{pH}4.5}}{\epsilon \times l} \times MW \times 1000$$

где ϵ — молярный коэффициент экстинкции (например для цианидин-3-глюкозида), l — путь в кювете (см), MW — молекулярная масса антоцианина.

Пектины (гравиметрический/колориметрический метод).

○ Экстрагируют пектины горячей водой/кислотой, осаждают этанолом и взвешивают осадок — это даёт «суммарные пектины» (г/100 g). Существуют и микрометоды на основе реакции с метиленовым синим/м-диаминобензидом — выбор зависит от оборудования.

Минеральные элементы (ICP-OES / AAS, метод атомной абсорбции).

1. Сухая минерализация: высушить образец до постоянной массы, минерально расщепить HNO_3 (микроволновая минерализация).

2. Измерение в ICP-OES/AAS по калибровочным стандартам.

Результат: mg/kg DM или mg/100 g FW (пересчитать с учётом влажности).

2.7. Продуктивность

2.7.1. Оценка скороплодности.

Общие рекомендации.

Скороплодность — время (в годах) с момента посадки до достижения устоявшегося коммерческого плодоношения. Оценивают по доле деревьев, давших $\geq X$ kg в году Y . Рекомендуется многосезонный учёт для корректной интерпретации.

Методика сбора данных.

1. Варианты порогов:

- Нулевой порог: появление первых плодов.
- Коммерческий порог: $\geq 2-3$ kg/дерево (в зависимости от системы посадки).

2. Для каждого дерева ежегодно фиксируют:

- год посадки Y_0 ,
- текущий год наблюдения Y ,
- масса урожая M_Y (kg),
- количество плодов N_Y .

3. Перевод в бинарную переменную «начало коммерческого плодоношения»:

$$S_Y = \begin{cases} 1 & \text{если } M_Y \geq \text{threshold} \\ 0 & \text{иначе} \end{cases}$$

4. Использование survival-анализа (time-to-event) для сопоставления сортов: можно применять Kaplan–Meier или Cox proportional hazards model, где «событие» = достижение коммерческого порога. Это даёт мощный статистический инструмент, учитывающий

цензурированность (деревья, ещё не достигшие порога к концу наблюдений).

2.7.2. Оценка урожайности.

Проведение измерений.

1. Полный сбор урожая с экспериментальных деревьев (желательно 6–10 деревьев/вариант × 3 повтора).
2. Для больших испытаний — отбор случайных деревьев (10–20%) и экстраполяция результатов (с учётом плотности посадки).
3. Вычисления:
 - Масса на дерево: $M_{tree}(kg)$.
 - Средний вес плода:

$$\bar{w} = \frac{M_{tree}}{N_{tree}}$$

- Урожайность на гектар (kg/ha):

$$Y_{ha} = M_{tree} \times D$$

где D — количество деревьев на гектар (деревья/га).

Учёт потерь.

- При сборе фиксируйте: количество упавших/не собранных плодов и повреждённых плодов. Корректируйте итоговую массу:

$$M_{usable} = M_{collected} - M_{damaged}$$

Статистический анализ.

- Модель: mixed-effects model (случайные эффекты — дерево/участок, фиксированные — сорт/год), для анализа влияния года и взаимодействия сорт×год.
- Критерии стабильности: коэффициент вариации между годами, индекс стабильности (Shukla's stability variance или другие метрики). (Опора: цифровые оценки урожая и практики экстраполяции).

2.7.3. Пригодность к механизированной уборке.

Ключевые показатели.

- Fruit detachment force (FDF, Н) — сила, требуемая для отделения плода.
- Fruit removal efficiency (FRE, %): доля плодов, снятых при заданной вибрации.
- Damage rate (DR, %): доля повреждённых плодов в результате съёма.
- Наличие «усиков» плодоножки/тип плодоножки (короткая/длинная/криволинейная) — влияет на удержание плода.

Подготовка и оборудование.

- Динамометр для FDF (точность 0.1 N).
- Портативный вибратор/симулятор вибрации, настроенный на амплитуды и частоты, имитирующие промышленные сборщики (например, 15–30 Hz, амплитуда 2–6 mm — конкретные значения зависят от модели устройства).
- Камера для видеофиксации.

Измерение FDF.

1. Для каждого фрукта закрепляют крючок на плодоножке и равномерно тянут под прямым углом (нормальная сила) или в касательном направлении (если изучают tangential detachment force). Записывают силу в момент отделения F_i .
2. Для партии n измерений средняя FDF:

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i, SE = \frac{s}{\sqrt{n}}$$

где s — стандартное отклонение.

3. Типичное количество измерений: 10–20 плодов/дерево на 5–10 деревьев/вариант.

Вибрационные испытания.

1. Установить дерево/ветвь в фиксатор; установить вибратор в базовой точке (например, у основания ветви/ствола).
2. Задать параметры вибрации (частота f , амплитуда A , длительность t). Выполнить тест.
3. Подсчитать FRE:

$$FRE = \frac{N_{\text{removed}}}{N_{\text{total}}} \times 100\%,$$

и DR:

$$DR = \frac{N_{\text{damaged}}}{N_{\text{removed}}} \times 100\%.$$

4. Повторить на нескольких ветвях и вычислить средние и SD.

Интерпретация результатов и критерии оценки.

- Идеальный сорт для механизированной уборки: низкая средняя FDF (обеспечивает лёгкий съём), высокий FRE при промышленной частоте и низкий DR (<5–10% в зависимости от рынка).

- Важна также морфология: наличие плодоножки, хрупкость плодоножки и направление её прикрепления.

3. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХОЗЯЙСТВЕННО - ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ СОРТОВ ЯБЛОНИ

3.1. Устойчивость к абиотическим стрессам — (морозы, резкие перепады, весенние заморозки, засуха, водоудерживающая способность листьев, восстановление тургора, морозостойкость генеративных почек)

Общие рекомендации.

- Оценки необходимо проводить многолетние и в нескольких локалитетах, а также сопровождать контролируемыми инкубационными экспериментами для определения температурных порогов (LT50).

- Для засухоустойчивости комбинировать полевые дозированные дефициты воды и физиологические измерения (RWC, Ψ_{leaf} , stomatal conductance).

Морозостойкость генеративных почек.

Отбор и подготовка пробы.

- Снимать 50–100 побегов/лимбов в критические периоды (период покоя зимой, период набухания почек весной).
- Хранить образцы во влажной среде и быстро транспортировать в морозильную камеру.

Искусственное замораживание.

- Контролируемая камера: понижать температуру с шагом (например, $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-8\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$, $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$) с удержанием 1–3 h на каждой ступени, потом разморозить.

- После размораживания инкубировать образцы при $+4...+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ несколько дней/недель для проявления повреждений или проращивать почки в тёплых условиях (практика: инкубация 7–14 дней при $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ для оценки жизнеспособности).

Оценка повреждений.

- Для каждого температурного режима фиксируют % повреждённых почек $p(T)$ (чернение, отсутствие прорастания).

- LT50 — температура при которой $p(T) = 50\%$. Оценка LT50 математически производится методом пробит- или логит-регрессии.

Пробит-регрессия.

Построить модель: $\Phi^{-1}(p) = a + bT$, где Φ^{-1} — обратная функция нормального распределения (probit). Тогда:

$$LT50 = \frac{\Phi^{-1}(0.5) - a}{b} = -\frac{a}{b}$$

(так как $\Phi^{-1}(0.5) = 0$). Практически используют GLM (binomial family) с link = probit; $LT50 = -a/b$, SE вычисляют из ковариационной матрицы коэффициентов.

Логит-регрессия (альтернатива).

$$\log\left(\frac{p}{1-p}\right) = a + bT$$

решая для $p=0.5$:

$$LT50 = -\frac{a}{b}$$

Весенние заморозки (цветки).

- Процедура аналогична LT50, но образцами являются цветочные бутоны/цветки в разные фенофазы (розовый бутон, раскрытый бутон и т.д.). Для каждого состояния строят свои кривые повреждаемости и LT50.

Засуха, восстановление тургора — формулы и методика.

RWC — Relative Water Content.

- Измерения: для листа измеряют Fresh Weight (FW), затем погружают в воду (turgid weight, TW) 4–6 h при 4 °C (или до достижения тургора), затем сушат до сухого веса (DW) при 70 °C до постоянной массы.

Формула:

$$RWC(\%) = \frac{FW - DW}{TW - DW} \times 100\%$$

Ψ_{leaf} — водный потенциал (Scholander-type pressure chamber)

- Измеряют с помощью pressure chamber; Ψ_{leaf} в МПа — давление, необходимое чтобы вытеснить свободную воду из ткани. Непосредственных «формул» здесь нет — прибор предоставляет значение; важно фиксировать время суток и условия измерения (раннее утро оптимально).

Recovery (восстановление тургора).

- Выдерживают растения в условиях дефицита воды до заданного RWC (например, 50%); затем поливают и измеряют время t_{90} , необходимое для восстановления RWC до 90% исходного значения. Можно представить метрику:

$$t_{90} = \min \{t: RWC(t) \geq 0.90 \times RWC_{initial}\}$$

— чем меньше t_{90} , тем лучшая восстановительная способность.

Электролитная утечка — тест на клеточное повреждение после замораживания.

○ Протокол: измеряют проводимость (C1) воды, в которой инкубировали повреждённые/контрольные ткани, затем кипятят образцы, чтобы выпустить все ионы, и измеряют итоговую проводимость C2; EL (%) = (C1/C2)*100. Высокая EL указывает на повышенное повреждение мембран. Часто используют для ранних стадий анализа после замораживания.

