

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования

«Сибирский государственный университет науки и технологий
имени академика М.Ф. Решетнева»

На правах рукописи

ГЕРАСИМОВА ОЛЬГА АЛЕКСАНДРОВНА

**ИЗМЕНЧИВОСТЬ СОРТОВОЙ ЯБЛОНИ ПО БИОМЕТРИЧЕСКИМ
ПОКАЗАТЕЛЯМ МАТЕРИНСКИХ ДЕРЕВЬЕВ И ИХ СЕМЕННОГО
ПОТОМСТВА В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ИМ. ВС.М. КРУТОВСКОГО**

06.03.01 – Лесные культуры, селекция, семеноводство,
06.03.02 – Лесоведение, лесоводство, лесоустройство и лесная таксация

ДИССЕРТАЦИЯ

на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научные руководители:
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Братилова Наталья Петровна
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Моксина Наталья Владимировна

Красноярск – 2021

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ.....	8
1.1 Значение рода яблоня (<i>Malus</i> L.) для сибирского региона	8
1.2 Ранняя диагностика показателей плодоношения.....	18
1.3 Формирование фитомассы плодовых растений.....	22
2 ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	28
3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.....	35
4 ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ЯБЛОНИ.....	43
5 ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ И ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ЛЕТНИХ И ЗИМНИХ СОРТОВ ЯБЛОНИ	63
5.1 Внутривидовая изменчивость формируемых плодов яблони	63
5.2 Изменчивость формирования вегетативных органов у крупноплодных сортов яблони	70
6 ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА РАЗНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ.....	86
6.1 Характеристика семян крупноплодных сортов яблони	86
6.2 Изменчивость полусибов разных сортов яблони из семян 2019 г. сбора	91
6.3 Сравнительный анализ роста и развития полусибов разных сортов яблони из семян 2018 и 2019 гг. сбора.....	119
6.4 Взаимосвязь между вегетативными и генеративными органами яблони	123
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	127
РЕКОМЕНДАЦИИ.....	128
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	129
ПРИЛОЖЕНИЕ	145

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследований. Сортовое разнообразие яблони позволяет в конкретных условиях произрастания отселектировать наиболее продуктивные сорта. Кроме высокого пищевого значения яблоневые сады имеют экологическое, заключающееся в поглощении углекислоты и выделении кислорода, фитонцидов, обладают шумозащитным эффектом и др. Экологическая значимость яблоневых насаждений находится в зависимости от формирования надземной фитомассы, листового аппарата, строения кроны.

Очень важным является отбор высокопродуктивных экземпляров яблони по показателям растений на ранних этапах онтогенеза.

Степень разработанности проблемы. Ботанический сад им. Вс.М. Крутовского, где произрастают яблони разных сортов, создавался в пригородной зоне Красноярска с 1904 г. Научные исследования внутривидовой изменчивости фенологии развития, роста, плодоношения, химического состава и особенностей хранения плодов 39 сортов яблони коллекции Вс.М. Крутовского проводились с 1988 г. сотрудниками кафедры селекции и озеленения СибГУ им. М.Ф. Решетнева, когда сад был передан университету. Результаты работ нашли отражение в трудах Р.Н. Матвеевой, Н.В. Моксиной, М.В. Репях, Н.П. Братиловой, О.Ф. Буторовой, А.Ю. Галкиной, Н.Н. Сапруновой [17, 21, 73, 74, 77, 80 и др.].

Оставались неизученными вопросы влияния периода хранения семян на биометрические показатели сеянцев, формы выращивания яблони на накопление надземной фитомассы и размеры плодов, особенности роста и развития сеянцев в зависимости от условий выращивания материнских деревьев.

Цель исследований заключалась в установлении изменчивости биометрических показателей деревьев яблони крупноплодных сортов и их полусибов в зависимости от сортовой и фенологической принадлежности, условий и формы выращивания.

Задачи исследований:

1. Изучить изменчивость размеров и массы плодов разных сортов яблони.
2. Установить влияние периода хранения семян на биометрические показатели сеянцев.
3. Изучить влияние способа выращивания яблони (стелющаяся и открытая) на фитомассу и крупность плодов материнских деревьев.
4. Установить изменчивость показателей роста и развития полусибов в зависимости от сорта и условий выращивания материнских деревьев.
5. Выделить критерии диагностики крупности и массы плодов на основе существующих зависимостей между показателями полусибов и материнских деревьев яблони.

Научная новизна. Впервые определена вертикально-фракционная структура надземной фитомассы для яблони, выращиваемой в стланцевой форме в условиях Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского. Выявлено влияние сортовой и формовой принадлежности, условий роста материнских деревьев на рост и развитие полусибов яблони. Определена связь показателей фитомассы деревьев и их семенного потомства с показателями плодов.

Теоретическая и практическая значимость работы. Установлено проявление сортовой изменчивости материнских деревьев яблони, выращиваемых в открытой и стланцевой формах, и их полусибов. Выявлены особенности формирования надземной фитомассы яблони при выращивании в стланцевой форме. Подобраны зависимости между показателями сеянцев и материнских деревьев, что может быть использовано при ранней диагностике крупности и массы плодов. Результаты исследований вошли в базу данных «Динамика и плодоношение яблони в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского за 2011-2019 гг.».

Полученные данные формирования листовой поверхности и надземной фитомассы деревьев яблони и их семенного потомства могут являться основой для расчетов экологических показателей.

Методология и методы исследования. В работе были использованы полевые и лабораторные методы. Исследования проводили по общепринятым методикам, отраженным в «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [90].

Математическая обработка результатов была проведена с использованием статистических пакетов программы Microsoft Excel. Регрессионный анализ – в программе Curve Expert 1.3.

Положения, выносимые на защиту:

1. Форма выращивания деревьев (стланцевая, открытая) оказывает влияние на сортиментную структуру надземной фитомассы яблони.
2. Установлено влияние периода хранения семян на биометрические показатели сеянцев.
3. Показатели роста и формирования фитомассы полусибов яблони зависят от сорта, фенологической формы (летние и зимние) и условий выращивания материнских деревьев (верхняя и нижняя террасы).
4. Элементами ранней диагностики повышенной крупности и массы яблок являются показатели листовых пластинок сеянцев.

Степень достоверности и апробации результатов. Достоверность результатов подтверждается большим объемом экспериментального материала, полученных за шестилетний период наблюдений на верхней и нижней террасах Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского.

Были проведены исследования сортиментной структуры фитомассы кроны модельных деревьев, представленных 39 сортами яблони, выращиваемых в стланцевой форме, и 8 сортами яблони, произрастающих в открытой форме. Дополнительно были исследованы показатели 5590 листьев, 430 однолетних побегов, 2050 плодов. Выращено 1788 сеянцев, 387 из которых использовано для определения фитомассы.

Результаты исследований были апробированы на Международных научных и научно-практических конференциях «Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений» (Красноярск, 2014-2021), «Пути повышения

эффективности садоводства» (Ялта, 2017), «Биотехнология, генетика, селекция в лесном и сельском хозяйстве, мониторинг экосистем» (Воронеж, 2017), «Леса России: политика промышленность, наука образование» (Санкт-Петербург, 2018), «Экология Южной Сибири и сопредельных территорий» (Абакан, 2019), «Молодежь. Общество. Современная наука, техника и инновации» (Красноярск, 2018, 2019), «Актуальные проблемы современного лесоводства» (Симферополь, 2020), «Агробизнес, экологический инжиниринг и биотехнологии» (Красноярск, 2019-2020), «Ботанические сады в современном мире: наука, образование, менеджмент» (Санкт-Петербург, 2021) и Всероссийских научно-практических конференциях «Молодые ученые в решении актуальных проблем науки» (Красноярск, 2016), «Экологическое образование и природопользование в инновационном развитии региона» (Красноярск, 2016), «Актуальные вопросы биологии, географии, химии, безопасности жизнедеятельности и методики их преподавания» (Ишим, 2020), «Научные основы устойчивого управления лесами» (Москва, 2020), «Лесной и химический комплексы – проблемы и решения» (Красноярск, 2020).

Полевые материалы вошли в проект «Формирование и структура фитомассы разных сортов яблони в стелющейся и открытой формах на базе Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского» (Конкурс на лучшие проекты фундаментальных научных исследований, выполняемые молодыми учеными, обучающимися в аспирантуре РФФИ, 2019-2022 гг.).

Личный вклад. Автором лично осуществлены сбор полевого материала и лабораторные исследования модельных образцов, проведены опытные посевы яблони. Автор является непосредственным участником математической обработки и анализа материалов исследования, формулировки выводов, заключения и составления рекомендаций.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, заключения и приложения. Текстовая часть содержит 36 таблиц, 46 рисунков. Список литературы включает 148 наименований, в том числе 18 источников на иностранных языках. Диссертация изложена на 164 страницах.

Публикации. По теме диссертации имеется 27 научных работ, в том числе 3 в рецензируемых журналах (по списку ВАК), две статьи проиндексированы в базах Web of Science и Scopus, еще одна – в Scopus. Получено свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2020620175 от 30.01.2020.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

1.1 Значение рода яблоня (*Malus L.*) для сибирского региона

Яблоня считается ведущей плодовой культурой в странах умеренного климата [110]. Исторически яблоневого сады способствовали окультуриванию ландшафта, развитию экономики, формированию вкусовых предпочтений в пище и напитках, оказывали влияние на мифологию, религию, искусство [111, 139].

Во многих странах мира яблони разводят на плантациях и в частных садах, широко используют в озеленении [123]. Объем мирового производства яблок составляет более 86 млн. тонн в год, 62 % которого приходится на азиатские страны, около 23 % – на европейские. Площадь, занимаемая под яблоневыми садами, - около 5 млн. га.

В настоящее время описано тысячи сортов яблони (по одним литературным данным – 10 тыс., по другим – около 20 тыс.) [54].

В России данная плодовая культура – одна из самых распространенных. Благодаря огромному внутривидовому разнообразию яблоня может выращиваться в различных регионах страны. Однако, основными для промышленного возделывания яблони в настоящее время являются Центральный, Центрально-Черноземный, Северо-Кавказский, Средневолжский и Нижневолжский регионы [40].

Выведение зимостойких и скороплодных сортов было начато с привлечением в селекционный процесс сибирской яблонной. Впервые этот вид описан К. Линнеем в 1767 г. по гербарному экземпляру из Забайкалья под названием *Pyrus baccata*. Приоритетным названием вида остается *Malus baccata* (L.) Borkh. [102].

Первые опыты по созданию яблоневых садов в Сибири были предприняты в IX веке. В настоящее время промышленное использование плодов яблони распространилось с западной части России до Урала и Западной Сибири [51, 68].

После ряда неудачных попыток акклиматизации южных и среднерусских сортов яблони сибирские садоводы перешли к выведению местных сортов [106]. Так, сотрудники Красноярской опытной станции плодоводства вывели более 40 сортов яблони (Аврора, Алхас, Желтое Наливное, Лалетино, Саянское, Полярное и др.).

По мнению Вс.М. Крутовского, плодовые растения в суровых климатических условиях погибают скорее не из-за сильных морозов, а вследствие резких перепадов температур, разрушающих растительные клетки. Для защиты теплолюбивых европейских сортов яблони от вымерзания, ученый предложил формировать стелющуюся форму кроны в виде двуплечего кордона, получившую название «красноярский стланец». Деревья такой формы не подмерзали и давали высокий урожай до 300 кг с дерева [58].

Яблони в сибирских садах представлены ранетками, полукультурными и реже крупноплодными сортами. По данным, приведенным в работе А. Журавлевой, средняя урожайность яблок в условиях Сибири не превышает 1,5-2 тонны с гектара площади, несмотря на высокую потенциальную урожайность (20-25 т/га) [43].

К сортам яблони, произрастающей в суровых условиях Сибири, предъявляется ряд требований: высокая зимостойкость, сдержанный рост, скороплодность, регулярное и обильное плодоношение, высокая витаминность плодов. Наиболее эффективно использовать в качестве исходных форм яблони различного генетического происхождения в селекции на скороплодность, обладающих коротким периодом вегетации [75].

Основная адаптивная селекция культуры направлена на создание зимостойких, устойчивых к болезням и вредителям, высокоурожайных сортов с повышенным качеством и лёжкостью плодов, ежегодной продуктивностью [67, 21, 68].

Зимостойкость складывается из четырёх компонентов: устойчивость к раннезимним морозам, максимальная морозостойкость в середине зимы, устойчивость во время оттепели и возвратным морозам [83, 102, 104].

А.В. Рудиковский считает, что «работы физиологов, генетиков и селекционеров второй половины XX века привели к значительному обогащению и расширению знаний о зимостойкости и морозостойкости плодовых растений. Накоплен большой фактический материал, касающийся различных методов повышения зимостойкости плодовых деревьев» [102].

Отрицательное влияние низких температур в зимний период является проблемой не только для Сибирских регионов России, но и для других северных стран. Так, в Канаде было массовое вымерзание фруктовых садов в 1993-1994 гг. [102]. Полученные результаты исследований за поврежденными деревьями позволили канадским ученым сделать ряд выводов. По их мнению, летние и более ранние сорта яблони являются более устойчивыми к низким температурам, даже если их зимостойкость меньше по сравнению с зимними сортами, так как раннее плодоношение позволяет им раньше вступать в стадию покоя. Деревья, которые посажены на песчаных и гравийных почвах, или почвах с большим содержанием этих компонентов были более чувствительны к действию мороза [134]. Однако, непродолжительная лёжка летних сортов наряду с недостаточно высокими товарными качествами их плодов обуславливают недостаточный спрос у населения.

По мнению М.А. Раченко и др., проявление зимостойкости зависит не только от сортовых особенностей, но и от условий произрастания, подвоя, возраста дерева, нагрузки урожая в предшествующем году. Действие неблагоприятных факторов внешней среды оказывает большое влияние на проявление генетически обусловленной зимостойкости [98, 99].

Ю.М. Батуевой приведены данные по зимостойкости сортов яблони селекции Бурятии. Самым распространенным видом повреждений яблони в Бурятии являются зимние солнечные ожоги коры штамба, ствола и ветвей. В наиболее суровые зимы у яблони подмерзает однолетняя и многолетняя древесина, происходит физиологическое иссушение кроны, появляются морозобоины. Генеративные почки бурятских сортов яблони обладают высокой

морозостойкостью и регенеративной способностью, что обеспечивает их ежегодное плодоношение [12].

З.Е. Ожерельевой и Е.Н. Седовым выявлено, что в начале зимы сорта проявляют высокую морозоустойчивость вегетативных почек и тканей, благодаря своевременной закалке. В середине зимы сильнее повреждаются от критических морозов почки и древесина, кора при этом более устойчива у большинства сортов. В период оттепели сильнее страдают от мороза вегетативные почки из-за начала ростовых процессов, основные ткани при этом сохраняют морозоустойчивость [82].

А.В. Рудиковский приводит данные о повышенной зимостойкости сортов Коричное полосатое, Грушовка московская, Антоновка обыкновенная и др., которые способны переносить температуру $-39-40^{\circ}\text{C}$ без значительных повреждений [102]. По мнению Н.И. Савельева, биологическим пределом устойчивости ксилемы у сортов яблони домашней считается температура $-42-43^{\circ}\text{C}$.

В период оттепелей, когда максимальная зимостойкость сорта снижается, устойчивость сортов определяется их генетическими особенностями. Так, у сорта Мелба в период оттепелей исходная устойчивость снижается с -36 до -22°C , а у Антоновки обыкновенной с -40 до -24°C [105].

Больших успехов в выведении зимостойких сортов для Сибири достигли в НИИСС им. М.А. Лисавенко, г. Барнаул [102]. На Урале выведены стланцевые низкорослые гибридные формы яблони (на основе плакучего немецкого сорта Элиза Ратке). Из уральских сортов перспективным для условий Красноярска, по результатам исследований И.А. Веткаса, оказался сорт Уральское наливное. Деревья этого сорта могут подмерзать с потерей полускелетных и обрастающих побегов, но на второй-третий год восстанавливают крону и начинают плодоносить [25].

Считается, что места сочленения ветвей со штамбом сильнее поражаются при остром угле отхождения от ствола, так как данные участки вступают в фазу покоя позже, чем ткани средней части боковых побегов. Поток питательных

веществ на таких участках снижается из-за плохого срастания проводящих сосудов флоэмы в месте разветвления. Древесина и кора растений в таких остроугольных сочленениях позднее вступают в фазу покоя и, как следствие, отличаются меньшей морозостойкостью. Для повышения зимостойкости плодовых деревьев их следует формировать без острых углов отхождения ветвей от ствола, что можно достичь с помощью удаления таких ветвей или изменением острых углов с помощью растяжек [55, 125].

Сорта яблони народной селекции, многие из которых (Антоновка обыкновенная, Грушовка московская, Коричное полосатое и другие) просуществовали десятилетия, как правило, обладают высокой адаптивностью к условиям произрастания. Многие из них характеризуются высокой зимостойкостью, скороплодностью, урожайностью, устойчивостью к болезням, плодами высоких товарных и потребительских качеств. Некоторые (Бабушкино, Папировка, Титовка) дают плоды с высоким содержанием питательных и биологически активных веществ. При участии сортов народной селекции в качестве родительских форм получены более 300 сортов нового поколения [112].

Яблоко – важный источник фитонутриентов, обладающих биологической активностью. Продукты питания на основе яблок проявляют высокую антиоксидантную активность, во многом благодаря полифенолам. Во многих публикациях отмечена взаимосвязь потребления яблок с повышением эффективности лечения сердечно-сосудистых заболеваний, снижением образования раковых клеток и симптомов аллергии и других заболеваний [34].

Одной из актуальных проблем плодоводства является получение высокоустойчивых урожаев с хорошим качеством плодов, высокой сохраняемостью, которые соответствуют санитарно-гигиеническим нормам Российской Федерации [4].

Наряду с высокой продуктивностью, сорта яблони должны отвечать высоким стандартам по качеству плодов. Хозяйственная ценность яблок различных сортов характеризуется размером, вкусом, внешним видом плодов, их

товарностью, биологически обусловленной лежкостью, а также пригодностью на различные виды переработки [89].

В условиях рыночных отношений большое значение приобретают вкусовые (сахаристость, нетерпкость, умеренная кислотность), товарные (размер и привлекательная окраска) и биохимические компоненты качества урожая [69].

Свежие плоды – важнейшие источники биологически активных веществ, поэтому их потребление должно быть равномерным в течение года. На сегодняшний день потребность в этих продуктах удовлетворяется лишь наполовину и носит сезонный характер. На яблоки приходится наибольшая доля потребления свежих фруктов и благодаря такому свойству, как лежкость, сохраняется возможность их круглогодичного потребления в свежем виде [69]. Поэтому особое внимание должно быть уделено зимним сортам яблони, плоды которых могут сохраняться до нового урожая [4].

Основными факторами, влияющими на зрелость плодов, являются метеорологические условия вегетационного периода. Наступление съемной зрелости в производственных условиях определяют по комплексу внешних признаков. Основные из них: посветление основной окраски кожицы и достаточное развитие, характерность покровной окраски, побурение семян, уменьшение твердости ткани. Сроки съема устанавливаются конкретно для каждого сезона и сорта с учетом метеорологических условий года. Так, при влажном вегетационном периоде созревание плодов затягивается, следовательно, их надо убирать в более поздние сроки, чем во время жаркой и сухой погоды [62].

В процессе селекции выявлено, что длительная лежкость плодов у яблони – рецессивный признак [113].

В исследованиях Е.Н. Седова и др. отмечено, что отечественные сорта в среднем достоверно уступают иностранным по содержанию в плодах растворимых сухих веществ и сахаров, существенно не различаются по содержанию аскорбиновой кислоты, но достоверно превосходят зарубежные по среднему содержанию Р-активных веществ [114].

Химический состав плодов любых культур, кроме сортовых особенностей, в значительной степени зависит, как от метеорологических условий вегетационного периода, так и от зоны их произрастания, то есть подвержен географической изменчивости [5]. При этом наблюдается определенная закономерность: содержание аскорбиновой и органических кислот с юга на север и с востока на запад увеличивается, а растворимых сухих веществ и сахаров, наоборот, уменьшается [70]. Также имеет значение рельеф местности [18].