3.2. Степень восприимчивости к грибным болезням.

Общие рекомендации.

○ Сочетание поле и контролируемых инокуляций. При инокуляциях использовать несколько рас/штаммов (в случае парши — 4 штамма, как вы указали) для выявления расоспецифичности.

Материалы и оборудование.

○ Чистые культуры *Venturia inaequalis* (4 штамма), *Monilinia* spp., *Erysiphe* spp.

○ Камеры с контролируемой влажностью (инкубация 100% RH 24–48 h).

○ PDA/специальные среды, распылители.

Подготовка инокулята и инокуляция (шаги).

1. Выращивание культур на среде PDA, сбор спор в водной суспензии, измерение концентрации в гемоцитометре.
2. Стандарт: 10^4 – 10^5 спор/mL (конкретную концентрацию выбирать по литературе для каждого патогена).
3. Нанесение: равномерное распыление на листья/цветы/плоды в фазу уязвимости, затем инкубация 24–48 h в условиях 100% RH при 18–22 °C.
4. Пост-инкубационный период: ожидание проявления симптомов (10–21 дней для парши).

Оценки и шкалы.

○ Incidence (I): доля поражённых органов (%)

○
$$I = \frac{N_{\text{infected organs}}}{N_{\text{total organs assessed}}} \times 100\%.$$

○ Severity (S): процент площади поражения на органе (оценка визуально или с помощью image analysis) — усреднять по органам.

○ Disease index (DI) (зависит от шкалы): если используется 0–5 шкала, можно рассчитывать индекс:

$$DI = \frac{\sum_{i=1}^n r_i \times f_i}{n \times R_{max}} \times 100\%$$

○ где r_i — ранг (0–5), f_i — число органов с рангом r_i , n — общее число органов, R_{max} — максимальный ранг (5). DI в процентах.

○ (Опора: стандартные фитопатологические шкалы; Шкала и формулы для incidence/severity широко используются в литературе.)

Проведение учетов.

○ Минимум 3–4 дерева/варианта $\times$ 3 повтора; анализ вариации по годам; при искусственных инокуляциях использовать блок-дизайн.

3.3. Устойчивость к вредителям.

Мониторинг и пороговые значения.

○ Для плодовой моли (*Cydia pomonella*): феромонные ловушки (фиксировать пойманных мотыльков еженедельно). Набор порогов зависит от региона; собранную динамику связывают с фенологией яблонь (цветение, налив).

○ Для тлей и клещей: еженедельные обследования, отбор 10 листьев/дерево, подсчёт особей/лист; индекс поражения — среднее число вредителей/лист.

Искусственные инфестации.

○ Заводить личинок/взрослых особей в контролируемых камерах; фиксировать выживаемость, развитие и степень повреждений.

Учёт ущерба.

○ % повреждённых плодов:

$$\% \text{damage} = \frac{N_{\text{damaged fruits}}}{N_{\text{sampld fruits}}} \times 100\%$$

○ Включать оценку потери товарного вида и снижение массы/качества.

3.4. Биохимический состав плодов.

Пектины.

○ Гравиметрический метод: экстракция HCl 0.05–0.1 М при 90 °C 1 h, охлаждение, фильтрация, осаждение 2.5 объёмами этанола 95% холодного, центрифугирование, промывка в этаноле и диэтиловом эфире, сушка и взвешивание. Результат — mg pectin/100 g FW.

○ Микрометод (метиленовый синий) — для малых объёмов и больших серий проб.

- Антоцианы и фенолы.
- HPLC-MS: использование стандартного метода Juhart (условия колонки, градиент, масс-детектор). Результат — идентификация и количественная оценка отдельных фенолов и антоцианов (mg/100 g FW).

Минералы.

- Минерализация: $\text{HNO}_3/\text{H}_2\text{O}_2$ в микроволновой печи. После разбавления — калибровка ICP-OES по стандартной кривой для каждого элемента (K, Ca, Mg и др.).
- Результат можно пересчитать в mg/100 g FW. При сравнительном анализе важно учесть вариабельность влажности.

4. ПАСПОРТ ФЕНОТИПА СОРТА ЯБЛОНИ.

На основании результатов комплексной оценки для каждого сорта и типа подвоя формируется «Паспорт фенотипа», который представляет собой исчерпывающую характеристику генотипа.

Общие данные.

Название сорта/типа подвоя.

Способ получения (селекция, мутация, гибридизация).

Родительские формы.

Год принятия в ГСИ (Государственное сортоиспытание).

Год и регион районирования.

Заявитель/оригинатор.

Морфологические признаки.

Сила роста (слаборослый, среднерослый, сильнорослый).

Тип и объем кроны (описание, балл).

Тип плодоношения (кольчаточный, смешанный, прутиковый).

Фенологические признаки.

Сроки цветения (очень раннее, раннее, среднее, позднее, очень позднее, месяц, продолжительность).

Степень цветения (балл).

Жизнеспособность пыльцы (%).

Сроки созревания плодов (раннелетние, летние, раннеосенние, осенние, позднеосенние, зимние, позднезимние, месяц, продолжительность).

Характеристики плодов.

Масса плода (г, средняя, мин/макс).

Внешний вид плода (балл, описание формы, поверхности, окраски).

Вкус (балл, характер вкуса).

Лежкость плода (дни/месяцы, условия хранения).

Плотность плода («плотная», «среднеплотная», «мягкая»).

Твердость плода (Н/см²).
Содержание сахаров (% , Brix).
Содержание аскорбиновой кислоты (мг/100 г).
Содержание Р-активных полифенолов (мг/100 г).
Сахарокислотный индекс (СКИ)
Содержание сухого вещества (%)

Продуктивность.

Скороплодность (возраст вступления в плодоношение).
Урожайность (средняя, т/га или кг/дерево).
Регулярность плодоношения.

Устойчивость.

К основным болезням (парша, монилиоз, мучнистая роса – баллы/%).
К вредителям.
К низким температурам (в начале зимы, в течение зимы, в том числе резким перепадам температуры воздуха, к возвратным заморозкам – баллы).
К засухе (баллы).

Источники или доноры ценных хозяйственных признаков (устойчивость к 4-м штаммам парши, монилиозу, мучнистой росе, высокая стабильная продуктивность, скороплодность, устойчивость к низким температурам в начале зимы, в течение зимы, к возвратным заморозкам, высокая товарность плодов, десертный вкус, лежкоспособность, транспортабельность, засухоустойчивость и другие).

Дополнительные сведения.

Особенность развития и сила роста.
Рекомендуемые зоны выращивания.
Особенности агротехники.
Иллюстрации (фотографии дерева, побегов, листьев, цветков, плодов с наличием линейки и контрастного фона).

5. МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ТИПОВ ПОДВОЕВ ЯБЛОНИ

5.1. Высота маточного куста.

Общие рекомендации.

Высота маточного куста — количественный показатель силы роста подвоя. Регулярное и стандартизированное измерение высоты позволяет сравнивать подвои между собой и отслеживать динамику роста в зависимости от агротехники и года. Измерения рекомендуется выполнять в устойчивую фазу (после окончания активного прироста) — чаще всего конец

августа — начало сентября; при многолетних исследованиях фиксировать в те же даты ежегодно. Порядок и условия измерений должны быть идентичны для всех вариантов, чтобы минимизировать вариабельность, вызванную внешними факторами.

Требуемый материал.

Маточные кусты подвоев (клонированные маточники), возраст 3–5 лет (либо возраст, релевантный вашему маточнику).

Репликация: минимум 10–15 растений на каждый тип подвоя в эксперименте; при возможностях — 20+.

Маркировочные бирки, уникальные ID растений.

Перечень оборудования.

Рулетка/высотомер (точность ± 0.5 –1 см) или лазерный дальномер.

Штатив и GNSS/RTK (опционально, для привязки позиций в больших маточниках).

Полевой планшет или бумажные журналы для фиксации данных.

Программное обеспечение для статистики (R, Python — пакеты lme4 / statsmodels).

Проведение испытаний.

Выберите и промаркируйте растения-реплики; избегайте растений с явными повреждениями/болезнями.

Зафиксируйте «уровень почвы» - отмеченную точку на стволе/подошве корневой шейки, чтобы избежать систематической ошибки.

Измеряйте высоту от уровня почвы до верхушки центрального побега (или до самой высокой точки куста, если проводника нет). Выполните трёхкратное измерение подряд и запишите среднее значение для каждого растения.

Проводите измерения в одно и то же время суток (рекомендуемо 09:00–11:00) и при сходных погодных условиях (без сильного ветра, дождя).

Повторяйте измерение в три фиксированные точки сезона (начало вегетационного роста, максимум роста, конец сезона) если нужно отслеживание динамики.

Методы и наблюдения.

Основная величина: H_i — высота i -го растения (см).

Среднее по варианту:
$$\bar{H} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i$$

Оцените вариативность: стандартное отклонение σ и коэффициент вариации $CV = \frac{\sigma}{\bar{H}} \times 100\%$.

Для многолетних или блок-дизайнов используйте смешанные линейные модели: фиксированный эффект подвой; случайные эффекты блок/рекламирование/год (пример модели: $H_{ijk} = \mu + P_j + B_k + Y_i + \varepsilon_{ijk}$). Проверяйте нормальность остатков и однородность дисперсий. Если данные процентов/не нормальны — проводите преобразования (лог/корень).

При необходимости сопоставляйте высоту с показателями силы роста привоя, укореняемости и скороплодности (корреляционный анализ, регрессии).

Методы проведения учёта.

Протокол на каждое растение: ID, дата, H1, H2, H3 (три повторных измерения), H_mean, заметки (повреждения, ветровой наклон и т. д.).

Хранение данных в табличном формате (.csv/.xlsx).

Отчёт: таблица средних значений по подвоям $\pm$ стандартная ошибка; график «средняя высота — доверительный интервал 95%». Статистическая значимость различий — ANOVA ($p < 0.05$) и последующее множественное сравнение (Tukey HSD) при выполнении допущений.

5.2. Габитус маточного куста.

Общие рекомендации.

Габитус (архитектура и форма кроны) включает: направление роста (вертикальный/раскидистый), угол отхождения скелетных ветвей, плотность ветвления, среднюю длину междоузлий. Сочетание полевых измерений и цифровой морфометрии (фотограмметрия / LiDAR / 3-D реконструкция) даёт объективные и воспроизводимые параметры габитуса.

Требуемый материал.

Те же маточные кусты, что и в 5.1 (идентичные растения).

Маркировки выбранных ветвей (3 на растение: центральная, 2 скелетных 1-го порядка).

Перечень оборудования.

Цифровая камера (минимум 12 МР), штатив; при возможности — беспилотник (для крупных маточников).

Лазерный сканер или фотограмметрический набор (Agisoft Metashape / CloudCompare / AppleQSM pipeline).

Угломер электронный (точность $\pm 0.5^\circ$), линейка, штангенциркуль.

Компьютер с ПО для морфометрического анализа (R, Python + scikit-image, ImageJ).

Проведение испытаний.

На каждом растении выделите три репрезентативных ветви; пометьте их цветными лентами.

Полевая фиксация: измерьте углы отхождения каждой ветви от вертикали (α в градусах) — для веток 1-го порядка, длины ветви L (см), число побегов на 1 м ветви (n) и среднюю длину междоузлия (m , мм).

Фотофиксация: снимки в четырёх направлениях (каждые 90°) с фиксированной дистанции и высоты — обязательно включите калибровочные метки (эталонный размер) в кадр. Для больших маточников делайте мультиваерные снимки для фотограмметрии/лидара.

Пост-обработка: соберите 3-D модель кроны, извлеките архитектурные параметры (высота H , ширина D_k , объем кроны, поверхность), рассчитайте индекс формы $IF = H/D_k$.

Методы и наблюдения.

Угловой профиль: $\bar{\alpha} = \frac{1}{n} \sum \alpha_i$.

Плотность ветвления: $D = \frac{n}{L}$ (побегов на метр).

Междоузловая длина: усредняя значения m по 10 узлам (β -распределение при анализе).

Морфометрический анализ: PCA на матрице признаков $\{H, D_k, IF, \bar{\alpha}, D, m\}$ для выделения групп габитуса; при необходимости — кластеризация k-means для автоматической классификации.

Наблюдаемые фенотипы документируются текстово и фотопротоколом (например, «проводник выражен/не выражен», «ветвление монотипное/полидоминантное»).

Методы проведения учёта.

Полевая таблица: ID растения, ветвь №, α , L , n , m , H , D_k , IF , фото/сканы (файловые ссылки).

Аналитика: PCA/cluster results, ANOVA / MANOVA при сравнении по нескольким параметрам одновременно. При публикации — визуализация 3-D моделей и карт признаков.

5.3. Выход стандартных отводков.

Общие рекомендации.

«Выход стандартных отводков» — производственный показатель, характеризующий количество пригодных вегетативных единиц (отводков), получаемых с маточного куста за сезон. Для питомнической практики важны чёткие критерии пригодности (стандарт) и единая система отсчёта.

Требуемый материал.

Маточный куст, вегетирующий в маточнике; возраст 3–5 лет.

Критерии стандарта (принимаемые в протоколе): длина $\geq 25\text{--}30$ см, диаметр основания $\geq 4\text{--}6$ мм, отсутствие механических повреждений, достаточное одревеснение (не менее 30% длины одревесневшей ткани).

Перечень оборудования.

Секаторы, садовые ножи, штангенциркуль (точность 0.1 мм), рулетка. Маркировочные бирки, весы (точность 0.1 g) — если фиксируется биомасса. Таблица учёта или полевой планшет.

Проведение испытаний.

Весной (после распускания) пометьте потенциальные побеги, которые в дальнейшем станут отводками. Пометка обеспечивает одновременную выборку и позволяет отследить рост.

На протяжении сезона фиксируйте появление новых отводков (ежемесячно).

К концу сезона (осень, после одревеснения) оцените пригодность каждого отводка по установленным критериям: длина, диаметр, состояние (наличие механических/паразитных повреждений).

При возможности отделите стандартные отводки и поместите в укоренитель (см. 5.4) — пригодность к укоренению является дополнительным критерием.

Методы и наблюдения.

Рассчитывайте показатель выхода:

$$Y_{std} = \frac{N_{std}}{N_{total}} \times 100\%$$

где N_{std} — количество отводков, соответствующих стандарту;
 N_{total} — общее число отводков, отмеченное в начале отслеживания.

Анализ по позициям: разделяйте отводки по положению на кусте (верхние, средние, нижние), т.к. позиция часто влияет на длину и одревесненность.

Оцените биомассу (опционально): сухая масса отводков после сушки при 60 °C до постоянной массы — полезно для экономических расчётов.

Методы проведения учёта.

Полевая форма: ID куста, дата пометки, N_{total} , N_{std} , Y_{std} (%), средняя длина стандартных, средний диаметр, масса сухая (если снята), замечания.

Статистика: двухфакторный ANOVA для выявления влияния подвоя и позиции (или года) на Y_{std} ; визуализировать распределение Y_{std} по подвоям и позициям.

5.4. Укореняемость отводков.

Общие рекомендации.

Укореняемость — ключевая характеристика размножения подвоя: процент отводков/черенков, образовавших корни пригодного качества. Важна стандартизация: одинаковая длина/толщина черенков, единый субстрат, контроль температуры и влажности, единая методика обработки гормонами (если применяется).

Требуемый материал.

Черенки/отводки: длина 15–20 см, толщина 4–8 мм; нижние листья удалены.

Субстрат: торф:перлит 1:1 или песок:вермикулит 1:1 по объёму.

Раствор ИВА (индолил-3-уксусная кислота) при необходимости (диапазон в литературе: 1000–3000 ppm для «быстрого дипа», либо низкие концентрации для длительной обработки).

Перечень оборудования.

Мини-теплица / парник с регулировкой температуры и влажности (температура 20–25 °C; RH 80–90% в начальный период).

Туманообразователь (опционально) для поддержания влажности.

Линейки/штангенциркуль; весы (для массы корней); центрифуга/спектрофотометр — если проводится физиологический анализ корней.

Маркеры/бирки и планшет для регистрации.

Проведение испытаний.

Подготовка черенков: срезать черенки утром, поместить в воду, обработать нижнюю часть (опционально — быстрый дип в ИВА 1–5 с при концентрации 1000–3000 ppm) или обрабатывать согласно выбранному протоколу.

Посадка: заглубление до 1/3–1/2 длины черенка в субстрат; плотная посадка для поддержания влажности.

Условия: температура 22±2 °C, RH 80–90%, рассеянное освещение (PAR ~ 100–200 μmol m⁻² s⁻¹).

Оценки: проверка укоренения в **4, 6 и 8 недель**. Критерии пригодности: корни ≥ 20 мм или ≥ 3 корней ≥ 1 mm в диаметре (подход адаптирован из практических протоколов и BMC/MDPI исследований).

Методы и наблюдения.

Основной показатель:

$$R\% = \frac{N_{rooted}}{N_{total}} \times 100\%$$

Дополнительно: средняя длина корней (mm), среднее число корней на черенок, сухая масса корней (g).

Для статистики проценты лучше анализировать с GLM (биномиальное распределение) или после арсинус-квадратного преобразования при использовании ANOVA. Сравнения между вариантами — post-hoc тесты (Tukey).

В эксперимент вводятся контроли: 1) без обработки IBA, 2) с рекомендованной концентрацией IBA (полезно оценивать экономически обоснованные дозы).

Рекомендуется фиксировать морфологическое состояние черенка (мастичность, наличие боковых побегов), а также среду (температура, RH), т.к. эти факторы сильно влияют на результат.

Методы проведения учёта.

Таблица наблюдений для каждой партии: ID, подвой, дата нарезки, длина, диаметр, обработка (концентрация IBA), N_total, N_rooted (на каждой точке контроля), R%, средняя длина корней, сухая масса.

Фотофиксация порций с типичными укоренившимися/неукоренившимися образцами.

Отчёт включает доверительные интервалы (95%) для R% и графики изменения R% по времени (4/6/8 недель).

5.5. Ломкость (механическая прочность побегов).

Общие рекомендации

Ломкость побегов — показатель механической прочности, важный для транспорта маточников, механизированных операций и получения неповреждённых отводков. Измерения выполняются «в разрыв» или «на изгиб» с использованием универсальной испытательной машины (Instron или аналог) и расчётом напряжений/модуля упругости.

Требуемый материал.

Здоровые побеги 1–2 летнего прироста длиной 25–40 см, сухие/с нормальной влажностью (фиксируйте влажность древесины до и после испытания).

Количество реплик: минимум 10 образцов на вариант подвоя.