Прослеживается сильная изменчивость по содержанию экстрактивных веществ в плодах яблонь коллекции Вс.М. Крутовского. Выявлено варьирование сахаров, витамина С, полифенолов, процента кислотности у 13 сортов. Содержание витамина С у некоторых сортов в саду Крутовского выше, чем у тех же сортов в европейской части страны. Выявлены различия между летними и зимними сортами [76].

И.А. Самылина подчеркивала выгодное отличие сибирских яблок от европейских сортов вследствие содержания в них высокого уровня биологически активных веществ, важных для здоровья человека [107].

По мнению В.В. Хроменко и В.Ф. Воробьева для регулярного плодоношения необходимо поддерживать в кроне баланс кольчаток с ростовыми и плодоносящими почками, который образуется при укорачивании 5-7-летних плодоносящих веток и заменой их на 3-4-летние, с образованием звеньев из веток с плодовыми и ростовыми кольчатками [127].

Выявлено, что обеспечение ассимилятами розетки листьев плодоносящей кольчатки развивающихся репродуктивных органов постоянно находится в дефиците. В период интенсивного роста плода оно составляет не более 20 %, а при развитии двух и более плодов в одной розетке менее 10 %. Для обеспечения максимального развития плода требуется пятикратное превышение площади листьев розетки плодоносящей кольчатки, которое осуществляется за счет листьев побегов и неплодоносящих кольчаток [126].

Основа современного садоводства – новые элементы технологии возделывания плодовых насаждений, в том числе яблони. Важное место при

оценке биологических особенностей сортов плодовых культур отводится изучению морфологии вегетативных органов растений, что позволяет оценить их структурно-функциональные различия и особенности, а также определить адаптивность и экологическую пластичность сортов [72]. В течение своей жизни плодовое дерево проходит определенные этапы развития. Развиваясь от семени, дерево растет, затем вступает в плодоношение и постепенно отмирает. Требования дерева к условиям внешней среды изменяются с возрастом. Зная биологию плодового дерева и воздействуя на него в необходимом направлении можно получать ежегодно высокие урожаи и продлить продуктивную жизнь дерева [52].

Ф.Д. Лихонос выделяет три основных периода в развитии яблони: усиленного роста и развития вегетативных частей, заканчивается постепенным переходом к плодоношению; полного плодоношения; затухания плодоношения, массового отмирания основных ветвей и образования волчков [64].

П.Г. Шитт установил три следующих основных возрастных этапа (периода) жизни плодового дерева: рост, плодоношение и усыхание. Позднее он предложил делить жизнь плодового дерева не на 3, а на 9 периодов: роста вегетативных частей дерева; роста и плодоношения; плодоношения и роста; плодоношения; плодоношения и усыхания; усыхания, плодоношения и роста; усыхания, роста и плодоношения; усыхания и роста; роста [52].

Методами аналитической селекции (получение сеянцев от свободного опыления) можно отобрать адаптированные к объектам озеленения зимостойкие декоративные таксоны яблони с яркими фенотипическими признаками. Для получения адаптированных таксонов яблони необходим посев семян особей с яркими фенотипическими признаками и получение сеянцев от свободного опыления [53].

Согласно требованиям, предъявляемым к качеству семян [1, 2] яблони культурных сортов, их чистота должна составлять 90 %, жизнеспособность в зависимости от класса качества семян от 65 до 90 %. Семена должны иметь цвет и блеск, свойственный семенам данного вида, и быть без плесени и постороннего

запаха. В семенах не допускается наличие карантинных сорняков (семян и плодов), вредителей и болезней в соответствии с перечнем, утвержденным в установленном порядке.

Существует три метода оценки жизнеспособности семян: органолептический, химический и ускоренного проращивания. Органолептическая оценка основана на внешних признаках семян. Этот метод применяют при предварительной оценке. Семена должны быть хорошо выполненными, зрелыми, нетравмированными, неповреждёнными вредителями и не заражёнными грибной или иной инфекцией все эти свойства лишь частично могут быть диагностированы по внешнему виду. В основном же качественные показатели семян обусловлены состоянием внутренней структуры.

При химических методах определения жизнеспособности зародыши нестратифицированных семян окрашивают 0,05-процентным водным раствором индигокармина.

Более совершенным является тетразоловый способ окрашивания, который позволяет получить показатели жизнеспособности семян, близкие к их всхожести в лабораторных условиях.

Существует еще рентгеноскопический анализ, который позволяет при определении качества семян яблони выявить скрытые дефекты без разрушения семян. Так, у сортов Антоновка обыкновенная и Ладога выявлены невыполненность эндосперма – 2 %, отслоение оболочки семян – 2 %, травмированность – 1 % и 2 % – загнивание семян. Число полноценных семян (по микрофокусной рентгенографии) и нормальных ростков (по результатам лабораторного проращивания) составили 92 и 93 % соответственно [13].

Практика показывает, что за счет повышения качества высеваемых семян можно повысить продуктивность получаемых из них сеянцев на 20 %. Высококачественные семена обладают высокой энергией прорастания, всхожестью, силой роста и продуктивностью растений, из них выросших. К дефектным семенам относят семена недоразвитые (щуплые, мелкие); проросшие, раздавленные, разрезанные и голые; поврежденные вредителями, загнившие.

Выход семян зависит во многом от видовой принадлежности плодов. Выход семян принято выражать в процентах массы перерабатываемых плодов. Так, для яблони лесной выход семян составляет 0,8-1,0 %, яблони китайки (сливолистной) – 0,6-1,0 %, яблони китайки (крупноплодной) – 0,4-0,7 %, яблони сибирской – 2,5-5,0 %, яблони культурной – 0,2-0,6 % [92].

Такой биологический показатель, как способность к размножению – ведущий критерий устойчивости растений в новых для них агроклиматических условиях [81]. Исследователи интродукции растений в Сибири считают устойчивыми растения, которые успешно размножаются искусственным путем и проходят все фазы развития, но самостоятельно не возобновляются (не образуют самосева) [120, 130].

Так, изучение семенной продуктивности сортов яблони и груши в Жезказганском ботаническом саду показало, что процент полноценных семян на один плод у сортов яблони выше, чем у сортов груши. В среднем у груши он составляет 76 %, а у яблони 86 %. Количество семечек в одном плоде сортов яблони колеблется от 5 до 11 шт. У 20 % сортов яблони все семена по внешнему виду являются полноценными. Среднее количество семян в яблоке у сорта Антоновка составило 10 шт., при этом процент полных семян – 100 %. Средний вес одного семени – 40,3 мг. У сорта Аркад эти показатели составили 6-7 шт., 89 % и 37,4 мг соответственно. Наиболее низкая степень завязывания полноценных семян оказалась у орловских сортов яблони [6].

Результаты по выходу и массе нормально развитых семян в различных комбинациях скрещивания как данные предварительной селекции, помогают подобрать исходные формы по селективируемым признакам (адаптивность, скороплодность, продуктивность, товарные и потребительские качества плодов) и дают возможность в короткий период создать необходимый по объему гибридный фонд. Поэтому при подборе исходных форм в селекции яблони необходимо обращать внимание не только на их хозяйственно ценные качества, но и на выход гибридных семян и их массу, что в значительной степени интенсифицировать селекционный процесс [116].

1.2 Ранняя диагностика показателей плодоношения

Для садоводов чрезвычайно важно уметь выбирать сорта яблони для возделывания по конкретной системе садоводства с учетом имеющегося у этих сортов генетического потенциала, который и обуславливает нужные хозяйственные свойства, а значит и хозяйственно-экономические результаты [65].

Проблема ускорения селекционного процесса работе с плодово-ягодными культурами в настоящее время очень актуальна. На основании корреляции, зная параметры одних признаков растений, можно прогнозировать степень проявления других [42].

Метод коррелятивной зависимости между продуктивностью плодовых деревьев и показателями вегетативного роста применяется в плодоводстве давно. Большой интерес представляет изучение корреляций между урожайностью и такими основными параметрами плодовых деревьев как площадь поперечного сечения штамба, ширина и высота кроны, ее облиственность, то есть с теми показателями, которые характеризуют силу развития плодового дерева [61].

А. Журавлева считает, что выявленные корреляционные плеяды систем растительного организма (лист, плод, хозяйственно-ценные признаки) могут быть использованы селекционерами при отборе на ранних этапах онтогенеза плодовых растений [42].

Морфологические признаки в большом количестве случаев связаны с хозяйственно-ценными признаками растений. В ряде исследований выявлены положительные зависимости между величиной листовой пластины яблони и размерами плодов [43, 49, 79, 86].

В работах Р.А. Прибавкиной, С.И. Исаева отмечается положительная корреляция между показателями трехлетних сеянцев яблони (толщина побега) и весом плода [49, 88].

Е.Н. Седов считает, что величина листьев однолетних сеянцев яблони связана со вкусом плодов взрослых растений. В частности, сеянцы с листьями с

длинным черешком дают плоды худшего качества в сравнении с сеянцами, имеющие листья с коротким черешком [115].

Выявлена тесная связь между шириной листа и массой плода [140].

Определена существенная взаимосвязь между показателями длины окружности штамба, суммарной площадью поперечного сечения ветвей первого порядка, вертикальной и горизонтальной проекции кроны с многолетней урожайностью деревьев яблони [118].

По мнению ряда исследователей существует высокая взаимосвязь между размерами листа и плода, что объясняется единством происхождения, морфогенеза плода и листа [49, 66].

Отмечены тесные положительные связи между урожайностью и диаметром штамбов плодовых растений, скороспелостью плодов и сроками прохождения фенофаз, морфологическими признаками плодов [117].

Рост и развитие плодовых растений происходят с соблюдением генетических и физиологических корреляций, которые приводят к возникновению определенных морфологических взаимозависимостей. Величина коэффициентов корреляции зависит от возраста насаждений, урожайности деревьев в годы учета, от особенностей сорта и подвоя [61].

Т.Н. Дорошенко и Ю.С. Пospelовой предложен способ ранней диагностики потенциальной продуктивности сортоподвойных комбинаций плодовых культур. Способ основан на том, что при выращивании привитого посадочного материала для посадки отбирают только те растения, у которых в контролируемых условиях в период интенсивного роста содержание свободной аминокислоты (пролина) в листьях не превышает 20-25 мг/% на сухое вещество. У потенциально низкопродуктивных прививочных комбинаций яблони содержание пролина существенно выше, чем у высокопродуктивных. Увеличение содержания этой аминокислоты у однолетних привитых растений в данном случае связано с нарушением в азотном обмене [37].

И.А. Драгавцева и др. для прогнозирования урожайности *Malus domestica* Borkh. исследовала возможность математического моделирования

закономерностей влияния привоя и подвоя плодового дерева на формирование количественных признаков привитого растения. Было доказано влияние условий года, генотипа сорта (привоя), генотипа подвоя и их взаимодействия во всех сочетаниях на урожайность привойно-подвойных комбинаций. Установлено, что наибольший эффект имеют условия года (37 % от общей дисперсии). Проявление силы влияния сорта привоя на урожайность характеризуется периодичностью с выраженными интервалами в несколько лет. Доли влияния подвоя и совокупного влияния сорта и подвоя примерно равнозначны [39].

Л.Б. Переясловой был предложен способ определения потенциальной урожайности плодовых растений, включающий подсчет общего количества побегов, числа элементов продуктивности и последующее прогнозирование урожайности [85].

А.В. Журавлевой и П.В. Сологаловым изложены результаты изучения степени корреляции морфологических и хозяйственно ценных признаков 16 районированных и перспективных сортов яблони полукультурной, созданных в исследовательских учреждениях Урала и Сибири, в условиях южной лесостепной зоны Омской области. Определение комплекса взаимосвязей морфологических признаков листьев сортов полукультурной яблони показало наличие сильной корреляции между основными морфологическими признаками (длина, ширина и площадь листовой пластинки). В системе «лист – плод» наиболее тесные положительные связи средней степени установлены между массой плода и площадью листа, а также между массой плода и шириной листа. Положительная корреляция наблюдалась между вкусовыми качествами плода и площадью, а также шириной листа [42].

При рассмотрении плеяды «крона – урожайность» А.В. Журавлевой и др. установлена тесная взаимосвязь между фактической урожайностью и диаметром штамба ($r=0,618$); высотой дерева и массой плода ($r=0,635$); диаметром штамба и биологической урожайностью ($r=0,519$). Средняя по силе связь отмечена между фактической урожайностью и высотой дерева, объемом кроны, проекцией кроны ($r=0,300$, $0,327$ и $0,322$ соответственно) [42].

Л.В. Григорьевой и И.Ю. Подковыровым выявлено что, биохимические показатели древесины находятся в тесной связи с показателями урожайности. Установлено, что чем больше накапливалось белков в многолетней древесине, тем больше плодовых образований под урожай следующего года было сформировано на деревьях яблони [31, 32].

Д.М. Плотниковой и др. была выявлена зависимость между показателями площади листа и массой плода, высотой плода и длиной листа у деревьев яблони сорта Аркад стаканчатый, шириной листа и диаметром плода у сорта Нобилис, произрастающих в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского в Красноярске [87].

А.Н. Чаплюцким и А.В. Мельник выявлено, что при раннелетней обрезке площадь листовой пластинки и листовой поверхности деревьев яблони на 6 % больше. Способ обрезки существенно влияет на площадь листовой поверхности (влияние фактора 74 %), облиственность деревьев (57) и толщину листовой пластинки (46), а срок обрезки – на площадь листовой пластинки (12 %) [128].

Л.В. Григорьевой и А.Ю. Чупрыниным установлены высокие корреляционные зависимости между накоплением общей биомассы, площадью листьев и массой корневой системы растений. Отмечена высокая корреляционная зависимость между суммарной ЧПФ и площадью листьев у изучаемых сорто-подвойных комбинаций ($r = 0,7-0,9$) [30].

С.М. Васильевым и др. разработана методика, позволяющая с высокой долей вероятности прогнозировать основные морфометрические параметры корневых систем деревьев яблони в возрасте от 9 до 22 лет, произраставших на равнинных и пологосклонных ландшафтах с черноземами и темно-каштановыми почвами в степной природно-климатической зоне Ростовской области [23, 129].

По мнению Z. Migicovsky и др. форма и размер листьев могут служить ранними маркерами для других признаков яблони [137].

Н.Г. Красова и др. выявили зависимость закладки цветковых почек от величины листовой поверхности. Так, на кольчатках с достаточной листовой поверхностью одновременно с плодоношением закладывалась цветковая почка при наличии 8-11 листьев при общей листовой поверхности не менее 118-158 см²

в зависимости от слаборослого вставочного подвоя. При общей площади листьев на кольчатке менее 40-60 см² даже неплодоносящие кольчатки не закладывали цветковые почки [57].

Ранняя диагностика различных характеристик многолетнего растения, по мнению Т.Н. Дорошенко, представляет практический интерес не только для ученых-селекционеров, но и для практиков [38].

По мнению ряда исследователей, ускорение роста сеянцев яблони способствует их более раннему вступлению в пору плодоношения [115, 146, 141].

Выявленные зависимости между показателями вегетативного роста и генеративного развития позволяют ускорить селекционный процесс по отбору перспективных сортов яблони. Взаимосвязь между площадью листа и размером плода отмечал Е.Н. Седов [115], между площадью и толщиной листьев с массой плодов – И.К. Фомина [124], размером семядолей и размерами плодов – Г.В. Кондратьева [56].

А.Д. Виновец [26] отмечал, что толстые побеги сеянцев могут сигнализировать о более раннем сроке созревания плодов.

Несмотря на предпринятые учеными попытки разработать единые критерии ранней диагностики повышенной урожайности яблоневых деревьев, показатели взаимозависимости между вегетативным ростом и плодоношением основных сортов яблони изучены еще недостаточно [61].

1.3 Формирование фитомассы плодовых растений

Исследованиям структуры и закономерностей формирования фитомассы растений уделяется большое внимание мирового научного сообщества в настоящее время, приобретая все большую актуальность [9, 142, 143].

Существует достаточно много данных о структуре надземной фитомассы деревьев, произрастающих в естественных насаждениях. Однако до настоящего времени остается слабо изученным вопрос о строении и характеристиках фитомассы деревьев и крупных кустарников в урбо- и агроэкосистемах [3, 27, 45].

Определение структуры фитомассы яблони с учетом ее вертикально-фракционного распределения дает возможность оптимизировать конструкцию плодовых насаждений [46].

По данным В.К. Танасьева, насаждения яблони за вегетационный период могут накапливать от 9,1 до 45 т/га биомассы в сухом состоянии [119].

М.Н. Барбарош определил, что общее количество и структура фитомассы яблони зависит от сортовой принадлежности и возраста деревьев [11].

В урбосреде, по мнению Л.И. Аткиной, М.В. Игнатовой, большее значение уделяется массе кроны растений, так как именно крона обладает наиболее декоративными и экологически значимыми свойствами. Наибольшая нагрузка по задержке твердых аэрозольных осадков приходится на массу листьев растений. Существенное значение имеет изучение соотношения массы фракций надземной фитомассы, в частности выявление ее вертикального строения. В процессе формирования и роста насаждений происходит изменение в соотношении стволовой и кроновой массы, а также массы ветвей и листвы [7].

М.В. Игнатовой при изучении особенностей формирования надземной фитомассы яблони ягодной в условиях г. Екатеринбурга установлено, что накопление и изменение в соотношении кроновой и стволовой массы начинается с достижения деревьями диаметра ствола 4 см. В среднем, соотношение в кронах яблони ягодной составляет 60 % ветвей и 40 % листьев. Максимальная масса ствола сосредоточена в нижней части дерева [48].

Е.В. Лисотовой и др. в процессе изучения биомассы фотосинтезирующего аппарата яблони сибирской в разных районах г. Красноярска выявлено, что место произрастания оказывает существенное влияние на показатели годичных побегов [63].

Л.В. Григорьевой, А.Ю. Чупрыниным выявлено, что развитие и накопление биомассы подвоев яблони в большой степени обусловлено погодными условиями [33].

Наиболее важной характеристикой структуры кроны, по мнению Н.В. Борzych, является распределение однолетних приростов по их длине, т. е.

соотношение между однолетними приростами разной длины. Начиная уже со второго года жизни, именно однолетние приросты являются основой, на которой формируется крона дерева со всеми характерными для его генотипа признаками, поэтому характер статистического распределения однолетних приростов по их длине имеет определяющее значение для формирования кроны. Однолетние приросты вместе с образующимися на них побегами являются наиболее активной в физиологическом отношении частью кроны, играющей важнейшую роль во всех жизненных процессах дерева. Важно отметить, что от соотношения приростов разной длины сильно зависят урожайность и регулярность плодоношения деревьев [15].

Лист является основным органом растения, в котором синтезируются органические вещества, необходимые для роста, развития и плодоношения дерева. У молодых деревьев листья развиваются в основном на ростовых побегах; у плодоносящих листья располагаются на побегах и плодовых образованиях. В начале вегетации листья развиваются на плодушках, причём очень быстро, достигая максимума к концу цветения. На побегах листовой полог увеличивается по мере их роста, который продолжается более длительный период, иногда до середины лета [57].

Все процессы жизнедеятельности растения связаны с фотосинтетической активностью листьев. Интенсивность накопления сухого вещества непосредственно зависит от чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ), которую определяют, как накопление сухой биомассы единицей площади листа за единицу времени [29, 30, 41].

Количество листьев на главной оси коррелирует с величиной фотосинтезирующей поверхности и определяет продуктивность объема кроны дерева [72].

В.А. Потапов и др. считают, что общая облиственность плодовых деревьев яблони значительно не влияет на урожайность, более того, здесь проявляется конкуренция между ростом и развитием – имеется незначительная отрицательная корреляция между облиственностью и урожайностью [93].

М.А. Кушнарев выявлял резервы повышения продуктивности яблони в Сибири и пришел к выводу, что на урожайность изучаемых сортов прямым действием влияет площадь листовой поверхности [60].