Перечень оборудования

Универсальная испытательная машина (Instron 3340/5565) с устройством для консольных испытаний; динамометр; цифровой штангенциркуль; влагомер древесины.

Проведение испытаний.

Подготовка образца: измерьте диаметр d (мм) и полезную длину L (мм) до установки. Зафиксируйте образец как консоль (один конец жёстко закреплён).

Нагрузка: прикладывайте поперечную силу F к свободному концу с постоянной скоростью деформации (рекомендуется 2–10 mm/min для древесных образцов).

Регистрация: регистрируйте кривую «сила-деформация» до момента первого повреждения (трещина) и полного разрушения.

Методы и наблюдения.

Рассчитайте второй момент площади для круглого сечения:

$$I = \frac{\pi d^4}{64}$$

$$M_{max} = F_{max} \cdot L$$

Момент сил (для консоли):

Предел изгибающего напряжения:

$$\sigma_{max} = \frac{M_{max} \cdot c}{I} = \frac{F_{max} \cdot L \cdot (d/2)}{I}$$

(единицы МПа при переводе N и мм).

Модуль упругости E при малых деформациях из уравнения консольного изгиба:

$$\delta = \frac{FL^3}{3EI} \Rightarrow E = \frac{FL^3}{3I\delta}$$

где δ — прогиб (мм) при нагрузке F в линейной зоне.

Фиксируйте тип разлома: хрупкий (мгновенный), с продольным расслаиванием, с отрывом коры и т. п.; это важно для практических рекомендаций по сбору/хранению.

Методы проведения учёта.

Таблица: ID образца, дата, подвой, d (мм), L (мм), F_{max} (N), δ_{linear} (мм), σ_{max} (МПа), E (GPa), влажность (%), характер повреждения.

Статистический анализ: ANOVA по σ_{max} и E между подвоями; пост-hoc тесты для парных сравнений; корреляция между влажностью древесины и σ_{max} (Pearson/Spearman).

5.6. Антоциановая пигментация побегов.

Общие рекомендации.

Антоциановая пигментация побегов — маркер генетических особенностей и реакции на окружающую среду (свет, холод, стресс). Для воспроизводимости анализа важны стандартизованные время суток и способ взятия пробы, а также единый протокол экстракции и измерения (кислотный метанол/этанол + спектрофотометр).

Требуемый материал.

Молодые побеги текущего года; фрагменты 1–2 г свежей массы (стандартная длина от кончика, например 5 см).

Растворитель: метанол + 1% HCl или 70% этанол + 0.1% HCl (по выбранному протоколу).

Перечень оборудования.

Центрифуга, спектрофотометр (диапазон 400–700 nm), аналитические весы, гомогенизатор/блендер, кюветы 1 см, холодильник для хранения экстрактов (4 °C).

Проведение испытаний.

Отбор проб: вечером или утром (фиксируйте время), чтобы избежать суточной вариабельности пигментации; сразу охладите пробы на льду.

Экстракция: измельчите пробу, добавьте 10 mL 1% HCl-метанола на 1 g сырой массы, выдерживайте 24 h при +4 °C в темноте. Центрифугировать 10 min при 5000×g.

Измерение: считывать поглощение при 520 nm (A_{520}) и при 700 nm (A_{700}) для коррекции помутнения; относительное поглощение

$$A = A_{520} - A_{700}.$$

Методы и наблюдения.

Концентрация антоцианов рассчитывается (цианидин-3-глюкозид эквивалент):

$$C_{mg/L} = \frac{A \times MW \times DF \times 1000}{\epsilon \times l}$$

где MW = 449.2 g/mol; $\epsilon \approx 26900 \text{ L} \cdot \text{mol}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ для цианидин-3-глюкозида; $l = 1 \text{ cm}$; DF — фактор разведения; V_{ext} — объем экстракта (мл).

Нормирование по массе пробы:

$$C_{tissue}(mg/g) \quad FM = \frac{C_{mg/L} \times V_{ext}(L)}{m_{sample}(g) \times 1000}$$

Параллельно фиксируйте визуальную шкалу окраски (0–3 или 0–9) для быстрой полевой оценки; визуальная оценка затем сравнивается с количественными данными (корреляция).

Методы проведения учёта.

Протокол: ID, подвой, дата/время, масса пробы, A₅₂₀, A₇₀₀, A, DF, V_{ext}, C_{mg/L}, C_{tissue} (mg/g FM), визуальная оценка.

Статистика: ANOVA/GLM по C_{tissue} между подвоями; корреляционный анализ (Spearman/Pearson) между визуальной балльной оценкой и количественным содержанием.

5.7. Сила роста подвоя.

Общие рекомендации.

Сила роста подвоя — интегральный показатель совместимости подвоя-привоя. Ее оценивают по приросту длины побегов и диаметрному приросту ствола в течение вегетационного сезона; эти показатели дают представление о влиянии подвоя на ростовую силу и последующую формообразующую практику.

Требуемый материал.

Деревья с одинаковым сортом подвоя, возраст для оценки силы — обычно с 1–5 го года после посадки.

Репликация: не менее 10 деревьев на комбинацию «подвой×привой».

Перечень оборудования.

Линейка, высотомер, цифровой штангенциркуль (диаметр штамба), метка пластиковая для фиксирования уровня измерений. Весы для определения массы побегов (если необходимо).

Проведение испытаний.

Отметьте точку измерения длины подвойной части у каждого дерева. Запишите начальную длину L₀ и диаметр D₀.

В течение сезона (каждые 30 дней) записывайте L_t и D_t; зафиксируйте дату.

Годовой прирост длины: $\Delta L = L_{\text{end}} - L_{\text{start}}$ (см/год). Диаметрный прирост: $\Delta D = D_{\text{end}} - D_{\text{start}}$ (мм/год).

Методы и наблюдения.

Индекс силы роста (вариант):

$$GIS = \frac{\Delta L \times \Delta D}{100}$$

(единица произвольная — используют для нормирования; затем нормируют по контрольному стандарту, например, M9 = 100%).

Описательные наблюдения: наличие и интенсивность водяных побегов, признак межузлового удлинения, фенологические даты (распускание, остановка роста).

Статистика: смешанные модели с фиксированным эффектом «подвой», случайными эффектами «блок/год». Корреляция GIS с урожайностью/скороплодностью.

Методы проведения учёта.

Таблица по дереву: ID, подвой, привой, даты и значения L, D, ΔL , ΔD , GIS.

Итог: средние по подвоям $\pm$ SE, сравнение пар (после проверки допущений — ANOVA/Tukey).

5.8. Потенциальная скороплодность.

Общие рекомендации.

Потенциальная скороплодность (скороплодность) характеризует склонность дерева образовывать генеративные почки и вступать в плодоношение в раннем возрасте. Это важно для выбора подвоя при интенсивных технологиях и для экономических расчётов (сроки выхода на прибыль).

Требуемый материал.

Деревья с одинаковым привоем, возраст — 2–5 лет (период закладки цветковых почек и первых годов плодоношения).

Маркировка ветвей/ярусов для повторных учётов.

Перечень оборудования.

Лупа 10× или бинокулярный микроскоп для подтверждения типа почки (вегетативная / генеративная).

Камера для фотодокументации; измерительная лента.

Проведение испытаний.

Осенью — в конце вегетации — подсчитайте количество цветковых почек на отмеченных ветвях (количество бутонов/м побега).

Весной — фиксируйте дату начала цветения и процент деревьев, распустивших цветы.

В течение первых 3–5 лет фиксируйте ежегодно, чтобы получить кривую «вступление в плодоношение».

Методы и наблюдения.

Показатели:

B_m — число цветковых почек на 1 м побега;

— доля ветвей с генеративными почками (%);

T_{first} — время до первого цветения (в днях от посадки).

Составьте комбинированный индекс скороплодности (примерная формула):

$$P_p = w_1 \frac{B_m}{B_{m,ref}} + w_2 \frac{\%G}{\%G_{ref}} - w_3 \frac{T_{first}}{T_{ref}}$$

где w_i — веса (по умолчанию 1); значения нормируются по контрольному подвою (ref). Индекс предоставляет интегральную оценку; при необходимости веса корректируют под проектные цели (скорое вступление в плодоношение vs стабильность урожая).

Методы проведения учёта.

Таблица: ID, подвой, дата (осень), B_m , %G, примечания (морозы, повреждения). Весной: дата цветения, % деревьев с цветами.

Анализ: ANOVA / Kruskal-Wallis (если данные не нормальны), Kaplan–Meier для времени до первого цветения (T_{first}) и сравнения «выживаемости до цветения» между подвоями.

5.9. Наличие шпалеры для деревьев в саду.

Общие рекомендации.

Шпалера (опорная конструкция) существенно влияет на архитектуру кроны, распределение плодовых узлов, механическую прочность и эффективность освещения. При сравнительных испытаниях типов подвоев необходимо фиксировать наличие/тип шпалеры, т.к. отсутствие опоры может искажать морфологические сравнения (особенно для сильнорослых подвоев).

Требуемый материал.

Полевые участки с одинаковой агротехникой, часть с установленной шпалерой, часть без (контроль).

Для каждой конфигурации — минимум 10 деревьев на подвой × шпалера/без шпалеры.

Перечень оборудования.

Рулетка (м), угломер, люксметр (или спектрофотометр освещённости), тензометр для измерения натяжения проволоки.

Камера для фотопротоколирования.

Проведение испытаний.