М.Ю. Рудь определил закономерности в накоплении фитомассы яблони в зависимости от сорта и типа формирования кроны деревьев. По его данным, в структуре фитомассы яблони преобладают древесина и плоды. Из общего количества надземной фитомассы отчуждается от 48,2 до 49,5 % массы при обрезке и сборе урожая плодов. М.Ю. Рудь было отмечено, что при использовании типов формирования кроны «бибаум» и «солак» общая фитомасса увеличивается на 2,0-13,0 т/га, хозяйственная - на 8,5-13,5 т/га [103].

Средняя продуктивность листьев яблони в 4-10 раз превышает их собственную массу [20].

J.N. Wünsche и A.N. Lakso в своих исследованиях оценивали взаимосвязь площади листьев вегетативных и генеративных побегов с урожайностью яблоневого сада (*Malus domestica* Borkh.). Выявлено, что урожайность плодов лучше коррелирует с LAI и перехватом света листьев генеративных побегов, чем вегетативных [148].

Л.М. Кавеленова и др. пришли к выводу, что LMA зрелых листьев (показатель массы единицы площади листа) зависит от сортовой принадлежности груши и яблони и предлагают использовать его для выявления трендов различий между сортами [50].

Величина LMA зависит от толщины и плотности листа. Видовые особенности влияют на степень изменчивости LMA внутри каждого вида при действии на растения факторов среды [24, 144].

Одним из часто исследуемых признаков экологической направленности является отношение сухой массы листа (листовой пластинки для листьев с черешком) к его площади (LMA – leaf mass per area) и его обратная величина, обозначаемая как SLA (specific leaf area) ($LMA = 1/SLA$) [24, 131, 135, 138, 142].

По данным В.Е. Гегечкори, С.Ю. Орленко благоприятный поливной режим способствует увеличению общей биологической массы яблони [28].

Г.Ш. Гаджиев и др. указывают на специфику накопления фитомассы плодовых культур в агроэкосистемах. По их данным, урожай плодов яблони в четвертом возрастном периоде в садах Дагестана составил 8,3 % от общей фитомассы деревьев [27].

М.М. Аличаев и др. считают, что садам свойственен наземный тип аккумуляирования органического вещества. Наибольшее количество фитомассы накапливается в стволовой части. По их данным, к пятилетнему возрасту общая фитомасса яблони на каштановых почвах предгорий Дагестана достигла около 53 кг/дерево, в воздушно-сухом состоянии – около 183 ц/га при густоте посадки 285 шт./га. На надземную фитомассу приходится около 114 ц/га. Ежегодное продуцирование органического вещества у яблони составляет 3,95 кг/дерево). Прирост фитомассы находится в зависимости от погодно-климатических условий года, степени ухода за насаждениями.

К 25 годам общая фитомасса яблони составляет около 327 кг/дерево или 1800 ц/га в воздушно-сухом состоянии.

Урожай по отношению к надземной биомассе составляет около 36 % в первом возрастном периоде (к 5-летнему возрасту) и около 10 % к 25-летнему возрасту [3].

По данным П.К. Урсуленко 35 % сухого органического вещества дерева расходуют на формирование урожая плодов. В свежих плодах содержится около 12 % сухого вещества (вместе с семенами) [121].

А.Р. Расулов и др. описывали, что при высоком урожае плодов (400-500 ц/га) их доля в общем приросте фитомассы составляет 43-52 %. По результатам их исследований сухая масса яблок составляет 15 % от свежей [95].

В.Л. Захаров установил, что увеличению биомассы и тургора сеянцев яблони способствует повышение содержания гумуса, гигроскопичности и влагоемкости почвы. В то же время повышение бонитета в пределах черноземных почв влечет за собой рост надземной массы сеянцев, в пределах лесных почв – массы побегов. Неблагоприятными условиями для роста и формирования фитомассы сеянцев яблони являются чересчур тяжелый или легкий

гранулометрический состав почвы, переизбыток карбонатов или бедность минеральными элементами [47].

Накопление надземной фитомассы яблони возрастает с увеличением уровня влажности почвы до 80 % от НВ и доз минеральных удобрений до уровня N120 P120 K 120. Часть надземной фитомассы отчуждается с уборкой урожая и обрезкой до 42,0 % от годовичного прироста фитомассы [44].

А.Р. Расулов, Б.Б. Бесланеев отмечали, что при увеличении густоты посадки яблоневых деревьев с 3170 до 6660 шт./га прирост сухой массы 8-9-летних растений снижался. Масса древесины на единицу площади, наоборот, увеличивалась с 5,4 до 9,3 тонн [96].

Чаще всего фитомасса определялась при помощи деструктивных методов с использованием срубленных модельных деревьев [132, 133, 136]. В настоящее время ведется работа по оптимизации оценки фитомассы с использованием биометрических показателей [132, 133, 136, 147]. F. Sala и др. предложили модель для высокоточного расчета площади листьев у яблони при помощи измерения ширины листа. Этот метод позволяет проводить мониторинг в динамике роста листовой поверхности [145]. А.Р. Расулов и др. разработали методику определения биологической продуктивности и структуры прироста фитомассы для 14-летних деревьев яблони. Метод основан на зависимости массы ветви от ее площади поперечного сечения и массы надземной части дерева от площади поперечного сечения штамба [97].

Однако до сих пор оставались неизученными вопросы накопления надземной фитомассы яблони при выращивании в стланцевой форме; влияния условий выращивания материнских деревьев на показатели их полусибов; зависимости формируемых фракций фитомассы от фенологической формы сортов; влияния сроков хранения семян на рост и развитие сеянцев; не были выявлены критерии ранней диагностики крупности и массы плодов разных сортов и экземпляров яблони коллекции Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского.

2 ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сад им. Вс.М. Крутовского, создание которого началось с 1904 года, является одним из старейших плодовых насаждений Сибири и находится на границе пригородной зоны г. Красноярска. Общая площадь объекта исследований составляет 281 787 м² (нижняя терраса 172 170 м², верхняя – 109 617 м²). Схема сада представлена на рисунке 2.1.

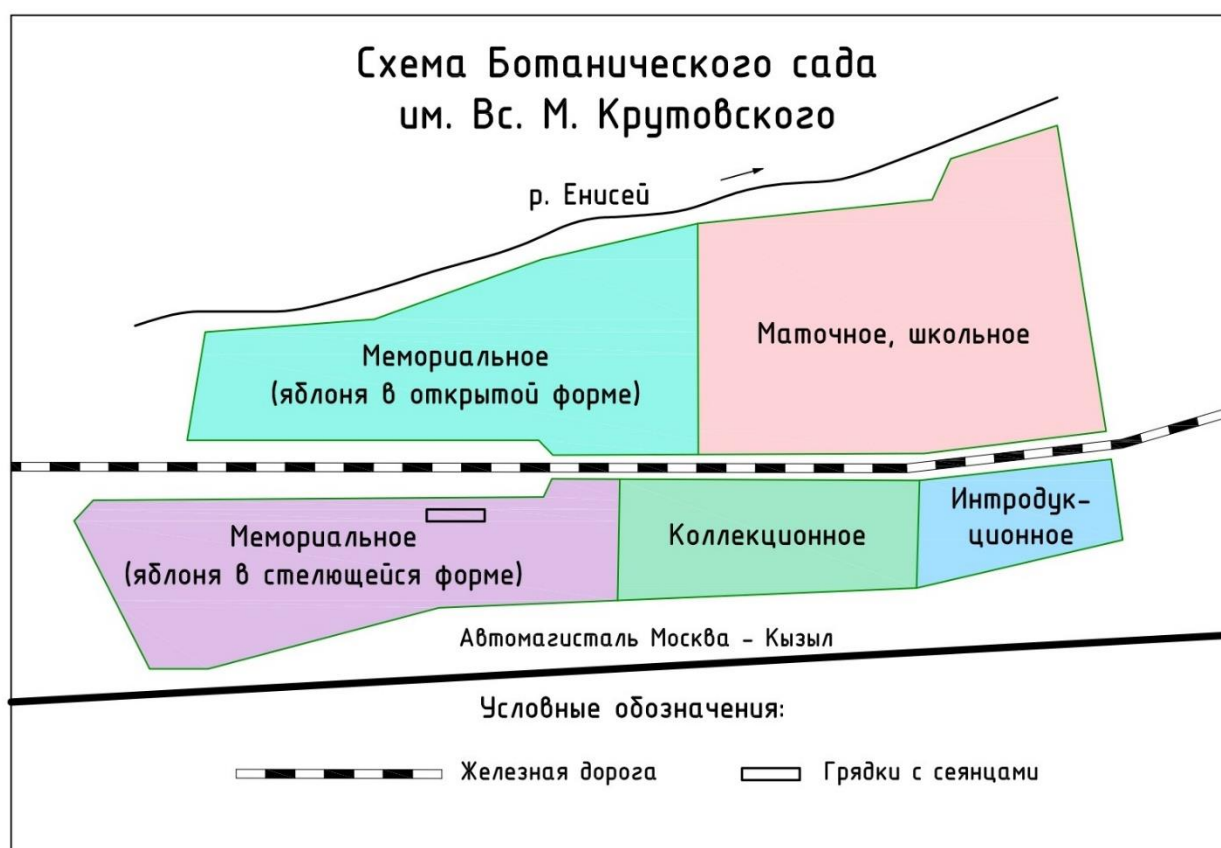


Рисунок 2.1 – Схема сада им. Вс.М. Крутовского

Сад расположен на границе лесостепной зоны Западно-Сибирской равнины с предгорьями Восточных Саян и Канско-Рыбинской котловины, рядом с устьем р. Лалетиной. В поперечном профиле долины Енисея выделяются девять надпойменных террас [14].

Объект исследований располагается на I и II террасах правого берега реки Енисей. Высота над уровнем моря верхней террасы – 173 м, нижней – 145 м [77].

Разница в отметках с верхней террасой составляет 28 м. Геоморфологические условия и особенности почвообразования этих террас различны. На верхней части сада отмечается значительный уклон с разницей отметок 10 м. Этот участок характеризуется близким залеганием карбонатных пород. Главенствующая роль здесь принадлежит дерново-карбонатным типичным известковым почвам. Минимальное варьирование на уровне почвенных видов по содержанию гумуса и мощности гумусового горизонта связано с влиянием микрорельефа [36]. А.Н. Дорохин и др. считают, что для этого участка характерна уплотненность верхних горизонтов почвы и среднесуглинистый механический состав почвы. Содержание гумуса находится в пределах 6,5-11 %. Почвы верхней террасы отличаются слабощелочной реакцией, характеризуются высокой емкостью поглощения и насыщенностью основаниями (> 95 %), хорошо обеспечены подвижными соединениями азота, фосфора, калия, хотя имеют повышенную физическую сухость из-за содержания солей CaCO_3 и CaSO_4 [36]. Для нижней части сада характерны аллювиальные луговые насыщенные темноцветные карбонатные мощные и среднемощные почвы. Усилению дернового процесса и активной гумификации способствует близкое залегание грунтовых вод. Почвы имеют гумусовый горизонт (> 8 % содержания гумуса) глубиной более 50 см. Механический состав почвы представлен средними и тяжелыми суглинками. Почвы хорошо структурированы, отличаются высокой емкостью поглощения, слабощелочной реакцией ($\text{pH}=7,2-7,6$), насыщены основаниями (> 95 %). По потенциальному плодородию почвы нижней террасы превосходят почвы верхнего участка сада [36].

Климат города Красноярска резко континентальный, обусловлен расположением города на стыке Канско-Рыбинской котловины и лесостепной зоны Западно-Сибирской равнины в предгорьях Восточных Саян. Средняя температура января в пригородной зоне г. Красноярска от -18 до -22 °С. Лето умеренно теплое [84]. В период с 2010 по 2020 гг. среднегодовая температура воздуха колебалась от $-0,6$ °С до $4,2$ °С (таблица 2.1) [91].

Таблица 2.1 – Средние месячные и годовые температуры воздуха в Красноярске за 2010-2020 гг., °С

Год/ мес.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
2010	-24,6	-22,8	-8,2	1,7	8,4	17,3	18,4	15,0	9,4	4,4	-5,1	-21,1	-0,6
2011	-21,8	-12,2	-3,0	6,7	10,7	19,6	16,8	15,5	8,7	6,2	-7,4	-12,3	2,3
2012	-19,5	-16,6	-5,7	3,6	10,4	19,9	20,1	14,7	11,4	0,9	-7,7	-23,6	0,7
2013	-16,5	-14,8	-7,0	4,2	7,9	15,7	18,1	16,5	7,9	2,4	-1,1	-5,9	2,3
2014	-12,8	-16,9	-1,5	7,0	7,2	16,3	19,5	16,4	7,1	0,1	-7,3	-8,9	2,2
2015	-9,2	-8,5	-3,7	5,9	11,5	17,5	19,9	17,4	8,4	3,5	-11,6	-5,6	3,8
2016	-22,5	-8,6	-2,8	4,7	8,5	18,6	20,4	16,7	11,5	-4,0	-11,2	-10,0	1,8
2017	-13,8	-9,6	-1,2	5,9	11,2	19,6	18,8	16,5	8,3	1,6	-5,8	-9,4	3,5
2018	-20,1	-13,9	-5,6	4,0	7,9	19,8	17,7	18,0	10,3	5,4	-8,6	-19,0	1,3
2019	-12,3	-14,9	0,0	3,2	10,1	18,1	18,8	18,2	10,4	3,9	-9,7	-9,6	3,0
2020	-8,4	-8,2	-1,8	9,4	13,9	15,5	18,8	17,5	10,8	2,6	-5,0	-15,0	4,2

Безморозный период колеблется от 88 до 139 дней. Последние заморозки наступают на две недели позже начала периода вегетации. Дата последних весенних заморозков приходится на 10 июня, первых осенних – 7 сентября [100].

Осадки распространены неравномерно. Количество осадков за последние 10 лет варьировалось от 411 мм в 2012 г. до 749 мм в 2020 г. (таблица 2.2) [91]. Снежный покров в Красноярске появляется 16 октября, самая ранняя дата его появления 4 сентября, самая поздняя – 9 ноября. Средняя дата разрушения устойчивого снежного покрова приходится на 4 апреля [14].

В Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского снежный покров держится, в среднем, 200 дней. Толщина снежного покрова составляет 13-15 см на верхней террасе и 25-40 см на нижней [100].

Для Красноярска характерна однородность ветрового режима в течение всего года, преобладают юго-западные ветра. Их повторяемость в течение года составляет 30-53 %; в январе повторяемость юго-западных и западных ветров равна 80 %, с мая по август – 40-45 % [14].

Таблица 2.2 – Месячные и годовые суммы выпавших осадков в Красноярске за 2010-2020 гг., мм

Год/мес.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
2010	14	19	28	25	32	37	104	49	40	42	59	37	487
2011	7	9	13	38	46	36	80	88	29	30	31	15	421
2012	14	13	17	24	23	37	52	66	36	70	41	19	411
2013	8	14	43	31	75	73	66	143	29	26	51	67	627
2014	20	23	20	15	66	78	100	138	38	47	32	15	591
2015	29	9	48	37	31	89	69	48	70	70	24	27	550
2016	5	31	17	25	86	28	64	44	37	31	53	33	454
2017	14	20	8	33	61	44	44	188	105	31	31	23	602
2018	27	7	16	11	38	55	41	30	115	27	72	29	468
2019	9	3	5	31	20	51	80	58	65	77	26	26	452
2020	21	49	32	6	93	116	160	77	51	66	46	32	749

По данным ежегодного государственного доклада «О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае» в 2019 г., уровень загрязнения г. Красноярска характеризуется как «высокий». Комплексный индекс загрязнения атмосферы ИЗА5<13, стандартный индекс – 22,0 (по бенз(а)пирену), наибольшая повторяемость превышения ПДКм.р. – 9,0 % (по формальдегиду). Основной вклад в уровень загрязнения внесли взвешенные вещества, диоксид азота, аммиак, формальдегид, бенз(а)пирен [84].

Высокий уровень загрязнения в г. Красноярске связан с обилием металлургических, химических, металлообрабатывающих предприятий и теплоэнергетики, а также объясняется природно-метеорологическими особенностями территории. Слабые ветры зимой, приземные инверсии и застои воздуха вызывают скопление поллютантов [10, 16].

В решении вопросов улучшения экологии крупных промышленных центров особое место отводится лесокультурным методам. Древесная растительность является наиболее эффективным элементом очистки воздушного бассейна от промышленных загрязнений диоксидами, углеродом, обогащают атмосферу

кислородом и существенно влияют на формирование климата в целом. Зеленые насаждения обладают высокими пылеаккумулирующими свойствами, способны снижать уровень шума, скорость ветра, увлажнять и очищать воздух, наполняя его фитонцидами, уничтожая болезнетворные бактерии, задерживая и поглощая вредные промышленные выбросы, а также обладают декоративно-эстетическими функциями [16].

В Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского создана уникальная коллекция из 39 культурных сортов яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.), выведенных российскими и зарубежными садоводами, в том числе:

- шесть сортов селекции Вс.М. Крутовского: Аврора, Зеленое Крутовского, Красноярская красавица, Красноярский сибиряк, Красноярское, № 22;
- десять сортов селекции И.В. Мичурина: Антоновка шафранная, Бельфлер-китайка, Восковое, Пепин-китайка, Пепин шафранный, Ренет бергамотный, Славянка, Антоновка желтая, Аркад зимний, Кулон-китайка;
- один сорт селекции Р.И. Шредера: Нобилис;
- один сорт зарубежной (новозеландской) селекции: Бисмарк;
- 21 сорт народной селекции, выведенные в европейской части России: Анисик обыкновенный, Антоновка обыкновенная, Аркад стаканчатый, Астраханское белое, Бабушкино, Белый налив, Генерал Орлов, Грушовка московская, Золотой шип, Коричное полосатое, Малиновка, Медовка, Папировка, Петербургское летнее, Тень, Терентьевка, Титовка, Шаропай, Антипасхальное, Апорт среднерусский, Воронежский воргуль [78].

Посадки яблони сохранились в стелющейся форме в мемориальном отделении на верхней террасе сада и в открытой форме (рисунок 2.2) в мемориальном отделении нижней террасы [22, 101].



Рисунок 2.2 – Яблоня в открытой форме

Выращиваемые на объекте исследований сорта яблони отличаются по срокам созревания и хранения. Так, плоды с кратковременными сроками хранения можно рекомендовать для переработки, плоды с длительным хранением – для использования в пищу в течение нескольких месяцев [17]. Характеристика изученных сортов яблони представлена в приложении 1.

Выращивание крупноплодных сортов яблони в стелющейся форме (рисунок 2.3), называемых арктический (или красноярский) стланец, было предложено Вс.М. Крутовским в начале XX века.



Рисунок 2.3 – Яблони в стланцевой форме

Вс.М. Крутовский использовал вертикальную посадку растений в виде двуплечего кордона и наклонную. Осенью растения, посаженные вертикально, пригибались под прямым углом и прищипывались деревянными крючьями. Высота штамба таких деревьев составляет 15-30 см. Выросшие из пригнутых стволиков ветви ежегодно пригибались и прищипывались. В течение всей жизни кроны деревьев находились в низко пригнутом горизонтальном положении [77].

В настоящее время к посадкам, выполненным Вс.М. Крутовским (основателем сада) в 1904-1937 гг., добавились молодые посадки 1991-2015 гг., созданные для сохранения коллекции и мемориального облика объекта.

3 ПРОГРАММА И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

В программу исследований входило:

- проведение инвентаризации насаждений яблони, выращиваемых в открытой и стланцевой формах в мемориальных отделениях нижней и верхней террас Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского;
- выявление особенностей накопления и вертикально-фракционного распределения надземной фитомассы деревьев крупноплодных сортов яблони, растущих в открытой и стелющейся формах;
- изучение морфометрических показателей плодов и посевных качеств семян крупноплодных сортов яблони коллекции Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского;
- изучение динамики роста и формирования фитомассы полусибов крупноплодных сортов яблони, произрастающих на верхней и нижней террасах Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского;
- установление тесноты и силы связи между показателями семенного потомства и параметрами материнских деревьев для подбора элементов ранней диагностики морфометрических показателей плодов.
- отбор высокопродуктивных и урожайных сортов и генотипов яблони в условиях пригородной зоны Красноярска.