Зарегистрируйте параметры шпалеры: тип (одноплоскостная, двухплоскостная, V-образная и т.п.), высота первой проволоки, расстояние между ярусами, диаметр/материал проволоки, шаг между опорами.

Измерьте влияние на деревья: угол отклонения боковых ветвей (α), ширина кроны (D), плотность и распределение плодовых звеньев, число механических повреждений за сезон (сломов, трещин).

Измерьте освещённость внутри кроны (люкс или PPFD в $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$) в нескольких точках (внутренняя часть кроны, наружная).

Методы и наблюдения.

Рассчитывайте индекс равномерности освещения:

$$E = \frac{I_{\min}}{I_{\max}} \times 100\%$$

где $I_{\min}$ и $I_{\max}$ — минимальная и максимальная измеренная освещённость внутри кроны; значения $E \geq 80\%$ считаются хорошими для интенсивных формирований.

Фиксируйте частоту механических повреждений (n повреждений/дерево/год) и сравнивайте между вариантами.

Оценивайте влияние шпалеры на все ключевые морфологические показатели (H, IF, D, Y_std, R%, $\sigma_{\max}$, антоцианы, скороплодность) через двухфакторный ANOVA (факторы: подвой, наличие шпалеры), с проверкой взаимодействий.

Методы проведения учёта.

Ведение паспорта делянки: координаты, тип шпалеры, дата установки, параметры.

Таблицы наблюдений: для каждого дерева — наличие/отсутствие шпалеры, угол ветвей, повреждения, освещённость (с точками контроля).

Итоговая аналитика: матрица влияния — как наличие шпалеры изменяет значения морфологических показателей по подвоям (в процентах и абсолютных величинах).

Размер выборки и мощность: при неизвестной дисперсии рекомендуется $N \geq 10$ –15 растений/вариант; при ожидаемых небольших различиях (эффект-сайз $\eta^2 \sim 0.1$) стоит планировать $N \geq 20$ для надёжного обнаружения эффекта при $\alpha=0.05$ и мощности 0.8.

Проверки допущений: перед ANOVA проверять нормальность (Shapiro–Wilk) и однородность дисперсий (Levene). При нарушениях использовать непараметрические тесты или преобразования.

Мультимодальное сопоставление: при множественных показателях (габитус, укореняемость, ломкость и т. п.) применять MANOVA, PCA и кластерный анализ для выявления интегральных типов подвоя.

Отчётность и репликация: все методические шаги (дата, время, условия, применённые концентрации ИВА и пр.) записываются в формате, обеспечивающем воспроизводимость (минимум: кто, что, где и как измерял).

5.10. Зимостойкость корневой системы в корнеобитаемом слое почвы.

Общие рекомендации.

Зимостойкость корневой системы — это способность подвоев сохранять жизнеспособность и физиологическую активность после воздействия отрицательных температур. Она определяется как комплекс физиолого-биохимических, морфологических и анатомических адаптаций, включая содержание сахаров, проницаемость мембран, активность антиоксидантных ферментов и степень дегидратации тканей.

Современные исследования указывают, что наибольшее значение имеет фаза глубокого покоя корней, когда происходит максимальная закалка. Оценку зимостойкости проводят в условиях естественного и искусственного промораживания с контролем температуры и влажности почвы.

Требуемый материал.

Испытания проводят на корнесобственных растениях или отводках подвоев яблони возрастом не менее 2–3 лет. Для контроля используют известные стандарты (например, подвой М9 — средnezимостойкий, Б118 — высокозимостойкий). Пробы отбираются в фазе полного покоя (декабрь–январь).

Перечень оборудования.

- Морозильная камера с регулировкой температуры от 0 до –25 °С;
- Почвенные термодатчики и термодары (чувствительность ± 0.1 °С);
- Прибор для измерения электропроводности (ЕС-метр);
- Лабораторные весы (точность 0.001 г);
- Спектрофотометр для оценки содержания растворимых сахаров и проницаемости клеточных мембран;
- Камера влажности для контроля относительной влажности воздуха (60–70 %).

Проведение испытаний.

Корни промывают и равномерно распределяют по образцам (по 3–5 реплик на вариант).

1. Постепенно охлаждают образцы от +2 °С до –15 °С со скоростью 2 °С/ч.
2. Выдерживают при каждой температуре 12 ч.
3. После замораживания образцы оттаивают при +4 °С в течение 24 ч и оценивают повреждения.

Для оценки повреждений используют **коэффициент выживаемости клеток (Кв)**:

$$K_B = 1 - \frac{L_t - L_c}{L_c} \times 100\%, K_B = 1 - L_c L_t - L_c \times 100\%,$$

где L_t — электропроводность раствора после замораживания, L_c — до замораживания.

Методы и наблюдения.

- Определяют электропроводность вытяжки из тканей для оценки разрушения мембран.
- Измеряют содержание растворимых сахаров по методу Антоновича (спектрофотометр $\lambda = 540$ нм).
- Проводят микроскопический анализ повреждений корневых тканей после окрашивания 0.1 % раствором трипана синего.
- Статистическую обработку проводят методом ANOVA ($\alpha = 0.05$).

Методы проведения учёта.

Оценка зимостойкости проводится по 9-балльной шкале:

9 — повреждения отсутствуют; 1 — полная гибель тканей.

Результаты фиксируются в таблице учёта с указанием температуры критического повреждения (T_{50}) — температуры, при которой гибнет 50 % клеток.

5.11. Засухоустойчивость.

Общие рекомендации.

Засухоустойчивость — способность растений поддерживать водный баланс и физиологическую активность при дефиците влаги. Она зависит от морфологических особенностей (толщина кутикулы, глубина корневой системы) и биохимических факторов (содержание пролина, антиоксидантная активность, осмотическая регуляция).

Требуемый материал.

Испытания проводят на однотипных по возрасту (2–3 года) растениях подвоев, выращенных в контейнерах 15 л или вегетационных сосудах. Контроль — вариант с поддержанием влажности 80 % ППВ (предельной полевой влагоёмкости). Опыт — варианты 40 %, 60 %, 70 % ППВ.

Перечень оборудования.

- Гравиметрическая установка для контроля влажности почвы.
- Психрометр или влагомер листа (LWP-Meter).
- Инфракрасный термометр для измерения температуры листьев;.
- Флуориметр (для измерения F_v/F_m — параметра фотосинтетической активности).
- Анализатор содержания пролина (метод Бейтса, $\lambda = 520$ нм).

Проведение испытаний.

1. Перед началом эксперимента растения адаптируют 10 дней.
2. Постепенно снижают влажность до заданных уровней.
3. Замеры физиологических параметров проводят на 5-й, 10-й и 15-й день после начала стресса.
4. После восстановительного полива оценивают способность растений восстанавливаться.

Методы и наблюдения.

- **Измерение водного потенциала листьев (Ψ_w)** с помощью влагомера: чем ниже значение, тем выше стресс.
- **Оценка фотохимической эффективности (F_v/F_m)**: норма 0.80–0.83, при засухе снижается.

- **Определение пролина** по методу Бейтса:

$$C_{пр} = A_{520} \times 115.5 \mu\text{mol/gFW} \quad \text{C}_{пр} = A_{520} \times 115.5 \mu\text{mol/gFW}$$

$$FW C_{пр} = A_{520} \times 115.5 \mu\text{mol/gFW}$$

- **Расчёт индекса засухоустойчивости (I_x)**:

$$I_x = \frac{P_c - P_s}{P_c} \times 100\%, \quad I_x = \frac{P_c - P_s}{P_c} \times 100\%$$

где P_c — показатель контроля, P_s — при засухе.

Методы проведения учёта.

Результаты оцениваются по 9-балльной шкале засухоустойчивости: 9 — растение без видимых симптомов стресса; 1 — полная потеря тургора и усыхание.

Данные статистически обрабатываются (ANOVA, $p < 0.05$).

5.12. Устойчивость к основным болезням и вредителям. Общие рекомендации.

Комплексная устойчивость подвоев яблони включает толерантность к бактериальному ожогу, корневым гнилям и поражению шерстистой тлёй. Оценка проводится как в условиях контролируемого заражения, так и при естественном инфекционном фоне.

5.12.1. Устойчивость к бактериальному ожогу (*Erwinia amylovora*).

Требуемый материал.

Используются однолетние побеги подвоев, заражённые суспензией бактерий *E. amylovora* (10^8 КОЕ/мл).

Перечень оборудования.

- Ламинарный шкаф.
- Микропипетки.
- Термостат (28 °C).

- Стерильные шприцы.
- Камера влажности.

Проведение испытаний.

1. Инокулируют бактерию под эпидермис побега.
2. Выдерживают 7–10 дней при влажности 80–90 %.
3. Измеряют длину некротизированной зоны.

Методы и наблюдения.

Поражённость выражается в % повреждения:

$P = L_n L_p \times 100\%$, $P = \frac{L_n}{L_p} \times 100\%$, $P = L_p L_n \times 100\%$,
где L_n — длина некроза, L_p — длина побега.

Методы учёта.

Оценка по 5-балльной шкале: 1 - сильное поражение (> 75 %), 5 – иммунитет (0 %).

5.12.2. Устойчивость к корневым гнилям (*Phytophthora spp.*).

Требуемый материал.

Растения подвоев выращиваются в контейнерах, субстрат инфицируется суспензией зооспор *Phytophthora cactorum* (10⁴ спор/мл).

Перечень оборудования.

Термостат, микроскоп, лабораторная посуда, камера роста, pH-метр.

Проведение испытаний.