Исследования проводились ежегодно, с 2016 по 2021 гг. В работе были использованы полевые и лабораторные методы исследований.

Изучение проводили по общепринятым методикам, указанным в «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» [90].

Проводился сплошной перечёт деревьев на каждом участке. Были изучены 39 крупноплодных сортов яблони, произрастающих на верхней террасе сада и 8 сортов, растущих на нижней террасе.

У каждого сорта дополнительно было выделено по 5 модельных деревьев, с которых отбирались однолетние побеги из средней части кроны. У побегов измеряли длину, разделяли на фракции (рисунок 3.1) и определяли фитомассу.



Рисунок 3.1 – Подготовка однолетних побегов к лабораторным исследованиям

У листьев предварительно определяли площадь, для чего была использована программа AutoCAD (рисунок 3.2). Контуры листьев наносили на кальку, затем сканировали ее и с помощью программы определяли площадь листьев.

Затем рассчитывали массу одного погонного сантиметра побега и массу одного квадратного сантиметра листа (LMA – leaf mass per area).

Фитомассу надземной части растений определяли по модельным деревьям (39 модельных деревьев на верхней террасе и 8 на нижней) и пробным ветвям. Модельные деревья отбирали в конце вегетационного сезона [8, 122]. У модельных деревьев были подсчитаны и измерены все ветви кроны (длина, длина

окружности в месте прикрепления к стволу). С каждого модельного дерева была отобрана модельная скелетная ветвь средних размеров, идущая от штамба (рисунок 3.3).

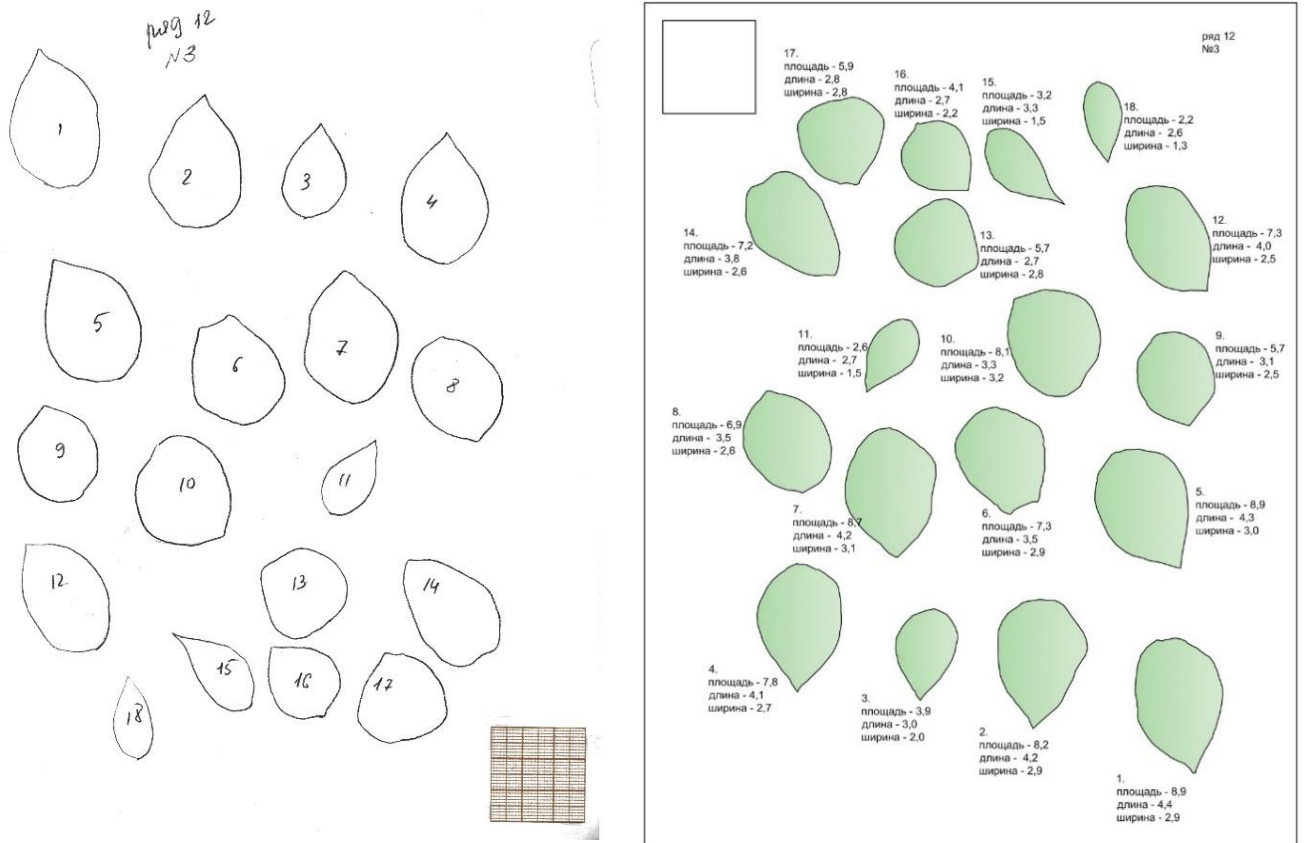


Рисунок 3.2 – Измерение площади листовой пластины при помощи программы AutoCAD



Рисунок 3.3 – Измерение ветвей яблони

Ветви были разделены по порядкам ветвления и годичным приростам, у которых были определены длина и диаметр. Объемы полученных отрезков определялись по простой формуле Губера (формула 3.1):

$$V = \gamma_{1/2} * L \quad (3.1)$$

где: $\gamma_{1/2}$ – площадь поперечного сечения древесного отрезка посередине, см^2 ;

L – длина отрезка, см ;

V – объем отрезка модельной ветви, см^3 .

С модельных ветвей были собраны листья, которые подсчитывали и взвешивали (рисунок 3.4).



Рисунок 3.4 – Модельная ветвь с листьями и без листьев

Полученные фракции фитомассы взвешивали в свежесобранном состоянии и высушивали в сушильном шкафу ШС-80-01 СПУ до абсолютно-сухого состояния (а.с.с.) при температуре 100-105 °С [122]. После этого рассчитывался коэффициент усушки фракций.

Массу фракций кроны определяли умножением массы фракций модельной ветви на количество ветвей в кроне. Массу стволовой древесины, приходящуюся на штабб дерева, вычисляли через размеры высоты и диаметра штабба, и предварительно вычисленную плотность древесины.

Подсчет количества закладываемых плодов производили на типичной скелетной ветви у каждого модельного дерева с одновременным определением плодоносящих ветвей по часовой стрелке по методике Ю.В. Крысанова [94]. Было собрано по 25 яблок каждого сорта. У плодов измеряли массу, диаметр и высоту.

Семена собирали в 2018 и 2019 гг. Семена из плодов вынимали после наступления зрелости. У семян определяли массу 1000 шт. семян и хранили в холодильнике при температуре от 0 до 4 °С и влажности 50 %.

Осенью 2019 года был произведен посев семян на верхней террасе Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского (рисунок 3.5).



Рисунок 3.5 – Посев семян и мульчирование гряды

В течение вегетационного периода 2020 года были проведены замеры показателей роста сеянцев в июне, июле и августе; определено наличие семядолей и количество образованных листьев (рисунок 3.6).

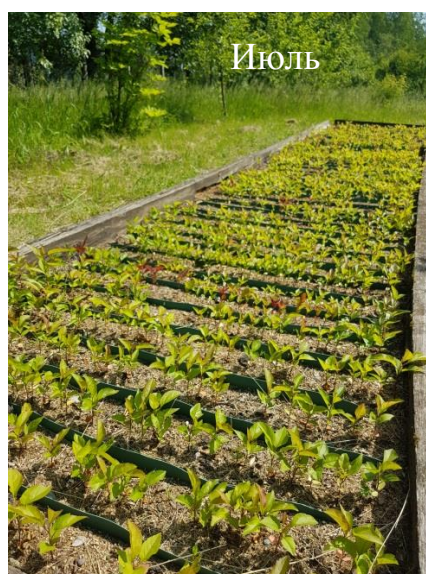


Рисунок 3.6 – Сеянцы в июне, июле и августе

В конце вегетационного сезона 2020 года у сеянцев дополнительно был определен диаметр стеблей у корневой шейки. Для детального изучения сеянцев

по фракциям фитомассы (листья, стебель и корень), были выкопаны по 9 модельных сеянцев каждого сорта (рисунок 3.7).



Рисунок 3.7 – Выкопанные сеянцы

Сеянцы отбирались во всем диапазоне их высот (рисунок 3.8).



Рисунок 3.8 – Модельные сеянцы яблони

Обработку экспериментального материала проводили методами математической статистики с помощью программы Microsoft Excel. На основе корреляционного анализа установлены форма, направленность и теснота связи между изучаемыми признаками [59]. Выявление регрессионных зависимостей проводили с помощью программного обеспечения Curve Expert 1.3. Уровень изменчивости показателей оценивали по шкале С.А. Мамаева [71].

4 ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ЯБЛОНИ

В коллекции Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского выращиваются деревья яблони домашней (*Malus domestica* Borkh.). На момент исследований их максимальный возраст достигал 113 лет. Это деревья, высаженные создателем сада в начале XX века, и подсаженные позднее для сохранения коллекции. Деревья выращиваются в стланцевой и открытой формах в мемориальных отделениях сада на площади 7 га (3 га на верхней террасе сада и 4 га на нижней террасе).

Для определения надземной фитомассы яблони были обследованы модельные деревья разного биологического возраста: 14 и 113 лет.

В 14-летнем биологическом возрасте при стланцевой форме выращивания средняя высота штамба составляла 18,5 см, длина окружности у шейки корня – 45 см, диаметр штамба – 14,3 см. На массу штамба дерева в абсолютно сухом состоянии приходится 1,6 кг.

При формировании стланцевой формы дерева, у него оставляют от трех до четырех скелетных ветвей (рисунок 4.1).

Средняя длина модельной скелетной ветви была равна 3,42 м, диаметр в месте ее прикрепления к штамбу – 7,6 см. Масса модельной ветви в абсолютно сухом состоянии составляет 1,4 кг (таблица 4.1).

Фитомасса всех ветвей 14-летнего дерева яблони, выращиваемого в стелющейся форме, равна в среднем 6,9 кг в абсолютно сухом состоянии, что составляет 81 % надземной фитомассы в безлиственный период года. На массу полностью сформировавшихся листьев приходится 1,2 кг в абсолютно сухом состоянии. Надземная фитомасса 14-летних деревьев яблони (без учета плодов) составляет 9,7 кг в абсолютно сухом состоянии.



Рисунок 4.1 – Яблоня в стланцевой форме, в возрасте 14 лет

Таблица 4.1 – Показатели модельной ветви 14-летнего дерева

Номер отрезка	Размеры модельной ветви, см			Объем отрезка, см ³	Масса, г в состоянии	
	длина отрезка	длина окружности	диаметр		свежем	абсолютно сухом
1	17	24,0	7,64	778,94	670,47	420,99
2	8	21,0	6,70	281,91	242,11	152,03
3	34	12,8	4,06	439,95	390,24	245,03
4	39	10,5	3,34	341,53	279,98	175,80
5	30	9,3	2,95	204,94	179,05	112,42
6	36	8,8	2,79	219,98	183,49	115,21
7	36	6,0	1,91	103,10	88,74	55,72
8	53	5,0	1,59	105,18	90,72	56,97
9	26	4,0	1,27	32,92	28,48	17,89
10	63	2,5	0,80	31,65	26,96	16,93
Итого	342			2540,10	2180,25	1368,99

При изучении фенологической изменчивости выявлено, что в обезлиственный период (осень-зима) надземная фитомасса 14-летнего дерева яблони, выращиваемого в стланцевой форме, не меняется, составляя в среднем 8,5 кг в абсолютно сухом состоянии. После обрезки усыхающих, больных или неправильно растущих ветвей (для поддержания стланцевой формы деревьев), которая проводится регулярно (один раз в три-четыре года) в ранневесенний период, до набухания почек, дерево теряет часть фитомассы ветвей. Ежегодно в июле месяце в саду проводится пинцировка плодовых деревьев (обрезка побегов, появившихся в текущем году). До пинцировки 14-летнее дерево формирует в среднем 1,3 кг листьев в абсолютно сухом состоянии. После пинцировки этот показатель снижается примерно на 8 %. Масса яблок на дереве в абсолютно сухом состоянии в августе в среднем равна 0,6 кг. К августу, после полного созревания плодов, надземная фитомасса дерева в среднем составляет 10,3 кг в абсолютно сухом состоянии (рисунок 4.2).

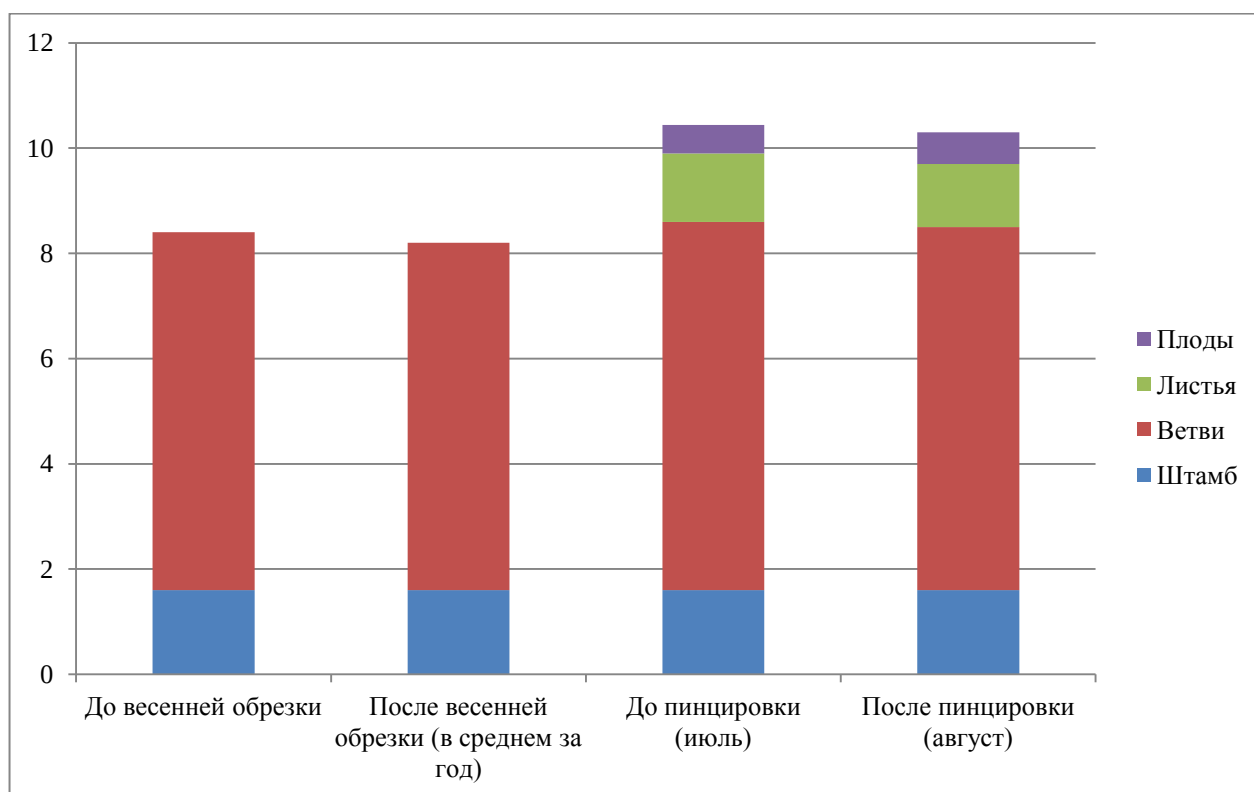


Рисунок 4.2 – Сезонная изменчивость накопления надземной фитомассы 14-летней яблони

По спилам ветвей на модельных деревьях подсчитано, что при регулярной обрезке к 14-летнему возрасту фитомасса кроны ниже потенциально возможной на 30-33 %. Масса плодов на дереве может сильно варьировать по годам в зависимости от погодных условий.

При определении надземной фитомассы 113-летних деревьев выявлено, что масса штамба в среднем равна 5,6 кг в абсолютно сухом состоянии. Длина средней модельной ветви составляет 6,4 м, диаметр в месте ее прикрепления к стволу – 26,7 см. Масса ветви в абсолютно сухом состоянии составляет 51,9 кг (таблица 4.2).

Таблица 4.2 – Показатели модельной ветви 113-летнего дерева

Номер отрезка	Размеры модельной ветви, см			Объем отрезка, см ³	Масса, г в состоянии	
	длина отрезка	длина окружности	диаметр		свежем	абсолютно сухом
1	94	84	26,75	52807,64	45414,57	28516,13
2	136	43	13,69	20021,02	17218,08	10811,35
3	52	52	16,56	11194,90	9627,62	6045,25
4	114	32	10,19	9294,27	7993,07	5018,9
5	57	19	6,05	1638,30	1408,93	884,68
6	15	18	5,73	386,94	332,77	208,95
7	12	17	5,41	276,11	237,46	149,1
8	5	12	3,82	57,32	49,3	30,96
9	43	9	2,87	277,31	238,49	149,75
10	110	4	1,27	140,13	120,51	75,67
Итого	638			96093,91	82640,8	51890,73

Фитомасса всех ветвей 113-летнего дерева яблони, выращиваемого в стланцевой форме, равна 155,7 кг. Таким образом, в безлиственные периоды года надземная фитомасса составляет в среднем 161,3 кг в абсолютно сухом

состоянии. Распределение по фракциям древесной массы составляет: масса штамба ствола до кроны – 3,5 %, масса ветвей кроны – 96,5 %.

При исследованиях показателей листьев на модельных ветвях установлено, что у 113-летнего дерева на 78 шт. облиственных ветвей III порядка сформировано 2,9 кг листьев в абсолютно сухом состоянии.

Надземная фитомасса вегетативных органов 113-летней яблони, выращиваемой в стланцевой форме, во время вегетационного периода составляет 164,2 кг в абсолютно сухом состоянии. Основная ее часть (94,8 %) приходится на ветви. Масса штамба составляет 3,4 %, меньшая часть надземной фитомассы относится к листьям.

Установлено что масса яблок на дереве в абсолютно сухом состоянии в августе в среднем равна 2,98 кг. К августу, после полного созревания плодов, надземная фитомасса дерева в среднем составляет 167,18 кг.

Яблоня, выращиваемая в стланцевой форме, в возрасте 113 лет приведена на рисунке 4.3.



Рисунок 4.3 – Яблоня в стланцевой форме в возрасте 113 лет

В результате проведенных исследований установлены особенности формирования фитомассы яблони, выращиваемой в стланцевой форме. В молодом возрасте (14 лет) надземная фитомасса вегетативных органов распределяется следующим образом: 12 % приходится на листья, 16,6 % на штамб и 71,4 % на ветви. Спустя столетие большая часть надземной фитомассы также приходится на ветви кроны, но масса листьев в процентном соотношении уменьшается до 1,8 % (рисунок 4.4).

Следует отметить, что при обрезке ветвей увеличивается процентное содержание фитомассы ствола в сравнении с деревьями, произрастающими в свободной форме без обрезки.