1. Инфекция вносится в зону корней.
2. Поддерживается температура 22–25 °С.
3. Через 14 дней фиксируют процент поражённых корней.

Методы и наблюдения.

- Оценивают степень поражения визуально и микроскопически.
- Рассчитывают индекс поражения (I_p):

$I_p = \frac{\sum (a \times b)}{A \times B} \times 100\%$,
где a — число растений в категории, b — балл поражения, A — общее число растений, B — максимальный балл.

Методы учёта.

Результаты вносятся в учётную таблицу; устойчивыми считают варианты с $I_p < 25\%$.

5.12.3. Устойчивость к шерстистой тле (*Eriosoma lanigerum*).

Требуемый материал.

Проводится биотест в вегетационных сосудах с контролируемым заражением тлём.

Перечень оборудования.

- Энтомологическая сетка, оптический микроскоп, камера наблюдения, счётчик колоний.

Проведение испытаний.

1. На каждое растение помещают 10 особей тли.
2. Учёт проводят каждые 3 дня в течение 21 дня.
3. Определяют скорость размножения и степень повреждения коры.

Методы и наблюдения.

Используется индекс колонизации (I_k):

$$I_k = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%, I_k = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

где N_t — число колоний через 21 день, N_0 — исходное количество.

Методы учёта.

Растения с $I_k < 30\%$ считаются устойчивыми, $> 70\%$ — восприимчивыми.

Учётные данные заносят в журнал наблюдений и обрабатывают дисперсионным анализом.

6. ПАСПОРТ ФЕНОТИПА ТИПА ПОДВОЯ ЯБЛОНИ.

На основании результатов комплексной оценки для каждого сорта и типа подвоя формируется «Паспорт фенотипа типа подвоя яблони», который представляет собой исчерпывающую характеристику генотипа.

Название подвоя

Способ получения искусственная гибридизация или клоновая селекция

Родительские формы

Принятие в ГСИ, год / год и регион(ы) районирования

Высота маточного куста слаборослый, среднерослый, сильнорослый

Габитус маточного куста прямостоячий/слабораскидистый, полураскидистый, сильнораскидистый

Выход стандартных отводков (желательно с маточника вертикального типа, шт. с куста)

Укореняемость отводков, балл низкая, средняя, высокая, очень высокая

Ломкость (механическая прочность побегов) прочные, среднепрочные, ломкие

Антоциановая пигментация побегов (молодых листьев и древесины побегов) наличие (краснолистность), отсутствие

Сила роста привоя суперкарликовый, карликовый, полукарликовый, среднерослый

Потенциальная скороплодность (влияние подвоя на количество боковых ветвей привитого сорта и угол их отхождения) высокая, средняя, низкая

Наличие шпалеры для деревьев в саду необходимо, не требуется

Зимостойкость корневой системы в корнеобитаемом слое почвы высокая, средняя, низкая

Засухоустойчивость высокая, средняя, низкая

Устойчивость к основным болезням и вредителям: бактериальный ожог; корневые гнили; шерстистая (красная кровавая) тля

Дополнительные сведения:

Особенность развития и сила роста.

Рекомендуемые зоны выращивания.

Особенности агротехники.

Иллюстрации.

7. СПИСОК АББРЕВИАТУР И СОКРАЩЕНИЙ .

1. *Malus domestica* Яблоня домашняя (культурная яблоня)

2. GNSS Global Navigation Satellite System - Глобальная навигационная спутниковая система — совокупность спутниковых систем позиционирования (включая GPS, ГЛОНАСС, Galileo и др.)

3. GPS Global Positioning System - Американская спутниковая система позиционирования, подмножество GNSS

4. RHS Colour Chart Royal Horticultural Society Colour Chart - Стандартизированная цветовая шкала, разработанная Королевским садоводческим обществом (Великобритания), используемая для точной визуальной оценки цвета листьев, цветков и плодов у растений

5. Brix (°Brix) - Единица измерения концентрации растворимых сухих веществ (в основном сахаров) в водном растворе. Определяется с помощью рефрактометра

6. TA (Titratable Acidity) - Титруемая кислотность — мера общей кислотности сока, определяемая титрованием щелочью до точки нейтрализации

7. HPLC High-Performance Liquid Chromatography - Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии, используемый для разделения, идентификации и количественного определения отдельных компонентов в сложных смесях (например, сахаров, органических кислот, фенолов в плодах яблони)

8. ICP-OES Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectroscopy - Метод спектromетрии для определения содержания макро- и микроэлементов (K, Ca, Mg и др.) в растительных тканях. Используется в анализе минерального состава плодов

- 9.AAS Atomic Absorption Spectroscopy - Атомно-абсорбционная спектроскопия — альтернативный метод определения концентрации металлов в образцах
- 10.LT50 Lethal Temperature 50% - Температура, при которой погибает 50% тканей или органов растения (почек, цветков и др.) в результате замораживания. Широко используется в физиологии растений и селекции на морозостойкость
- 11.RWC Relative Water Content - Относительное содержание воды в листьях — ключевой показатель водного статуса растения и засухоустойчивости.
12. Ψ leaf (Water potential) - Водный потенциал листа — термодинамическая мера энергетического состояния воды в тканях растения. Измеряется в мегапаскалях (МПа). Чем ниже Ψ , тем сильнее водный стресс
13. FDF (Fruit Detachment Force) - Сила отрыва плода — усилие (в ньютонах), необходимое для отделения плода от плодоножки. Используется для оценки пригодности к механической уборке
14. FRE (Fruit Removal Efficiency) - Эффективность удаления плодов — процент плодов, успешно снятых при вибрационной уборке. Важен при механизированном сборе урожая
- 15.DR (Damage Rate) - Уровень повреждения плодов — доля плодов с механическими повреждениями после механизированного сбора.
- 16.IBA Indole-3-butyric acid - Индолилмасляная кислота — синтетический ауксин, стимулятор корнеобразования, широко применяемый при укоренении черенков и отводков
17. PPF Photosynthetic Photon Flux Density - Плотность потока фотонов, участвующих в фотосинтезе. Измеряется в $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$. Используется для количественной оценки освещённости в агроэкспериментах
18. EL (Electrolyte Leakage) - Электролитная утечка — мера повреждения клеточных мембран после замораживания или засухи, определяемая по проводимости вытяжки из тканей. Прямой индикатор стрессоустойчивости. -
19. GAE Gallic Acid Equivalents - Эквиваленты галловой кислоты — единица выражения общего содержания фенольных соединений при колориметрическом анализе (метод Фолина-Чокальтау)
- 20.FW (Fresh Weight) - Свежая масса — масса образца сразу после сбора, без сушки. Используется при расчётах содержания веществ на 100 г свежего веса.
21. DM (Dry Matter) - Сухое вещество — масса образца после полного удаления воды. Используется при пересчёте минерального состава.
22. PAR Photosynthetically Active Radiation - Фотосинтетически активная радиация — часть солнечного спектра (400–700 нм), используемая растениями для фотосинтеза

8. БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.

1. Арсланова Л. Э., Челебиев Э. Ф. Фенологические особенности развития некоторых сортов и перспективных форм яблони // Бюллетень ГНБС. – 2022. – № 145. – С. 60–67. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fenologicheskie-osobennosti-razvitiya-nekotoryh-sortov-i-perspektivnyh-form-yabloni> (дата обращения: 31.10.2025).
2. Чумаков С. С., Бугаевский В. К. Особенности органогенеза яблони и возможности его оптимизации // Научный журнал КубГАУ. – 2012. – № 83. – С. 586–595. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-organogeneza-yabloni-i-vozmozhnosti-ego-optimizatsii> (дата обращения: 31.10.2025).
3. Шаманская Л. Д. Эффективность хитозанового препарата «Артафидин» против сосущих и листогрызущих вредителей // Вестник АГАУ. – 2018. – № 11 (169). – С. 52–57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/effektivnost-hitozanovogo-preparata-artafidin-protiv-sosuschih-i-listogryzuschih-vrediteluy> (дата обращения: 31.10.2025).
4. Щербатко В. Д. Сравнительная характеристика силы роста сортов яблони мировой селекции // Бюллетень ГНБС. – 2013. – № 106. – С. 37–41. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sravnitelnaya-harakteristika-sily-rosta-sortov-yabloni-mirovoy-selektzii> (дата обращения: 31.10.2025).
5. Причко Т. Г. и др. Тип формирования яблони, определяющий урожайность и качество плодов сорта ренет симиренко // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 11 (200). – С. 102–109. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tip-formirovki-yabloni-opredelyayushiy-urozhaynost-i-kachestvo-plodov-sorta-renet-simirenko> (дата обращения: 31.10.2025).
6. Васеха В. В., Козловская З. А., Янковская И. Г. Методика оценки декоративных признаков яблони // Современное садоводство. – 2017. – № 3 (23). – С. 74–82. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/metodika-otsenki-dekorativnyh-priznakov-yabloni> (дата обращения: 01.11.2025).
7. ГОСТ Р 59370-2021 Зеленые стандарты. Посадочный материал декоративных растений. Общие технические условия. – М.: Российский институт стандартизации, 2021. – 26 с.
8. Кондратенко П. В., Бублик М. А. Методика проведения полевых исследований с плодовыми культурами. – Киев: Аграрна наука, 1996. – 95 с.
9. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

10. ГОСТ 17713-89 Сельскохозяйственная метеорология. Термины и определения. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200022979> (дата обращения: 31.10.2025).
11. Челебиев Э. Ф. Источники признаков позднего и длительного цветения яблони в условиях Крыма // Биология растений и садоводство: теория, инновации. – 2022. – № 3 (164). – С. 51–59. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/istochniki-priznakov-pozdnego-i-dlitelnogo-tsveteniya-yablони-v-usloviyah-kryма> (дата обращения: 01.11.2025).
12. Смыков В. К. Биология яблони и абрикоса и принципы формирования промышленных сортиментов. – Кишинев: Штиинца, 1978. – 164 с.
13. Афонин А. Н., Милютин Е. А., Мусолин Д. Л. Методы расчета сумм эффективных температур по среднемесячным данным и составление глобальных карт для эколого-географического моделирования // Биосфера. – 2024. – Т. 16. – № 3. – С. 78–86. DOI: 10.52002/0130-2906-2024-3-78-86.
14. Литченко Н. А., Батурская А. Г. Цветение яблони в степном Крыму // Бюллетень ГНБС. – 2009. – № 98. – С. 51–53. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tsvetenie-yablони-v-stepnom-kryму> (дата обращения: 02.11.2025).
15. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
16. Захаров М. В. Морфология кроны, цветения и плодоношения деревьев колоновидных сортов яблони украинской селекции // Plant Varieties Studying and Protection. – 2011. – № 1. – С. 49–54. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/morfologiya-krony-tsveteniya-i-plodonosheniya-dereviev-kolonovidnyh-sortov-yablони-ukrainskoy-selektsii> (дата обращения: 02.11.2025).
17. Корнилов Б. Б., Долматов Е. А. Оценка эстетических качеств декоративных форм яблони и груши генофонда ФГБНУ ВНИИСПК // Современное садоводство. – 2016. – № 1 (17). – С. 50–57. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-esteticheskikh-kachestv-dekorativnyh-form-yablони-i-grushi-genofonda-fgbnu-vniispk> (дата обращения: 02.11.2025).
18. Корнилов Б. Б., Долматов Е. А. Ритмы прохождения фенологических фаз декоративными формами семечковых культур (яблоня, груша) в условиях Орловской области // Современное садоводство. – 2015. – № 2 (14). – С. 34–40. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/ritmy-prohozhdeniya-fenologicheskikh-faz-dekorativnymi-formami-semechkovykh-kultur-yablonya-grusha-v-usloviyah-orlovskoy-oblasti-1> (дата обращения: 02.11.2025).

19. Папихин Р. В. и др. Изучение функциональной активности пыльцы клоновых подвоев яблони // Сельскохозяйственная биология. – 2019. – Т. 54. – № 5. – С. 984–992. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/izuchenie-funktsionalnoy-aktivnosti-pyltsy-klonovyh-podvov-yabloni> (дата обращения: 03.11.2025).
20. Юрцев В. Н. Руководство к лабораторно-практическим занятиям по цитогенетической и эмбриологической микротехнике. – М.: Изд-во МСХА, 1961. – С. 41–46.
21. Овчинников А. С. и др. Жизнеспособность пыльцы и получение перспективных форм у арбуза // Известия НВ АУК. – 2017. – № 1 (45). – С. 22–29. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zhiznesposobnost-pyltsy-i-poluchenie-perspektivnyh-form-u-arbuza> (дата обращения: 03.11.2025).
22. Лохова А. И., Фещенко Е. М. Качество и биохимический состав плодов груши в условиях южного Урала // Известия ОГАУ. – 2022. – № 5 (97). – С. 106–111. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kachestvo-i-biohimicheskiy-sostav-plodov-grushi-v-usloviyah-yuzhnogo-urala> (дата обращения: 03.11.2025).
23. Хохрякова Л. А., Пугач В. А. Товарные показатели плодов сортов жимолости // Вестник АГАУ. – 2023. – № 4 (222). – С. 34–38. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/товарные-показатели-плодов-сортов-жимолости> (дата обращения: 03.11.2025).
24. Меншутина Т. В., Костенко М. Г. Оценка пригодности возделывания летних сортов яблони по интенсивной технологии в аридной зоне // Вестник КрасГАУ. – 2023. – № 9 (198). – С. 41–48. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otsenka-prigodnosti-vozdelvaniya-letnih-sortov-yabloni-po-intensivnoy-tehnologii-v-aridnoy-zone12> (дата обращения: 03.11.2025).
25. Головин С. Е. Фитосанитарный мониторинг и информационные технологии — важные составляющие при производстве сертифицированного посадочного материала садовых культур // Территория науки. – 2018. – № 4. – С. 13–21. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/fitosanitarnyy-monitoring-i-informatsionnye-tehnologii-vazhnye-sostavlyayushchie-pri-proizvodstve-sertifitsirovannogo-posadochnogo> (дата обращения: 03.11.2025).
26. Комплексная программа по селекции семечковых культур в России на 2001–2020 гг. // Постановление междунар. науч.-метод. конф. «Основные направления и методы селекции семечковых культур». – Орел: ВНИИСПК, 2001. – 31 с.
27. Программа и методика селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е. Н. Седова. – Орел: ВНИИСПК, 1995. – 504 с.

28. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е. Н. Седова, Т. П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
29. Троско Е. С., Гунина Ю. С. Некоторые особенности хранения плодов яблони сортов алтайской селекции // Ползуновский вестник. – 2024. – № 4. – С. 154–160. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/nekotorye-osobennosti-hraneniya-plodov-yablони-sortov-altayskoy-selektсии> (дата обращения: 03.11.2025).
30. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Г. А. Лобанова. – Мичуринск: ВНИИС, 1973. – 495 с.
31. Шибельбейн И. М. Заселение растениеобитающими клещами деревьев яблони в зависимости от сорта и сроков созревания // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2017. – № 1 (25). – С. 138–142. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/zaselenie-rastenieobitayuschimi-kleschami-dereviev-yablони-v-zavisimosti-ot-sorta-i-srokov-sozrevaniya> (дата обращения: 04.11.2025).
32. Братилова Н. П. и др. Сроки созревания и хранения плодов разных сортов яблони в ботаническом саду им. В. М. Крутовского // Вестник КрасГАУ. – 2015. – № 11. – С. 160–165. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sroki-sozrevaniya-i-hraneniya-plodov-raznyh-sortov-yablони-v-botanicheskom-sadu-im-ys-m-krutovskogo> (дата обращения: 04.11.2025).
33. Никитин А. Л., Макаркина М. А. Влияние метеоусловий на лежкость плодов иммунных к парше колонновидных сортов яблони // Техника и технология пищевых производств. – 2019. – Т. 49. – № 4. – С. 605–615. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-meteousloviy-na-lezhkost-plodov-immunnyh-k-parshe-kolonnovidnyh-sortov-yablони> (дата обращения: 04.11.2025).
34. Дементьева М. И., Выгонский М. И. Болезни плодов, овощей и картофеля при хранении. – М.: Агропромиздат, 1988. – 231 с.
35. Садыгов А. Н. Показатели качества и товарности плодов новых селекционных сортов яблони в условиях Куба-Хачмасской зоны Азербайджанской республики // АБУ. – 2015. – № 10 (140). – С. 58–61. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pokazateli-kachestva-i-tovarnosti-plodov-novyh-selektсионnyh-sortov-yablони-v-usloviyah-kuba-hachmasskoy-zony-azerbaydzhanskoy> (дата обращения: 04.11.2025).
36. Садыгов А. Н. Селекция яблони в Азербайджане // Аграрный вестник Северного Кавказа. – 2021. – № 4 (44). – С. 104–112.

URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/selektsiya-yabloni-v-azerbaydzhane> (дата обращения: 04.11.2025).

37. Рябов И. Н. Сортоизучение и первичное сортоиспытание косточковых плодовых культур в Государственном Никитском ботаническом саду // Сортоизучение косточковых плодовых культур на Юге СССР. – М.: Колос, 1969. – С. 5–83.

38. Цикуниб А. Д. и др. Комплексная оценка качества и биологической ценности плодов яблони разных сортов, выращенных в условиях Республики Адыгея // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. – 2023. – Т. 15. – № 6. – С. 118–139. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/kompleksnaya-otsenka-kachestva-i-biologicheskoy-tsennosti-plodov-yabloni-raznyh-sortov-vyraschennyh-v-usloviyah-respubliki-adygeya> (дата обращения: 04.11.2025).

39. Mignard P. et al. Effect of genetics and climate on apple sugars and organic acids profiles // Agronomy. – 2022. – Т. 12. – №. 4. – С. 827.

40. Juhart J. et al. Biochemical and Volatile Compound Variation in Apple (*Malus domestica*) Cultivars According to Fruit Size: Implications for Quality and Breeding // Applied Sciences. – 2025. – Т. 15. – №. 18. – С. 10003.

41. Bejaei M., Stanich K., Cliff M. A. Modelling and classification of apple textural attributes using sensory, instrumental and compositional analyses // Foods. – 2021. – Т. 10. – №. 2. – С. 384.

42. Cova V. et al. High-resolution genetic and physical map of the Rvi1 (Vg) apple scab resistance locus // Molecular breeding. – 2015. – Т. 35. – №. 1. – С. 16.

43. Yan Z. Apple rootstocks // TreeFruit WSU: Washington State University. URL: <https://treefruit.wsu.edu/apple-rootstock-identification/> (дата обращения: 04.11.2025).

44. Manjunatha K. et al. Investigation on torsional forces and angles at the nut and pedicel junction (NPJ) revealed varying cashew apple (hypocarp) and nut separation efficiency at different developmental stages in cashew // Industrial Crops and Products. – 2024. – Т. 222. – С. 119951.