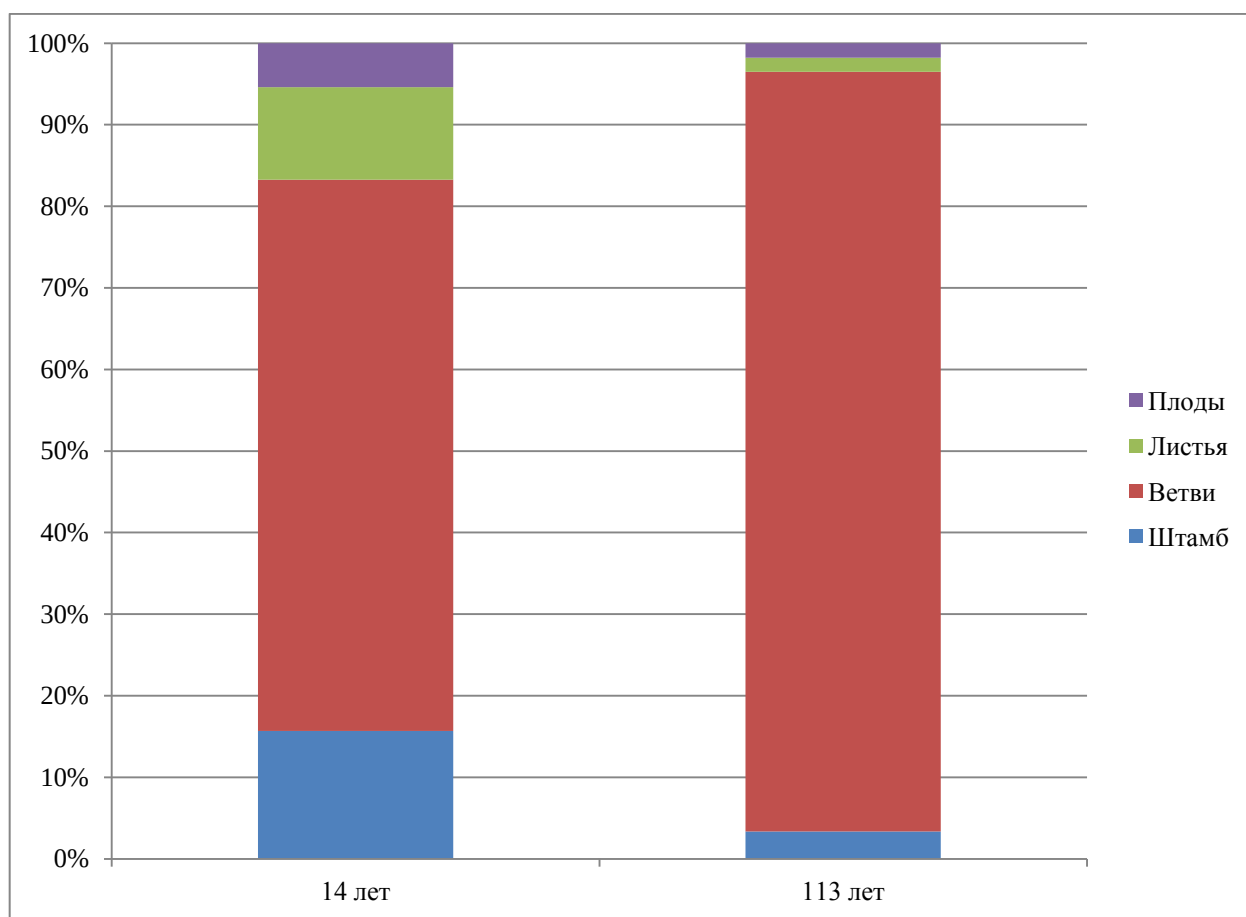


Рисунок 4.4 – Фракционный состав надземной фитомассы яблони, выращиваемой в стланцевой форме, %

У деревьев открытой формы выращивания, произрастающих в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского, к 90-летнему биологическому возрасту формируется многоствольная форма (рисунок 4.5).



Рисунок 4.5 – Яблоня, растущая в открытой форме

В качестве модельных деревьев выбраны экземпляры с 4 и 3 стволами.

У четырехствольного дерева длина самого крупного ствола равна 5,0 м, диаметр у шейки корня составил 18,1 см. На массу модельного ствола приходится 21,63 кг в абсолютно сухом состоянии (таблица 4.3).

Таблица 4.3 – Показатели модельного ствола

Номер отрезка	Длина, см	Диаметр, см	Масса, кг в а.с.с.
1	80	18,1	11,54
2	55	15,0	4,84
3	60	7,3	1,26
4	87	5,7	1,12
5	90	5,4	1,04
6	50	4,8	0,45
7	30	3,8	0,17
8	50	2,9	0,16
Итого	502		21,63

Масса ветвей, образованных на самом крупном стволе яблони, составила 27,6 кг в абсолютно сухом состоянии. По спилам на стволе рассчитано, что потери массы ветвей составили 30 % от потенциально возможной.

Масса всех стволов дерева составляет 59,6 кг, масса ветвей – 75,7 кг в абсолютно сухом состоянии. Надземная фитомасса яблони в безлиственный период равна 135,2 кг в а.с.с. На массу полностью сформировавшихся листьев приходится 19,1 кг в абсолютно сухом состоянии. Таким образом, надземная фитомасса вегетативных органов модельного дерева составляет 154,3 кг в абсолютно сухом состоянии.

Распределение надземной фитомассы модельного дерева яблони приведено на рисунке 4.6.

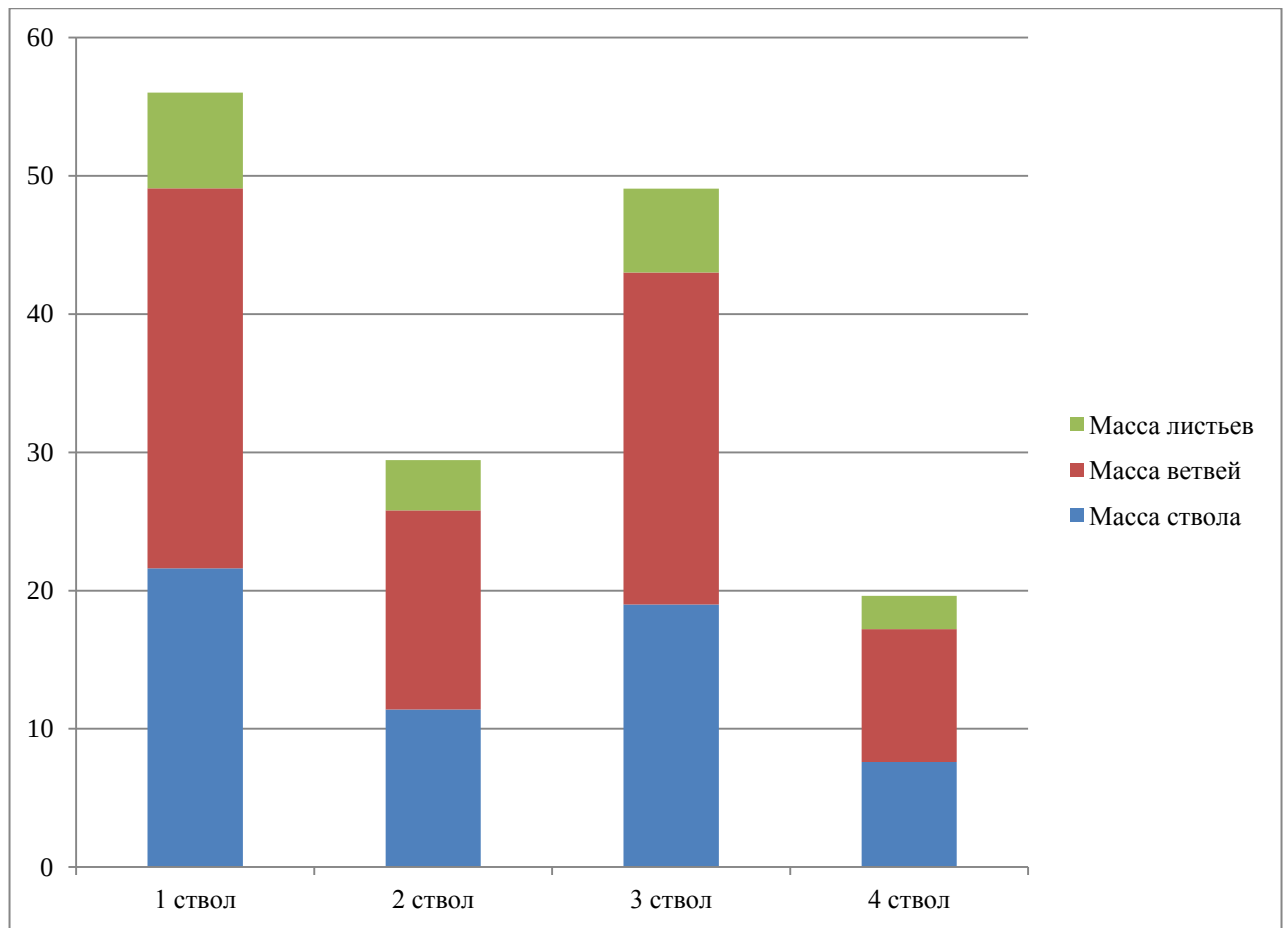


Рисунок 4.6 – Распределение надземной фитомассы 90-летней яблони, произрастающей в открытой форме, кг в а.с.с.

У трехствольного модельного дерева (рисунок 4.7) длина самого толстого ствола составила 6,1 м, диаметр в месте ее прикрепления к стволу – 24,2 см. Масса ствола в абсолютно сухом состоянии составляет 51,1 кг (таблица 4.4).

Таблица 4.4 – Показатели модельного ствола

Номер отрезка	Длина, см	Диаметр, см	Масса, кг в а.с.с.
1	2	3	4
1	130	24,2	33,35
2	80	15,0	7,85
3	50	14,3	4,50

1	2	3	4
4	40	9,6	1,60
5	30	8,0	0,83
6	90	6,7	1,76
7	70	5,1	0,80
8	120	2,9	0,43
Итого	610		51,12



Рисунок 4.7 – Трехствольное модельное дерево, выращиваемое в открытой форме

Масса всех трех стволов равнялась 90,8 кг в абсолютно сухом состоянии. Фитомасса кроны, образованная на модельном стволе, была равна 68 кг, на всем дереве – 120,8 кг в абсолютно сухом состоянии. Таким образом, в безлиственные периоды года надземная фитомасса трехствольного дерева составляла 211,6 кг в

абсолютно сухом состоянии. На массу полностью сформировавшихся листьев модельного ствола приходится 9,6 кг, на всем дереве – 18,5 кг в абсолютно сухом состоянии. Надземная вегетативная масса трехствольного модельного дерева яблони составила 230,1 кг в а.с.с. (рисунок 4.8).

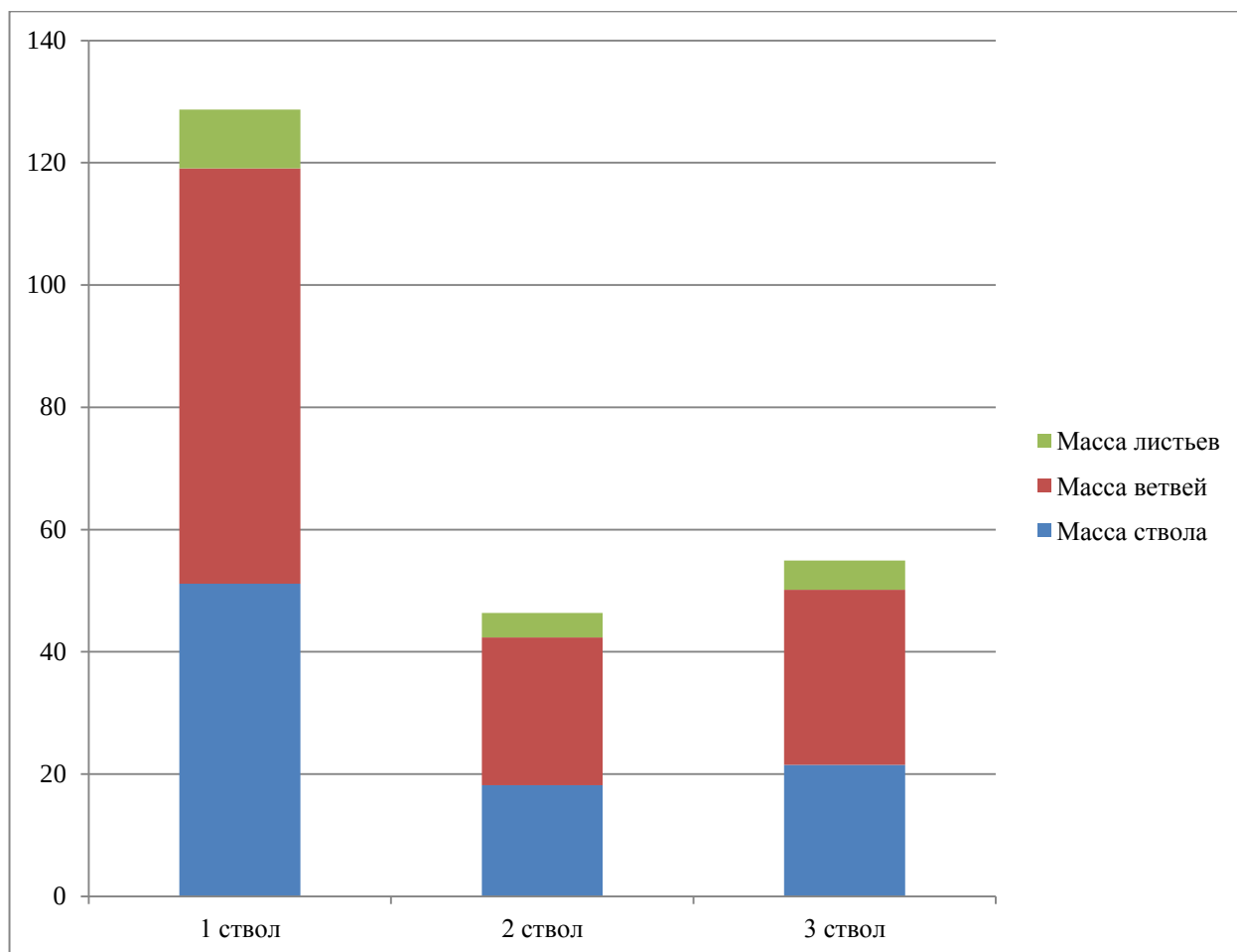


Рисунок 4.8 – Распределение надземной фитомассы 90-летней яблони, произрастающей в открытой форме, кг в а.с.с.

Таким образом, распределение надземной фитомассы яблони, выращиваемой в открытой форме на нижней террасе Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского, в среднем составило: 39,1 % приходится на массу ствола, 51,1 % на массу ветвей, 9,8 % на массу листьев.

Показатель урожайности яблонь отличается большой погодичной изменчивостью. Так, в 2019 г. два сорта на верхней террасе вообще не плодоносили (Терентьевка и Шаропай). Максимальная урожайность за 2016-

2019 гг. составляла 255 кг/дерево. Поэтому при расчете надземной биомассы дерева данный показатель может сильно варьировать.

При сравнении формирования фитомассы ветвей деревьев, произрастающих в стланцевой и открытой форме, установлено, что боковые побеги деревьев открытой формы произрастания отличаются большей массой. Разница в массе между модельными ветвями разных вариантов составляет от 0,24 до 1,36 кг в абсолютно сухом состоянии в зависимости от сорта (рисунок 4.9).

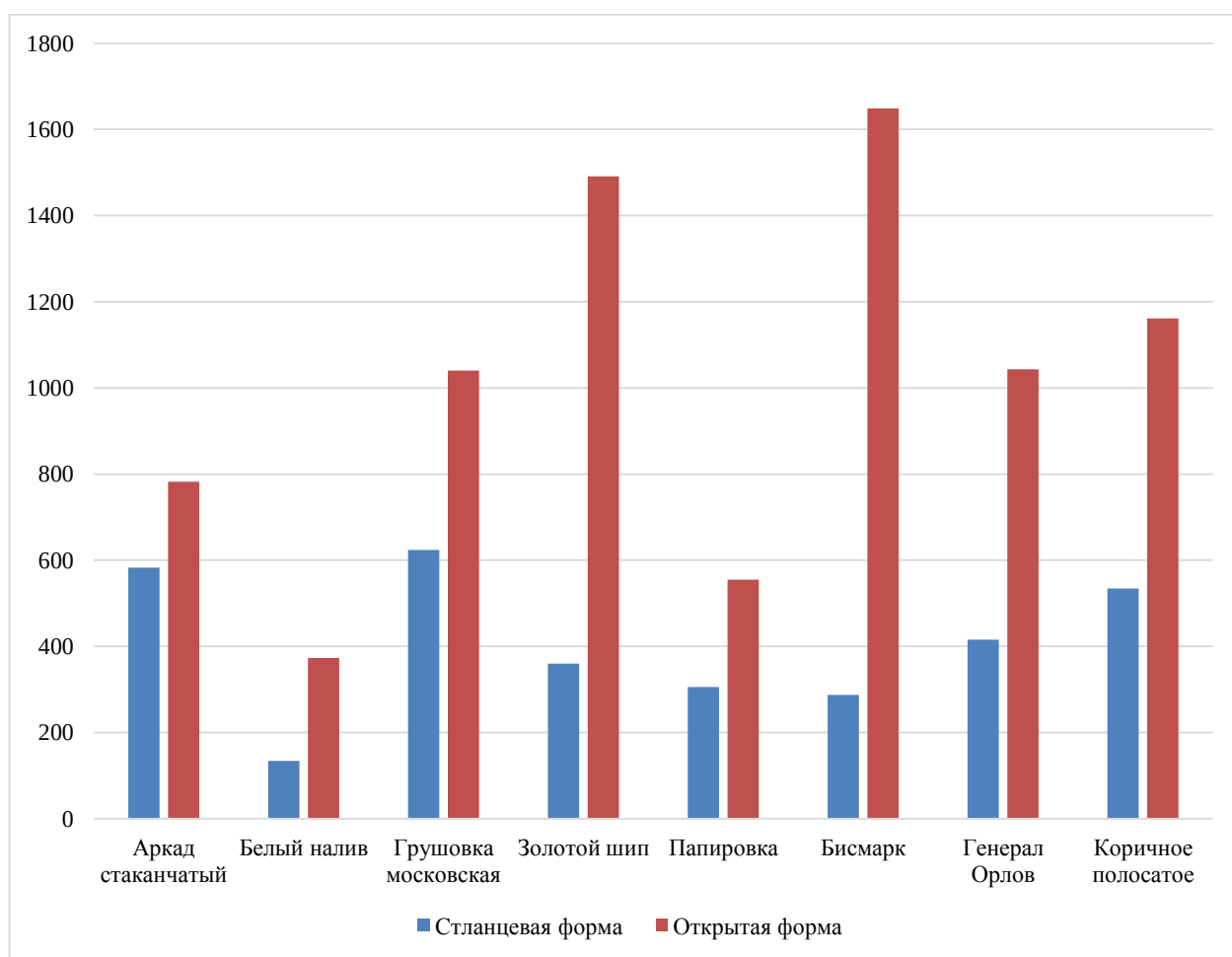


Рисунок 4.9 – Масса модельных ветвей, г в а.с.с.

Объем модельных ветвей деревьев яблони открытой и стелющейся форм выращивания представлен на рисунке 4.10.

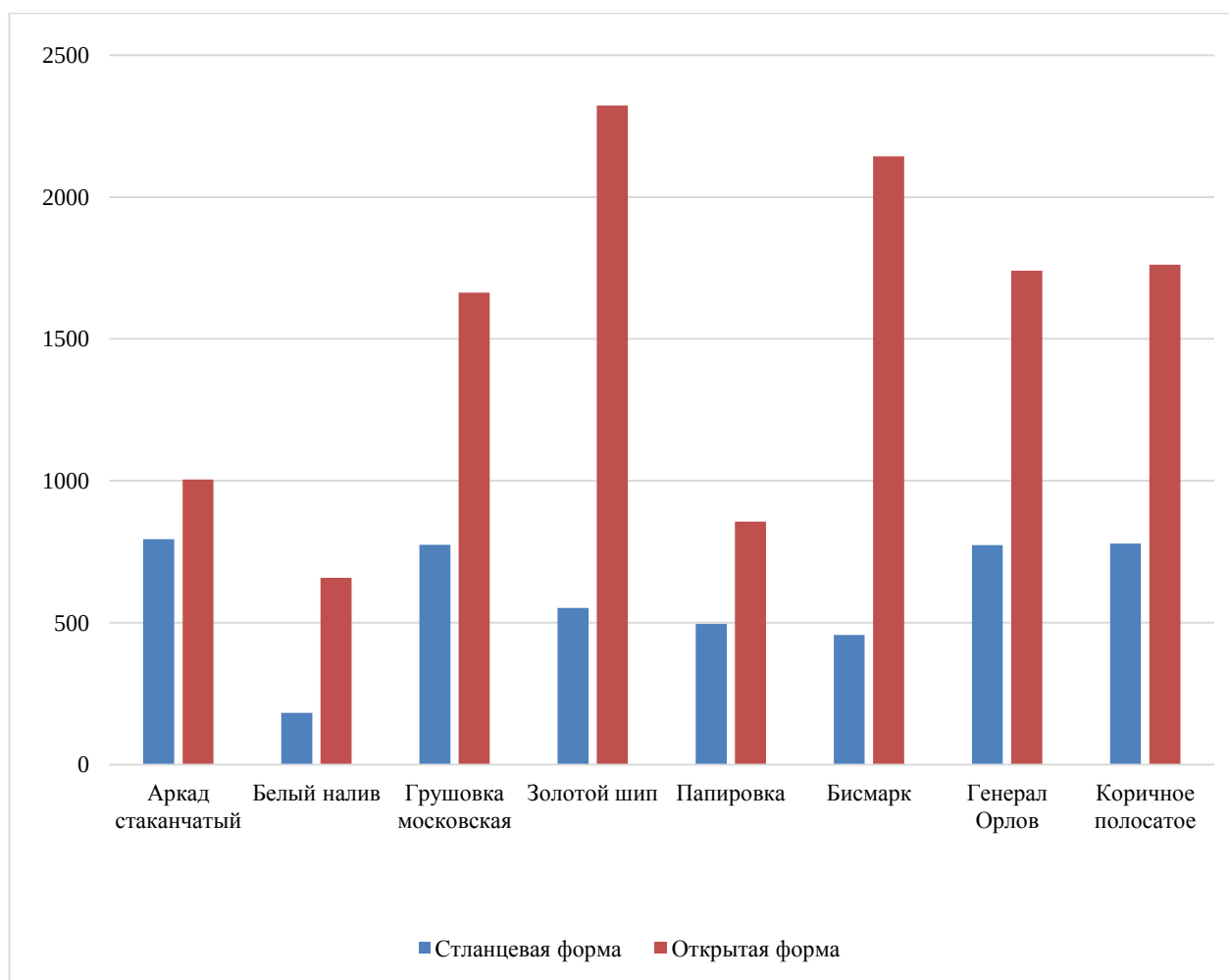


Рисунок 4.10 – Объем модельных ветвей, см³

Объем ветвей деревьев открытой формы произрастания больше аналогичного показателя у сравниваемой формы на 211-1772 см³ в зависимости от сорта. Наибольшая разница в размерах ветвей отмечена у сортов Бисмарк и Золотой шип.

Рассчитаны масса одного кубического сантиметра древесины ветвей яблони в абсолютно сухом состоянии для разных форм произрастания деревьев. По показателю массы одного кубического сантиметра древесины ветвей достоверных различий между деревьями разных форм произрастания не выявлено (рисунок 4.11).

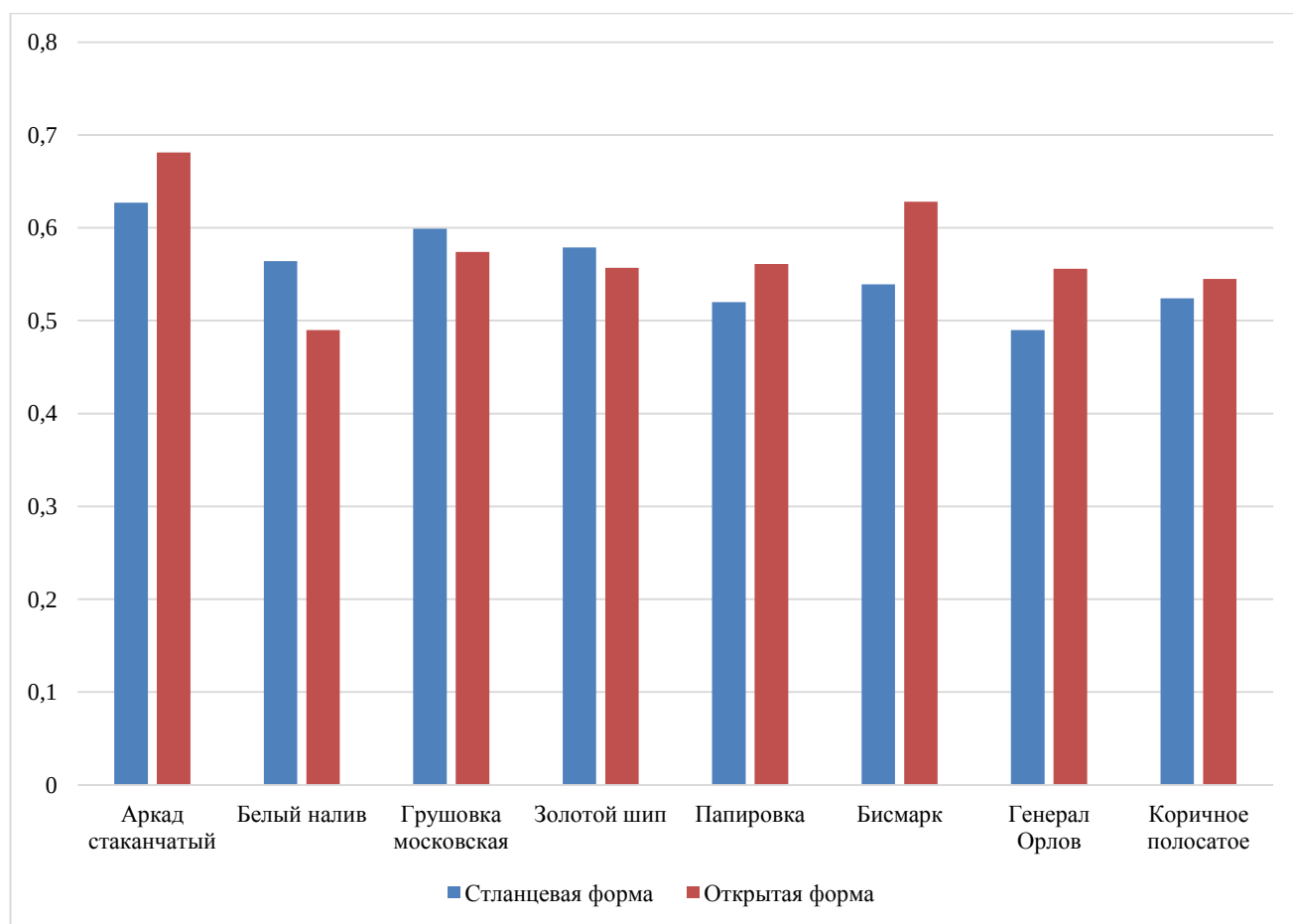


Рисунок 4.11 – Масса 1 см³ модельных ветвей, г

При изучении влияния формы выращивания материнских деревьев на формирование однолетних побегов установлено превышение размеров, массы побегов и числа формируемых листьев при стелющейся форме растений (таблица 4.5).

Таблица 4.5 – Показатели однолетних побегов яблони, выращиваемой в стланцевой и открытой формах

Показатель	Длина побега, см	Число листьев, шт.	Площадь листа, см ²	Масса в а.с.с.		
				побега, г	листа, г	1 см ² листа, мг
1	2	3	4	5	6	7
Открытая форма						
$\bar{x}$	21,5	11,5	34,5	1,3	0,32	9,4

1	2	3	4	5	6	7
$\pm \sigma$	7,10	3,17	6,42	0,74	0,070	1,27
$\pm m$	1,30	0,58	1,17	0,14	0,013	0,23
V, %	33,1	27,6	18,6	55,2	21,7	13,5
P, %	6,0	5,0	3,4	10,1	4,0	2,5
Стланцевая форма						
$\bar{x}$	39,6	16,7	30,4	3,0	0,32	10,5
$\pm \sigma$	14,35	4,03	6,94	1,28	0,098	1,43
$\pm m$	2,62	0,73	1,27	0,23	0,018	0,26
V, %	36,2	24,1	22,8	42,3	30,1	13,5
P, %	6,6	4,4	4,2	7,7	5,5	2,5
t_{ϕ} (при $t_{05}=1,99$)	6,19	5,58	2,37	6,31	0	3,17

Размер однолетних побегов у деревьев стланцевой формы в 2016 году составил $39,6 \pm 2,62$ в сравнении с $21,5 \pm 1,30$ у растений открытой формы выращивания.

На однолетних побегах у растений стелющейся формы было образовано 16,7 шт. листьев против 11,5 шт. у сравниваемого варианта.

В 2016 г. растения открытой формы выращивания сформировали листья большей площадью ($34,5 \text{ см}^2$ в сравнении с $30,4 \text{ см}^2$). Несмотря на это, различий по массе одного листа между сравниваемыми вариантами выявлено не было. При подсчете LMA (массы 1 см^2 листа) установлено, что у деревьев стланцевой формы выращивания, произрастающих на верхней террасе сада, этот показатель достоверно больше и составляет $10,5 \text{ мг}$ против $9,4 \text{ мг}$.

При изучении внутривидовой изменчивости данного показателя можно отметить, что у всех исследованных сортов сохраняется данная тенденция: листья, собранные с деревьев, выращенных в стелющейся форме, имеют большее значение LMA (таблица 4.6).

Таблица 4.6 – LMA разных сортов яблони, выращиваемых в открытой и стланцевой формах, мг

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ} (при $t_{05}=1,99$)
Открытая форма						
Белый налив	8,3	0,40	0,89	10,8	4,8	3,22
Бисмарк	10,1	0,61	1,36	13,5	6,0	0,18
Грушовка московская	10,2	0,44	0,99	9,7	4,4	-
Золотой шип	8,9	0,36	0,80	8,9	4,0	2,26
Коричное полосатое	9,9	0,44	0,97	9,9	4,4	0,54
Папировка	8,9	0,73	1,64	18,4	8,2	1,49
Стланцевая форма						
Белый налив	9,2	0,58	1,30	14,2	6,3	3,39
Бисмарк	11,8	0,53	1,18	10,0	4,5	-
Грушовка московская	9,9	0,52	1,16	11,6	5,2	2,56
Золотой шип	11,4	0,52	1,16	10,2	4,5	0,51
Коричное полосатое	11,0	0,19	0,43	3,9	1,8	1,44
Папировка	10,0	0,67	1,49	15,0	6,7	2,19

Среди изученных сортов наименьшим показателем LMA характеризуется сорт Белый налив, что может свидетельствовать о его высокой пластичности к условиям выращивания.

Проведены исследования влияния формы выращивания материнских деревьев на показатели плодов. Наибольшими размерами и массой плодов характеризуются яблоки, собранные с деревьев, произрастающих в стланцевой форме (таблица 4.7).

Таблица 4.7 – Показатели плодов яблони, выращиваемых в стланцевой и открытой формах

Показатель	Масса, г	Высота, см	Диаметр, см
Открытая форма			
$\bar{x}$	53,3	4,4	5,3
$\pm\sigma$	21,48	0,64	0,84
$\pm m$	1,60	0,05	0,06
V, %	40,3	14,7	15,9
P, %	3,0	1,1	1,2
Стланцевая форма			
$\bar{x}$	88,6	5,2	6,2
$\pm\sigma$	36,99	0,84	0,88
$\pm m$	2,81	0,06	0,07
V, %	41,7	16,3	14,2
P, %	3,2	1,2	1,1
t_{ϕ} (при $t_{05}=1,99$)	10,92	10,24	9,76

Была изучена внутривидовая изменчивость формируемых плодов яблони, растущей при разных формах выращивания. Выявлено, что у большинства изученных сортов при стелющейся форме выращивания образуются более крупные плоды. Различия достоверны для сортов Белый налив, Бисмарк, Грушовка московская, Золотой шип, Папировка (таблица 4.8).

При изучении массы формируемых яблок разных сортов установлено превышение данного показателя у деревьев, произрастающих в форме стланца (таблица 4.9).

Таблица 4.8 – Размеры плодов разных сортов яблони, растущих в стланцевой (I вариант) и открытой (II вариант) формах, см

Сорт	Вариант	Высота						Диаметр					
		$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ}	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ}
Белый налив	I	5,5	0,08	0,41	7,4	1,5	15,03	6,6	0,10	0,50	7,5	1,5	16,35
	II	3,8	0,08	0,45	11,7	2,1		4,4	0,09	0,51	11,5	2,0	
Бисмарк	I	6,5	0,10	0,55	8,5	1,6	10,15	7,6	0,08	0,44	5,8	1,1	8,82
	II	5,2	0,08	0,42	8,1	1,6		6,1	0,15	0,77	12,5	2,5	
Грушовка московская	I	4,6	0,06	0,33	7,1	1,3	8,32	5,8	0,06	0,31	5,3	1,0	8,96
	II	4,0	0,04	0,26	6,5	1,1		5,1	0,05	0,31	6,2	1,0	
Золотой шип	I	4,4	0,05	0,26	5,9	1,1	2,91	5,1	0,07	0,40	7,9	1,4	6,06
	II	4,1	0,09	0,51	12,6	2,3		4,5	0,07	0,41	9,0	1,6	
Коричное полосатое	I	4,7	0,07	0,39	8,2	1,5	0	6,0	0,07	0,40	6,7	1,2	0
	II	4,7	0,09	0,44	9,2	1,8		6,0	0,08	0,42	7,0	1,4	
Папировка	I	5,3	0,09	0,47	8,9	1,7	4,71	6,3	0,06	0,35	5,6	1,0	4,47
	II	4,7	0,09	0,51	10,8	2,0		5,7	0,12	0,66	11,6	2,1	

В 2019 г. средняя масса яблока, собранного с деревьев открытой формы выращивания варьировалась от 33,6 г (сорт Белый налив) до 76,7 г (Бисмарк). У этих же сортов, выращиваемых в стланцевой форме, масса плодов составила $100,5 \pm 4,02$ г и $152,3 \pm 4,59$ г соответственно. В этот же год у стланцевых деревьев средняя масса плода составляла от 48 г (сорт Золотой шип) до 152,3 г (Бисмарк). Разница по данному показателю между деревьями разных форм выращивания одних и тех же сортов достигала 299 %. Однако, у сорта Коричное полосатое в 2019 г. плоды не имели достоверных различий по размерам и массе, невзирая на разный габитус деревьев.

Таблица 4.9 – Масса яблока разных сортов, растущих в стланцевой (I вариант) и открытой (II вариант) формах, г в свежем состоянии

Сорт	Вариант	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ}
Белый налив	I	100,5	4,02	19,69	19,6	4,0	14,94
	II	33,6	1,97	11,16	33,2	5,9	
Бисмарк	I	152,3	4,59	25,16	16,5	3,0	13,06
	II	76,7	3,53	17,63	23,0	4,6	
Грушовка московская	I	66,7	2,06	11,29	16,9	3,1	8,71
	II	44,8	1,44	8,63	19,3	3,2	
Золотой шип	I	48,0	1,17	6,43	13,4	2,4	5,59
	II	36,7	1,65	9,18	25,0	4,5	
Коричное полосатое	I	75,5	2,39	13,09	17,3	3,2	0,82
	II	72,6	2,62	13,37	18,4	3,6	
Папировка	I	91,2	2,17	11,69	12,8	2,4	6,33
	II	65,5	3,43	18,76	28,6	5,2	

Выводы по главе:

1) В молодом возрасте надземная фитомасса вегетативных органов яблони, выращиваемой в стланцевой форме, распределяется следующим образом: 12 % приходится на листья, 16,6 % на штамб и 71,4 % на ветви. Спустя столетие большая часть надземной фитомассы также приходится на ветви кроны, но масса листьев в процентном соотношении уменьшается до 1,8 %.

2) Установлена сезонная изменчивость накопления надземной фитомассы стланцевой формы, которая связана со способом формирования кроны деревьев. После обрезки усыхающих, больных или неправильно растущих ветвей (для поддержания стланцевой формы деревьев), которая проводится регулярно (один раз в три-четыре года) в ранневесенний период, дерево теряет до 30 % прироста

фитомассы ветвей за этот период. Фитомасса листьев и однолетних побегов снижается при летней пинцировке (потери массы листьев составляют около 8 %).

3) Надземная фитомасса вегетативных органов 90-летней яблони, выращиваемой в открытой форме, распределяется следующим образом: 9,8 % приходится на листья, 39,1 % на ствол и 51,1 % на ветви.

4) Выявлено влияние формы выращивания растений на показатель массы 1 см^2 листовой пластинки. Деревья стелющейся формы имеют большие значения LMA, что указывает на их меньшую пластичность к условиям среды. Наиболее высокой пластичностью, основываясь на показателях LMA, характеризуется сорт Белый налив.

5) Выявлено, что форма выращивания деревьев оказывает влияние на размеры и массу формирующихся плодов. Более крупные плоды образуются при стелющейся форме деревьев. Разница по массе плодов между растениями разных форм выращивания одних и тех же сортов достигает 299 %.

5 ИЗМЕНЧИВОСТЬ ФОРМИРОВАНИЯ ГЕНЕРАТИВНЫХ И ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ ЛЕТНИХ И ЗИМНИХ СОРТОВ ЯБЛОНИ

В работах ряда исследователей обращалось внимание на наличие межсортовой изменчивости крупноплодных сортов яблони Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского по показателям плодов [19, 73, 74, 77, 80].

Результаты исследований показателей плодоношения яблони разных сортов, приведенные в данной работе, подтверждают результаты более ранних исследований коллег и являются основой для разработки взаимосвязей между показателями вегетативных и репродуктивных органов деревьев, между показателями материнских деревьев и их семенного потомства.

5.1 Внутривидовая изменчивость формируемых плодов яблони

В конце вегетационного периода 2019 г. были собраны плоды, средняя масса которых составила $83,4 \pm 1,26$ г, варьируя от 33,8 (сорт Нобилис) до 184,6 г (Антоновка обыкновенная) (таблица 5.1).

Таблица 5.1 – Масса яблока крупноплодных сортов яблони, г

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	$t_{\phi 1}^*$	$t_{\phi 2}^*$
1	2	3	4	5	6	7	8
№ 22	72,3	2,70	15,54	21,5	3,7	11,89	3,72
Аврора	53,5	1,79	13,67	25,6	3,4	14,22	13,65
Анисик обыкновенный	67,6	2,32	12,93	19,1	3,4	12,52	5,98
Антипасхальное	89,0	2,43	13,30	14,9	2,7	10,21	-2,03
Антоновка желтая	56,7	1,29	7,16	12,6	2,3	14,00	14,84
Антоновка обыкновенная	184,6	9,04	49,53	26,8	4,9	-	-11,07
Антоновка шафранная	135,2	3,82	20,93	15,5	2,8	5,03	-12,85
Апорт среднерусский	130,9	9,78	47,92	36,6	7,5	4,03	-4,81
Аркад зимний	97,4	3,39	18,58	19,1	3,5	9,02	-3,86
Аркад стаканчатый	63,6	1,54	8,41	13,2	2,4	13,18	9,96

1	2	3	4	5	6	7	8
Астраханское белое	94,1	2,83	15,24	16,2	3,0	9,54	-3,45
Бабушкино	77,4	2,58	12,91	16,7	3,3	11,40	2,11
Белый налив	100,5	4,02	19,69	19,6	4,0	8,50	-4,04
Бефлер-китайка	129,3	3,50	19,18	14,8	2,7	5,70	-12,31
Бисмарк	152,3	4,59	25,16	16,5	3,0	3,18	-14,46
Воронежский воргуль	149,3	5,40	29,57	19,8	3,6	3,35	-11,87
Восковое	52,5	1,79	9,81	18,7	3,4	14,33	14,13
Генерал Орлов	76,4	1,71	9,38	12,3	2,2	11,75	3,32
Грушовка московская	66,7	2,06	11,29	16,9	3,1	12,70	6,91
Зеленое Крутовского	43,5	0,95	6,03	13,9	2,2	15,51	25,22
Золотой шип	48,0	1,17	6,43	13,4	2,4	14,98	20,56
Коричное полосатое	75,5	2,39	13,09	17,3	3,2	11,66	2,95
Красноярская красавица	47,3	1,89	10,33	21,9	4,0	14,86	15,93
Красноярский сибиряк	116,9	3,16	17,28	14,8	2,7	7,07	-9,83
Красноярское	47,5	2,05	11,24	23,6	4,3	14,78	14,90
Кулон-китайка	136,0	4,39	24,03	17,7	3,2	4,84	-11,50
Малиновка	57,8	2,31	12,47	21,6	4,0	13,58	9,71
Медовка	47,9	0,93	5,09	10,6	1,9	15,03	22,64
Нобилис	33,8	1,15	6,29	18,6	3,4	16,53	29,05
Папировка	91,2	2,17	11,69	12,8	2,4	10,04	-3,09
Пепин-китайка	48,8	2,04	11,18	22,9	4,2	14,64	14,42
Пепин шафранный	50,4	1,64	9,11	18,1	3,2	14,60	15,97
Петербургское летнее	41,3	1,49	7,90	19,1	3,6	15,63	21,57
Ренет бергамотный	85,1	1,92	10,51	12,4	2,3	10,76	-0,70
Славянка	68,4	2,02	11,27	16,5	3,0	12,54	6,33
Тень	86,5	2,66	15,06	17,4	3,1	10,40	-1,04
Титовка	166,5	5,85	32,02	19,2	3,5	1,67	-13,89
Среднее значение	83,4	1,26	42,60	51,1	1,5	10,64	-

*при $t_{05}=1,99$

У сортов Антипасхальное, Антоновка обыкновенная, Антоновка шафранная, Апорт среднерусский, Аркад зимний, Астраханское белое, Белый

налив, Бефлер-китайка, Бисмарк, Воронежский воргуль, Красноярский сибиряк, Кулон-китайка, Папировка, Ренет бергамотный, Тень, Титовка масса плода достоверно превышает среднюю массу яблока по всем изученным сортам. У сортов Антоновка обыкновенная, Антоновка шафранная, Апорт среднерусский, Бефлер-китайка, Бисмарк, Воронежский воргуль, Кулон-китайка, Титовка превышение составляет более одного среднеквадратического отклонения. Коэффициент внутривидовой изменчивости по массе яблока равен 51,1 % что свидетельствует об очень высоком уровне изменчивости данного признака. Внутри каждого сорта уровень изменчивости массы плода отмечается от низкого до высокого. Высокий уровень изменчивости данного показателя встречается у плодов сортов № 22, Аврора, Антоновка обыкновенная, Апорт среднерусский, Красноярская красавица, Красноярское, Малиновка, Пепин-китайка.