45. Fang P. et al. Effects of aging on labor-intensive crop production from the perspectives of landform and life cycle labor supply: Evidence from Chinese apple growers // Agriculture. – 2023. – Т. 13. – №. 8. – С. 1523.

46. Li S., Chen K., Grierson D. Molecular and hormonal mechanisms regulating fleshy fruit ripening // Cells. – 2021. – Т. 10. – №. 5. – С. 1136.

47. Szalay L. et al. Frost hardiness of apple generative buds during dormancy // Acta agriculturae Slovenica. – 2022. – Т. 118. – №. 4. – С. 1-7.

48. Huang Y. et al. Phenotypic techniques and applications in fruit trees: a review // Plant Methods. – 2020. – Т. 16. – №. 1. – С. 107.

49. Johnson S. et al. PEG seed priming enhances drought tolerance in ginger through physiological and molecular modulation //Journal of Crop Science and Biotechnology. – 2025. – T. 28. – №. 4. – C. 531-550.
50. Choi B. H. et al. Resistance evaluation of G, CG, or m series apple rootstocks to soil-borne diseases (phytophthora root rot, white root rot, and southern blight) and woolly apple aphid //Horticultural Science and Technology. – 2021. – T. 39. – №. 2. – C. 167-174.
51. Reig G. et al. Long-term performance of ‘Delicious’ apple trees grafted on Geneva® rootstocks and trained to four high-density systems under New York State climatic conditions //HortScience. – 2020. – T. 55. – №. 10. – C. 1538-1550.
52. Lawrence B. T. et al. Rootstock effect on horticultural performance and fruit quality is not uniform across five commercial apple cultivars in western New York //Frontiers in Plant Science. – 2025. – T. 16. – C. 1552625.
53. Li X. et al. Integrative physiological, metabolomic, and transcriptomic analysis reveals the drought responses of two apple rootstock cultivars //BMC Plant Biology. – 2024. – T. 24. – №. 1. – C. 219.
54. Chen X. et al. Sequencing of a wild apple (*Malus baccata*) genome unravels the differences between cultivated and wild apple species regarding disease resistance and cold tolerance //G3: Genes, Genomes, Genetics. – 2019. – T. 9. – №. 7. – C. 2051-2060.
55. Reig G. et al. Physiological and agronomical responses of ‘Vairo’ almond and ‘Big Top’ nectarine cultivars grafted onto different prunus rootstocks and grown under semiarid Mediterranean conditions //Agronomy. – 2022. – T. 12. – №. 4. – C. 821.
56. Mendelné Pászti E. et al. Apricot rootstocks with potential in Hungary //Horticulturae. – 2023. – T. 9. – №. 6. – C. 720.
57. Ličina V. et al. Apple growing in Norway—Ecologic factors, current fertilization practices and fruit quality: A case study //Horticulturae. – 2024. – T. 10. – №. 3. – C. 233.
58. Zhang Z. et al. Root architecture characteristics of differing size-controlling rootstocks and the influence on the growth of ‘Red Fuji’ apple trees //Scientia Horticulturae. – 2021. – T. 281. – C. 109959.
59. Wang J. et al. Fruit modeling and application based on 3D imaging technology: a review //Journal of Food Measurement and Characterization. – 2024. – T. 18. – №. 6. – C. 4120-4136.
60. Cornell IBA protocols for vegetative propagation of apple rootstocks. – Ithaca: Cornell University CALS, 2024. URL: <https://cals.cornell.edu/propagation-protocols> (дата обращения: 03.11.2025).

61. XIE B. et al. Response and tolerance of apple rootstocks to low nitrogen stress //Journal of Plant Nutrition and Fertilizers. – 2022. – T. 28. – №. 6. – C. 1092-1103.
62. Pereira-Lorenzo S. et al. Apple (*Malus* spp.) breeding: present and future //Advances in Plant Breeding Strategies: Fruits: Volume 3. – Cham : Springer International Publishing, 2018. – C. 3-29.
63. Li X. et al. Genetic diversity of *Venturia inaequalis* isolates (Apple scab) in China and UK determined by SSR markers //PLOS One. – 2021. – T. 16. – №. 6. – C. e0252865.
64. Miah M. S., Hinson C., Faruq M. Assessing fruit maturity and quality of ‘Buckeye Gala’grown on a diverse panel of apple (*Malus domestica* Borkh.) rootstocks in western Maryland //Agronomy. – 2023. – T. 13. – №. 10. – C. 2528.
65. Wang D. et al. Research progress on cuttings of *Malus* rootstock resources in China //Horticulturae. – 2024. – T. 10. – №. 3. – C. 217.
66. Zhang X. et al. Comparison of morphological, physiological, and related-gene expression responses to saline-alkali stress in eight apple rootstock genotypes //Scientia Horticulturae. – 2022. – T. 306. – C. 111455.
67. Piani M., Bortolotti G., Manfrini L. Apple orchard flower clusters density mapping by unmanned aerial vehicle RGB acquisitions //2021 IEEE International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor). – IEEE, 2021. – C. 92-96.
68. Nieto L. G. et al. Long-term effects of rootstock and tree type on the economic profitability of ‘Gala’, ‘Fuji’ and ‘Honeycrisp’ orchards performance //Scientia Horticulturae. – 2023. – T. 318. – C. 112129.
69. Lakso A. N., Santiago M., Stroock A. D. Monitoring stem water potential with an embedded microtensiometer to inform irrigation scheduling in fruit crops //Horticulturae. – 2022. – T. 8. – №. 12. – C. 1207.
70. Forner-Giner M. Á. et al. Influence of different rootstocks on fruit quality and primary and secondary metabolites content of blood oranges cultivars //Molecules. – 2023. – T. 28. – №. 10. – C. 4176.
71. Sun P. et al. Comparison of leaf morphological, anatomical, and photosynthetic responses to drought stress among eight apple rootstocks //Fruit Research. – 2022. – T. 2. – №. 1. – C. 1-13.
72. Li X. et al. Integrative physiological, metabolomic, and transcriptomic analysis reveals the drought responses of two apple rootstock cultivars //BMC Plant Biology. – 2024. – T. 24. – №. 1. – C. 219.
73. Godfrey C. J. Resistance and susceptibility in interactions between apple and woolly aphid : дис. – Harper Adams University, 2024.

74. Atashkar D. et al. Evaluation of Resistance of Apple Rootstocks to Woolly Apple Aphid (*Eriosoma lanigerum*) under Forced Feeding Conditions // J. Plant Prot. Res. – 2025. – Т. 65. – №. 1. – С. 88–97.
75. Apple Rootstocks: Capabilities and Limitations // University of Minnesota Extension. – 2023. URL: <https://extension.umn.edu/fruit/apple-rootstocks> (дата обращения: 03.11.2025).
76. Latifian M. et al. Host Preference of Woolly Apple Aphid *Eriosoma lanigerum* Toward Selected Apple Rootstock Genotypes // Int. J. Fruit Sci. – 2023. – Т. 23. – №. 1. – С. 112–125.
77. Еремин Г. В., Гасанова Т. А. Оценка устойчивости плодовых культур к зимним оттепелям и возвратным морозам // Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям: Метод. руководство. – Л.: ВИР, 1988. – С. 54–62.
78. Кичина В. В. Методические указания по селекции яблони. – М.: ВСТИСП, 1988. – С. 34.
79. Леонченко В. Г. и др. Предварительный отбор перспективных генотипов плодовых растений на эколого-генетическую устойчивость и биохимическую ценность плодов: Метод. рек. – Мичуринск-наукоград: ВНИИГиСПР, 2007. – С. 72.
80. Методы биохимического исследования растений / под ред. А. И. Ермакова. – Л.: Агропромиздат, 1987. – С. 430.
81. Юшков А. Н., Борzych Н. В. Определение устойчивости исходных форм яблони к абиотическим стрессорам на основе параметров фотосинтетической активности и биохимического состава листьев: Метод. рекомендации. – Мичуринск-наукоград: ВНИИГиСПР, 2015. – С. 32.
82. ГОСТ 8756.13-87 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения сахаров. – М.: Стандартинформ, 2010. – С. 12.
83. СТБ 1982-2009 Винодельческая продукция и винодельческое сырье. Метод определения содержания органических кислот с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии. – Минск: Госстандарт, 2009. – С. 18.
84. ГОСТ 29059-91 Продукты переработки плодов и овощей. Титриметрический метод определения пектиновых веществ. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2002. – С. 7.
85. ГОСТ 32709-2014 Продукция соковая. Методы определения антоцианинов. – М.: Стандартинформ, 2015. – С. 16.
86. ГОСТ 24556-89 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения витамина С. – М.: Стандартинформ, 2010. – С. 14.

87. ГОСТ ISO 762-2013 Продукты переработки фруктов и овощей. Определение содержания минеральных примесей. – М.: Стандартинформ, 2014. – С. 8.
88. ГОСТ Р 50479-93 Продукты переработки плодов и овощей. Метод определения содержания витамина РР. – М.: Изд-во стандартов, 1993. – С. 10.
89. ГОСТ 28562-90 Продукты переработки плодов и овощей. Рефрактометрический метод определения растворимых сухих веществ. – М.: Стандартинформ, 2010. – С. 17.
90. ГОСТ 25555.0-82 Продукты переработки плодов и овощей. Методы определения титруемой кислотности. – М.: Стандартинформ, 2010. – С. 6.