Внутривидовая изменчивость линейных размеров плода в 2019 г. характеризуется как средняя (коэффициент изменчивости равен 17,2 % по высоте плода и 18,0 % по диаметру). Средняя высота плодов равна $5,1 \pm 0,03$ см. Сорта Антоновка обыкновенная, Антоновка шафранная, Апорт среднерусский, Аркад зимний, Аркад стаканчатый, Астраханское белое, Белый налив, Бефлер-китайка, Бисмарк, Воронежский воргуль, Красноярский сибиряк, Кулон-китайка, Папировка, Славянка, Тень, Титовка характеризуются достоверным превышением по высоте плода (таблица 5.2).

Таблица 5.2 – Высота яблока разных сортов, см

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	$t_{\phi 1}^*$	$t_{\phi 2}^*$
1	2	3	4	5	6	7	8
№ 22	4,7	0,08	0,47	10,1	1,8	13,86	4,31
Аврора	4,6	0,07	0,50	10,9	1,4	15,69	7,04
Анисик обыкновенный	4,9	0,07	0,40	8,3	1,5	12,99	2,29
Антипасхальное	5,1	0,06	0,34	6,7	1,2	12,17	0,01
Антоновка желтая	4,2	0,04	0,24	5,6	1,0	19,71	17,18
Антоновка обыкновенная	6,4	0,14	0,77	12,0	2,2	1,42	-9,58
Антоновка шафранная	5,8	0,08	0,44	7,6	1,4	6,16	-8,86

1	2	3	4	5	6	7	8
Апорт среднерусский	5,7	0,15	0,75	13,0	2,7	5,12	-4,17
Аркад зимний	5,8	0,08	0,44	7,5	1,4	6,36	-8,64
Аркад стаканчатый	5,5	0,06	0,35	6,3	1,2	8,66	-6,72
Астраханское белое	5,2	0,08	0,43	8,3	1,5	10,50	-1,54
Бабушкино	4,8	0,08	0,39	8,2	1,6	13,70	3,82
Белый налив	5,5	0,08	0,41	7,4	1,5	8,29	-4,92
Бефлер-китайка	6,0	0,09	0,52	8,6	1,6	4,42	-9,79
Бисмарк	6,5	0,10	0,55	8,5	1,6	1,16	-13,88
Воронежский воргуль	6,1	0,09	0,47	7,6	1,4	4,14	-11,55
Восковое	4,7	0,08	0,42	8,9	1,6	14,27	4,74
Генерал Орлов	5,1	0,06	0,34	6,7	1,2	12,32	0,30
Грушовка московская	4,6	0,06	0,33	7,1	1,3	15,61	6,81
Зеленое Крутовского	4,3	0,05	0,30	7,1	1,1	19,14	15,05
Золотой шип	4,4	0,05	0,26	5,9	1,1	18,42	13,49
Коричное полосатое	4,7	0,07	0,39	8,2	1,5	14,34	4,63
Красноярская красавица	4,1	0,07	0,37	9,0	1,6	19,37	14,08
Красноярский сибиряк	6,1	0,05	0,30	4,9	0,9	4,78	-16,65
Красноярское	4,1	0,09	0,48	11,6	2,1	17,75	10,81
Кулон-китайка	6,2	0,10	0,53	8,5	1,6	3,06	-11,56
Малиновка	4,4	0,06	0,35	7,9	1,5	17,01	9,60
Медовка	4,4	0,05	0,25	5,7	1,0	17,84	12,14
Нобилис	4,2	0,06	0,31	7,4	1,4	19,43	14,89
Папировка	5,3	0,09	0,47	8,9	1,7	9,89	-1,96
Пепин-китайка	4,4	0,07	0,38	8,7	1,6	17,02	9,58
Пепин шафранный	4,4	0,05	0,28	6,4	1,2	17,75	11,60
Петербургское летнее	4,5	0,08	0,45	10,1	1,9	15,38	6,91
Ренет бергамотный	4,9	0,05	0,25	5,1	0,9	14,39	3,77
Славянка	4,8	0,13	0,70	14,5	2,6	10,80	1,85
Тень	5,6	0,07	0,38	6,7	1,2	7,85	-7,86
Титовка	6,7	0,12	0,65	9,7	1,8	-	-13,42
Среднее значение	5,1	0,03	0,87	17,2	0,5	11,64	-

*при $t_{05}=1,99$

Наибольшей высотой характеризуются плоды сорта Титовка. У сортов Антоновка обыкновенная, Бефлер-китайка, Бисмарк, Воронежский воргуль, Красноярский сибиряк, Кулон-китайка, Титовка превышение по высоте плода более одного среднеквадратического отклонения, равного 0,87 см. Наиболее мелкие плоды отмечены у сортов Красноярское, Красноярская красавица, Нобилис, Антоновка желтая, Зеленое Крутовского.

Средний диаметр плода в зависимости от сорта изменяется от 4,2 (сорт Нобилис) до 7,8 (сорт Титовка). Средневидовое значение данного показателя среди изученных сортов яблони равно $6,0 \pm 0,03$ см (таблица 5.3).

Таблица 5.3 – Диаметр плода разных сортов яблони, см

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	$t_{\phi 1}^*$	$t_{\phi 2}^*$
1	2	3	4	5	6	7	8
№ 22	6,1	0,09	0,50	8,2	1,4	13,29	-1,70
Аврора	5,4	0,06	0,49	9,1	1,2	21,70	8,46
Анисик обыкновенный	5,8	0,08	0,42	7,3	1,3	17,08	2,40
Антипасхальное	6,4	0,06	0,35	5,5	1,0	12,45	-6,14
Антоновка желтая	5,3	0,04	0,23	4,4	0,8	24,30	12,14
Антоновка обыкновенная	7,7	0,17	0,93	12,0	2,2	0,56	-10,20
Антоновка шафранная	7,2	0,07	0,39	5,4	1,0	5,54	-15,67
Апорт среднерусский	7,2	0,20	0,99	13,7	2,8	2,77	-6,09
Аркад зимний	6,5	0,08	0,43	6,7	1,2	11,15	-5,78
Аркад стаканчатый	5,5	0,06	0,34	6,2	1,1	20,73	6,83
Астраханское белое	6,4	0,07	0,39	6,2	1,1	12,02	-5,37
Бабушкино	6,1	0,09	0,43	7,1	1,4	13,80	-1,09
Белый налив	6,6	0,10	0,50	7,5	1,5	8,75	-6,17
Бефлер-китайка	7,2	0,07	0,40	5,5	1,0	5,14	-15,74
Бисмарк	7,6	0,08	0,44	5,8	1,1	1,96	-18,80
Воронежский воргуль	7,5	0,09	0,47	6,3	1,2	2,65	-16,53
Восковое	4,8	0,06	0,34	7,1	1,3	26,61	16,28
Генерал Орлов	5,9	0,06	0,32	5,3	1,0	17,32	0,73
Грушовка московская	5,8	0,06	0,31	5,3	1,0	19,00	3,36

1	2	3	4	5	6	7	8
Зеленое Крутовского	4,9	0,05	0,29	5,9	0,9	27,58	18,29
Золотой шип	5,1	0,07	0,40	7,9	1,4	23,05	11,08
Коричное полосатое	6,0	0,07	0,40	6,7	1,2	15,33	-0,36
Красноярская красавица	4,7	0,15	0,83	17,6	3,2	17,56	8,19
Красноярский сибиряк	6,8	0,08	0,42	6,1	1,1	8,25	-10,37
Красноярское	4,7	0,07	0,39	8,3	1,5	26,15	15,67
Кулон-китайка	7,4	0,10	0,52	7,1	1,3	3,03	-14,42
Малиновка	5,5	0,08	0,45	8,1	1,5	18,34	4,92
Медовка	5,1	0,06	0,30	6,0	1,1	25,41	14,25
Нобилис	4,2	0,05	0,28	6,8	1,2	34,05	29,50
Папировка	6,3	0,06	0,35	5,6	1,0	13,79	-3,97
Пепин-китайка	5,0	0,08	0,46	9,2	1,7	22,22	10,48
Пепин шафранный	5,0	0,07	0,37	7,4	1,3	24,66	13,24
Петербургское летнее	4,5	0,06	0,34	7,6	1,4	29,47	20,82
Ренет бергамотный	6,2	0,06	0,32	5,2	1,0	14,96	-3,04
Славянка	5,6	0,06	0,34	6,0	1,1	19,89	5,31
Тень	6,3	0,06	0,36	5,8	1,0	13,44	-4,63
Титовка	7,8	0,09	0,52	6,6	1,2	-	-18,75
Среднее значение	6,0	0,03	1,08	18,0	0,5	15,51	-

*при $t_{05}=1,99$

Большими размерами по диаметру характеризуются сорта № 22, Антипасхальное, Антоновка обыкновенная, Антоновка шафранная, Апорт среднерусский, Аркад зимний, Астраханское белое, Бабушкино, Белый налив, Бефлер-китайка, Бисмарк, Воронежский воргуль, Коричное полосатое, Красноярский сибиряк, Кулон-китайка, Папировка, Ренет бергамотный, Тень, Титовка. Средний диаметр яблока вышеперечисленных сортов достоверно превышает среднее значение по всей совокупности сортов яблони на территории Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского. У плодов таких сортов, как Титовка, Кулон-Китайка, Бефлер-китайка, Бисмарк, Воронежский воргуль, Антоновка обыкновенная, Антоновка шафранная, отмечается наибольший диаметр,

превышающий среднее значение на среднеквадратическое отклонение, равное 1,08 см.

В результате исследований выявлено, что изменчивость по срокам прохождения фенологических фаз у яблони домашней может оказывать влияние на биометрические показатели плодов и вегетативных органов растений. Так, на объекте исследований крупноплодные сорта яблони условно разделены на летние и зимние. В 2019 г. были выявлены достоверные различия по массе, высоте и диаметру плодов у сортов, отличающихся по срокам созревания. Плоды сортов зимнего срока созревания имели достоверно большие размеры ($5,2 \pm 0,03$ см против $4,6 \pm 0,03$ см по высоте и $6,2 \pm 0,04$ см в сравнении с $5,3 \pm 0,04$ см по диаметру) и массу в свежесобранном состоянии ($92,2 \pm 1,53$ г против $56,6 \pm 1,06$ г) (таблица 5.4).

Таблица 5.4 – Показатели плодов яблони летних и зимних сортов

Показатель	Масса, г	Высота, см	Диаметр, см
Летние сорта			
$\bar{x}$	56,6	4,6	5,3
$\pm\sigma$	23,26	0,65	0,83
$\pm m$	1,06	0,03	0,04
V, %	41,1	14,3	15,7
P, %	1,9	0,7	0,7
Зимние сорта			
$\bar{x}$	92,2	5,2	6,2
$\pm\sigma$	44,32	0,90	1,05
$\pm m$	1,53	0,03	0,04
V, %	48,1	17,3	16,8
P, %	1,7	0,6	0,6
t_{ϕ} (при $t_{05}=1,99$)	19,13	14,14	15,91

Наиболее изменчивым показателем явилась масса плодов – коэффициент варьирования составил 41,1 % у летних сортов и 48,1 % у зимних. По размерам плодов уровень изменчивости средний: 14,3 и 17,3 % по высоте и 15,7 и 16,8 % по диаметру соответственно.

5.2 Изменчивость формирования вегетативных органов у крупноплодных сортов яблони

Отмечено, что фенологическая форма крупноплодных сортов оказывала влияние на показатели листьев, образованных на деревьях.

Так, большими размерами и массой листьев в 2019 г. характеризовались сорта с более поздними сроками созревания плодов (зимние) (таблица 5.5).

Таблица 5.5 – Показатели листьев летних и зимних сортов яблони в 2019 г.

Группа сортов	$\bar{x}$	$\pm \sigma$	$\pm m$	V, %	P, %	t_{ϕ} при $t_{05}=2,04$
Площадь листа, см ²						
Летние	28,1	8,33	1,08	29,7	3,8	3,08
Зимние	32,3	9,60	0,83	29,8	2,6	
Масса листа, г в а.с.с.						
Летние	0,29	0,090	0,012	31,3	4,0	3,33
Зимние	0,34	0,104	0,009	30,6	2,6	

Для исключения выявленного влияния фенологической формы яблони домашней на размеры вегетативных и репродуктивных органов дальнейшие исследования проводились отдельно для этих групп сортов.

Группа сортов яблони, характеризующаяся более ранним созреванием плодов, в 2016 г. сформировала листья средней площадью от 21,0 см² (Петербургское летнее) до 41,0 см² (Красноярская красавица) (рисунок 5.1).

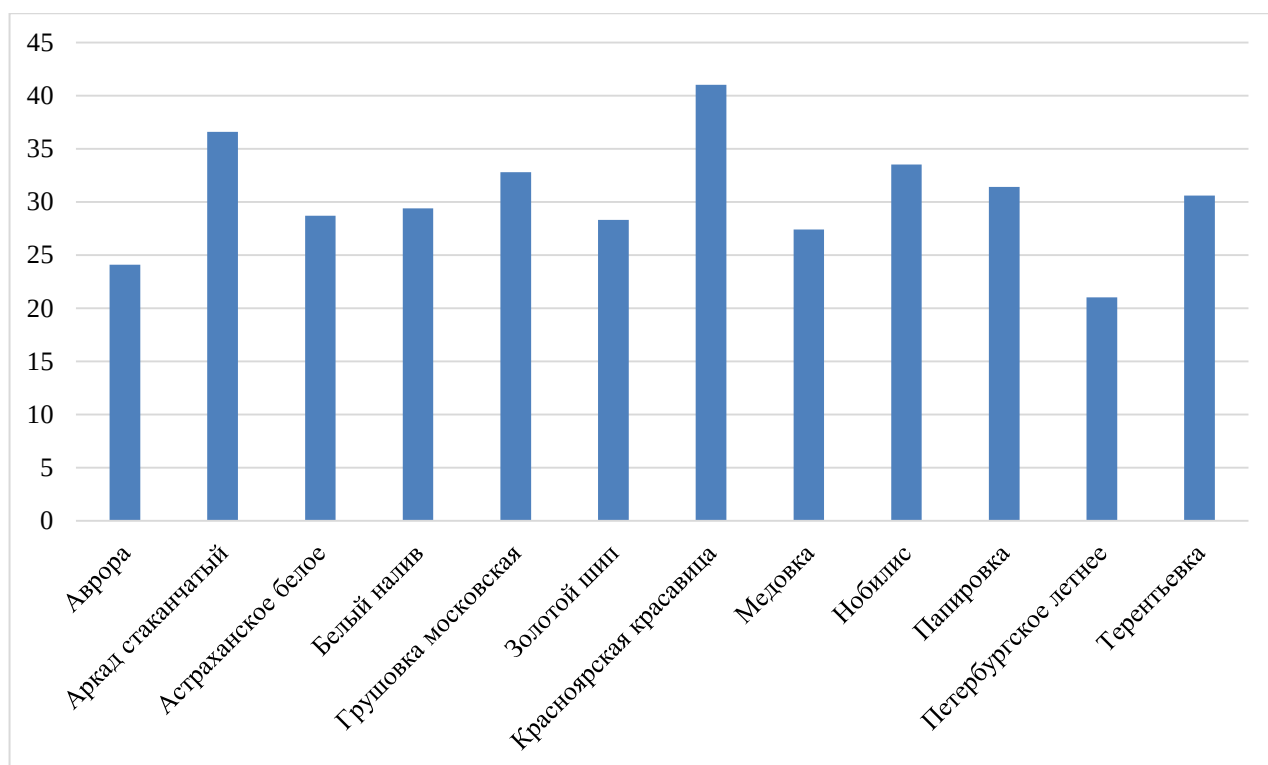


Рисунок 5.1 – Площадь листа летних сортов яблони, см²

Средняя площадь листовой пластинки у зимних сортов колебалась от $17,0 \pm 1,14$ до $45,0 \pm 0,79$ см² (рисунок 5.2).

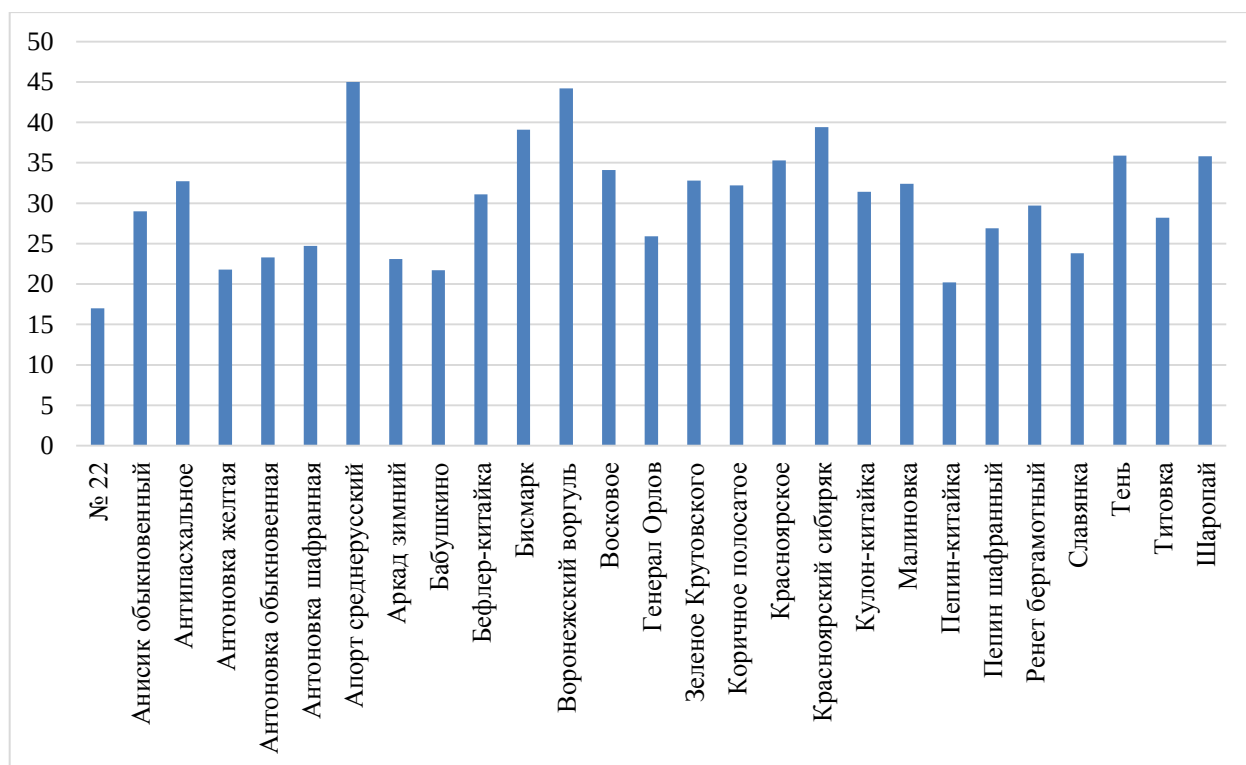


Рисунок 5.2 – Площадь листа зимних сортов яблони, см²

Наибольшая площадь листа отмечена у сорта Апорт среднерусский. Высокие значения данного показателя выявлены у сортов Красноярский сибиряк, Бисмарк, Воронежский воргуль.

Средняя масса листа составляла у летних сортов от 0,23 г (сорт Петербургское летнее) до 0,41 г (Аркад стаканчатый) в абсолютно сухом состоянии (рисунок 5.3).

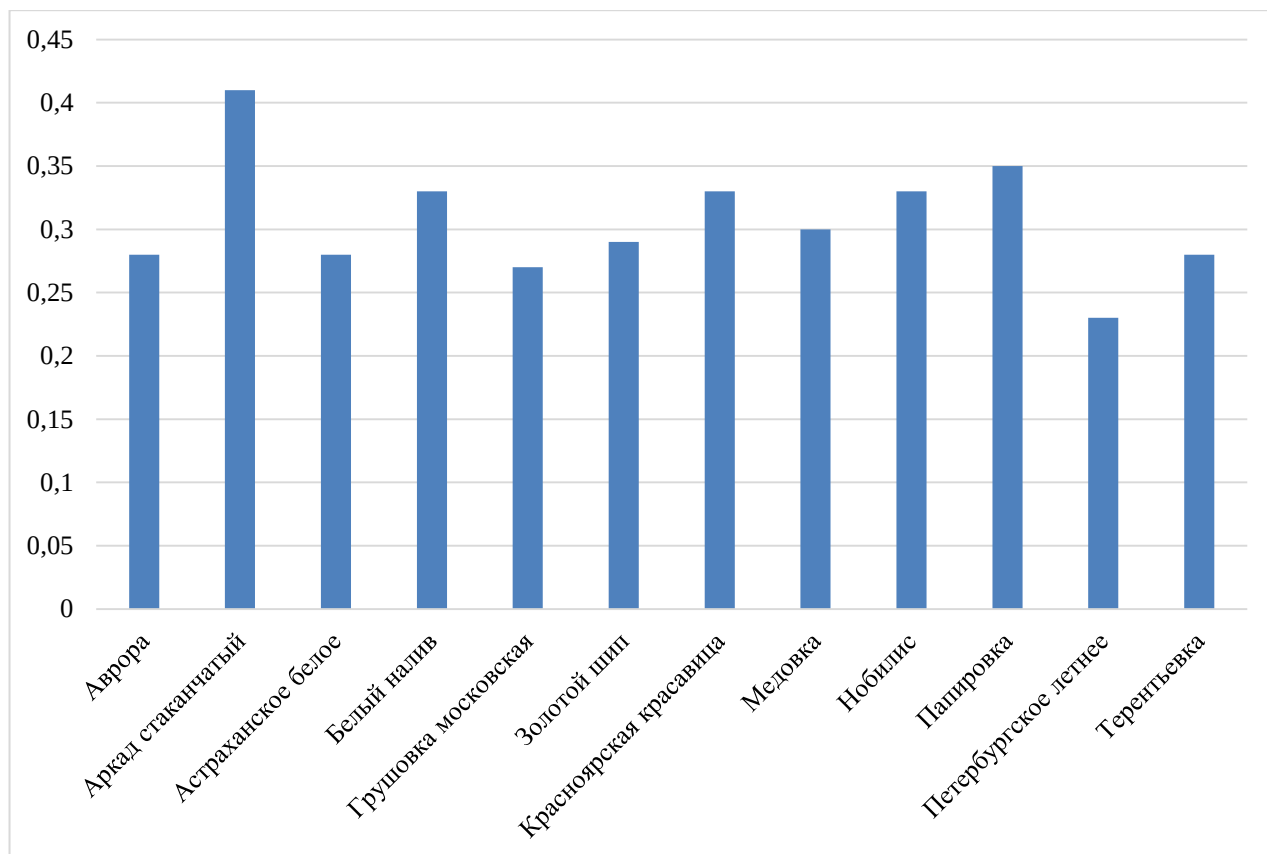


Рисунок 5.3 – Масса 1 листа летних сортов яблони, г в а.с.с.

Большими значениями показателя массы листа характеризовались сорта Белый налив, Красноярская красавица, Медовка, Нобилис, Папировка.

Средняя масса одного листа у зимних сортов имела значения от 0,12 г (сорт № 22) до 0,52 г (сорт Апорт среднерусский) в абсолютно сухом состоянии (рисунок 5.4).

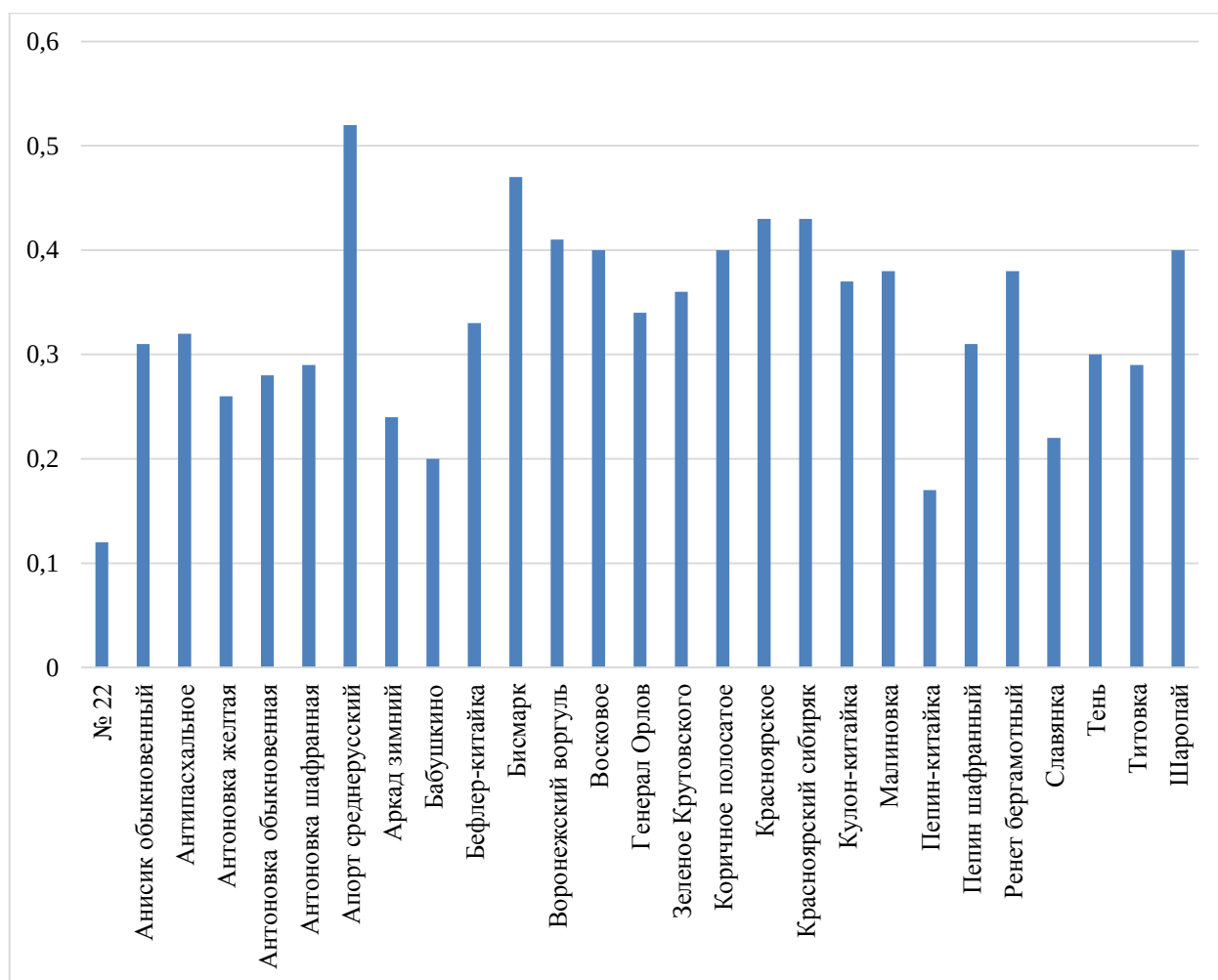


Рисунок 5.4 – Масса 1 листа зимних сортов яблони, г в а.с.с.

Большими значениями показателя массы листа характеризуются сорта Красноярский сибиряк, Воронежский воргуль, Коричное полосатое, Красноярское, Бисмарк.

Определен показатель массы 1 см² листа в абсолютно сухом состоянии в зависимости от сортовой принадлежности (таблица 5.6).

Таблица 5.6 – Масса 1 см² листа летних сортов яблони, мг в а.с.с.

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ} при $t_{05}=2,04$
1	2	3	4	5	6	7
Аврора	11,7	0,94	2,10	18,0	8,0	-
Аркад стаканчатый	11,2	1,14	2,55	22,7	10,2	0,34

1	2	3	4	5	6	7
Астраханское белое	9,7	0,30	0,67	6,9	3,1	2,05
Белый налив	11,1	0,36	0,81	7,3	3,3	0,62
Грушовка московская	8,3	0,50	1,12	13,5	6,0	3,24
Золотой шип	10,2	0,28	0,62	6,1	2,7	1,56
Красноярская красавица	8,0	0,31	0,68	8,6	3,8	3,77
Медовка	10,9	0,41	0,93	8,5	3,8	0,76
Нобилис	9,8	0,67	1,51	15,4	6,9	1,66
Папировка	11,1	0,28	0,64	5,7	2,6	0,61
Петербургское летнее	11,1	0,61	1,35	12,2	5,5	0,56
Терентьевка	9,0	0,43	0,96	10,8	4,8	2,65

Установлено, что показатель LMA (масса 1 см² листа в абсолютно сухом состоянии) варьировался у летних сортов от 8,0 мг до 11,7 мг. Достоверно меньшее значение данного показателя выявлено у сортов Астраханское белое, Грушовка московская, Красноярская красавица, Терентьевка. Наибольшая масса 1 см² листовой пластинки отмечена у сорта Аврора.

У зимних сортов яблони показатель LMA составил от 7,3 мг до 13 мг. По показателю массы 1 см² листа зимних сортов наблюдается средняя внутривидовая изменчивость (14,4 %). В зависимости от сортовой принадлежности изменчивость показателя от низкой (сорт Красноярское) до высокой (сорт № 22) (рисунок 5.5).

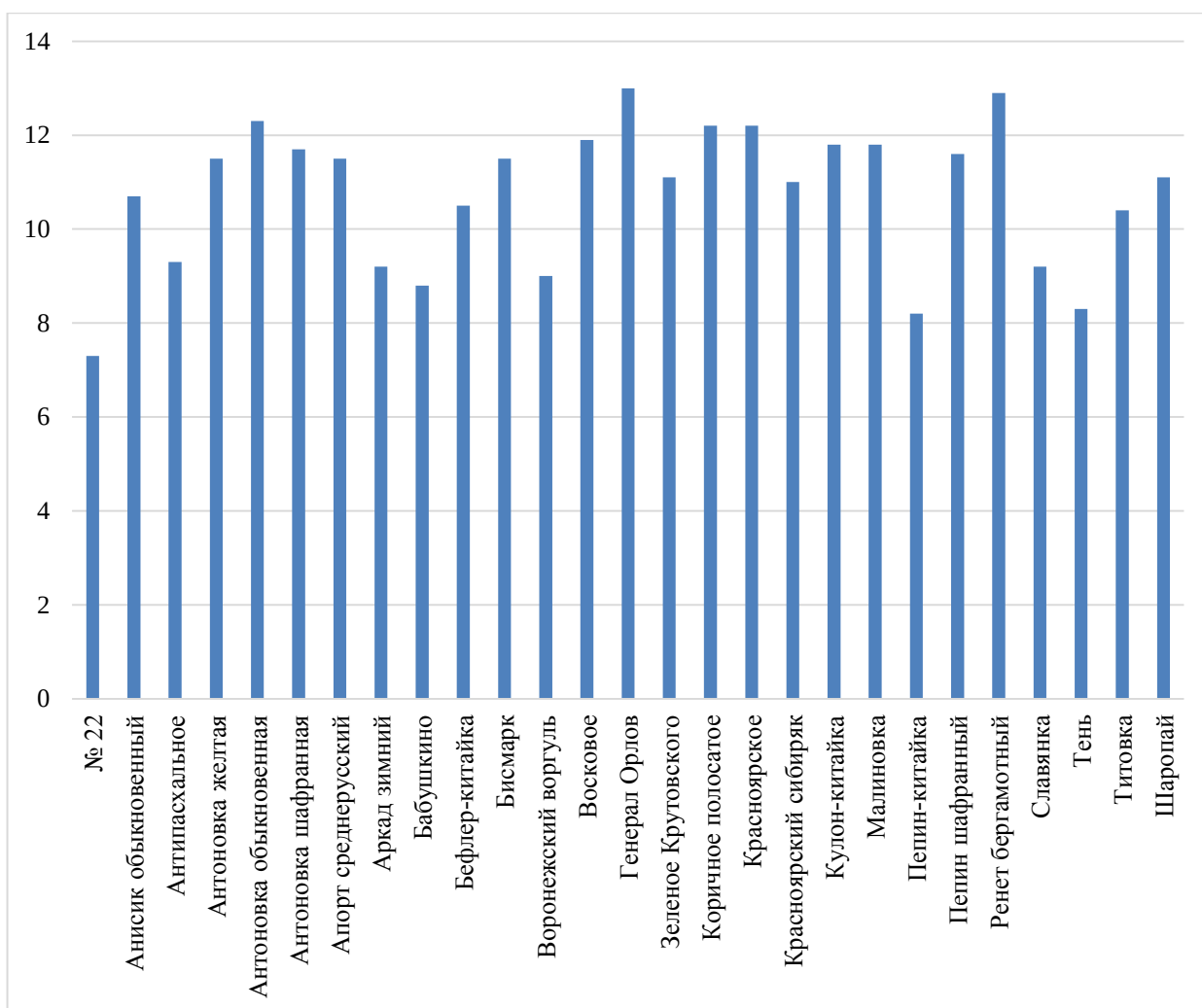


Рисунок 5.5 – Масса 1 см² листа зимних сортов яблони, мг в а.с.с.

Наибольшее значение показателя LMA отмечено у сорта Генерал Орлов. У сортов № 22, Антипасхальное, Славянка, Тень, Титовка, Шаропай, Бефлер-китайка, Воронежский воргуль, Зеленое Крутовского, Красноярский сибиряк, Пепин-китайка, Аркад зимний, Бабушкино масса 1 см² листа в абсолютно сухом состоянии достоверно меньше на уровне вероятности 95 %.

Масса всех листьев, образующихся на однолетнем побеге деревьев, составила у летних сортов от 2,6 г до 5,9 г в абсолютно сухом состоянии. Средняя площадь всех листьев однолетнего побега яблони изменялась от 239 см² (Петербургское летнее) до 525 см² (Аркад стаканчатый) (рисунок 5.6).

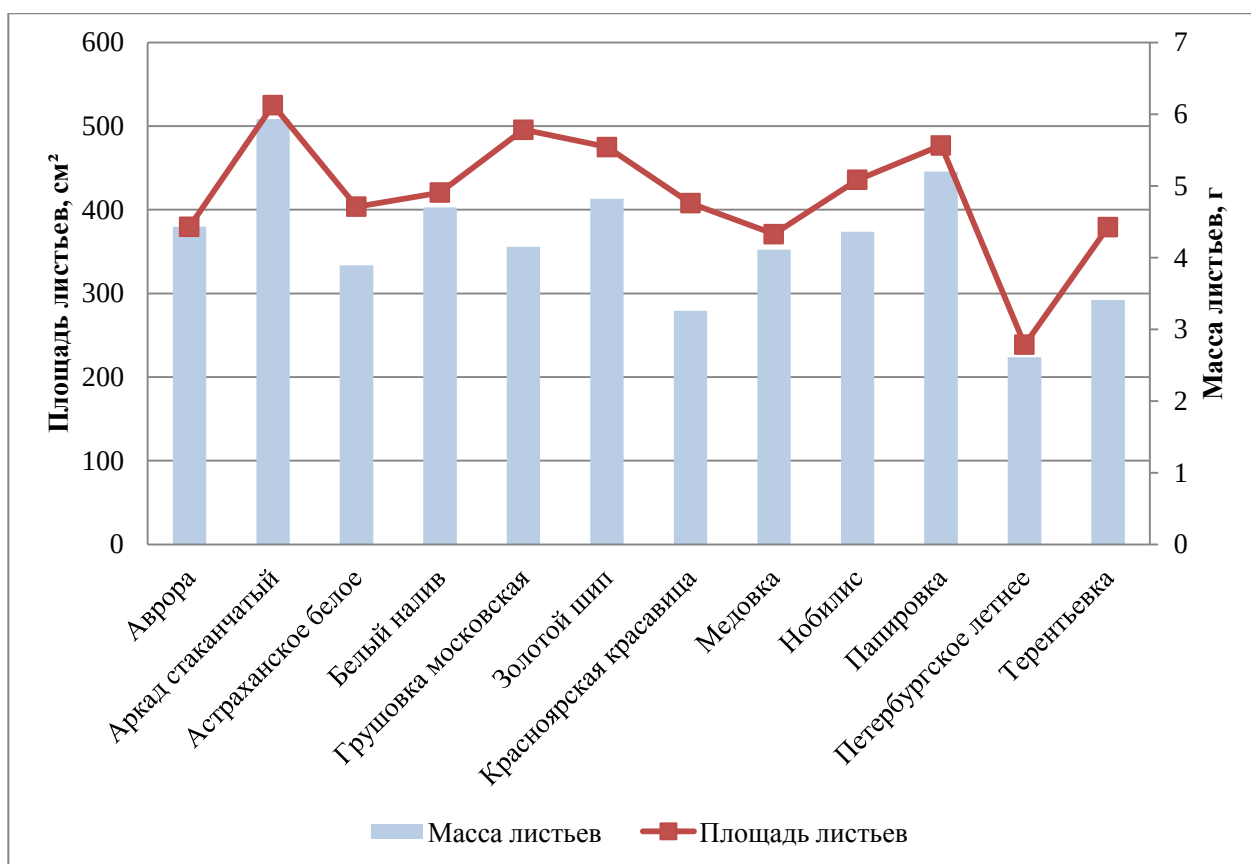


Рисунок 5.6 – Площадь и масса листьев на однолетнем побеге летних сортов

Корреляционный анализ показал наличие сильной положительной связи между показателями площади и массы листьев однолетнего побега у летних сортов яблони ($r = 0,82$). Данная зависимость аппроксимируется уравнением:

$$Y = 119,97X^{0,24}; \quad R^2 = 0,666, \quad (5.1)$$

где: Y – масса листьев, г в а.с.с.;

X – площадь листьев, см².

Облиственность однолетних побегов зимних сортов варьировала от 8 шт. (Анисик обыкновенный) до 21 шт. (Титовка). Масса листьев на однолетнем побеге зимних сортов составила от 1,6 (Пепин-китайка) до 7,4 г (Апорт среднерусский) в абсолютно сухом состоянии (рисунок 5.7).

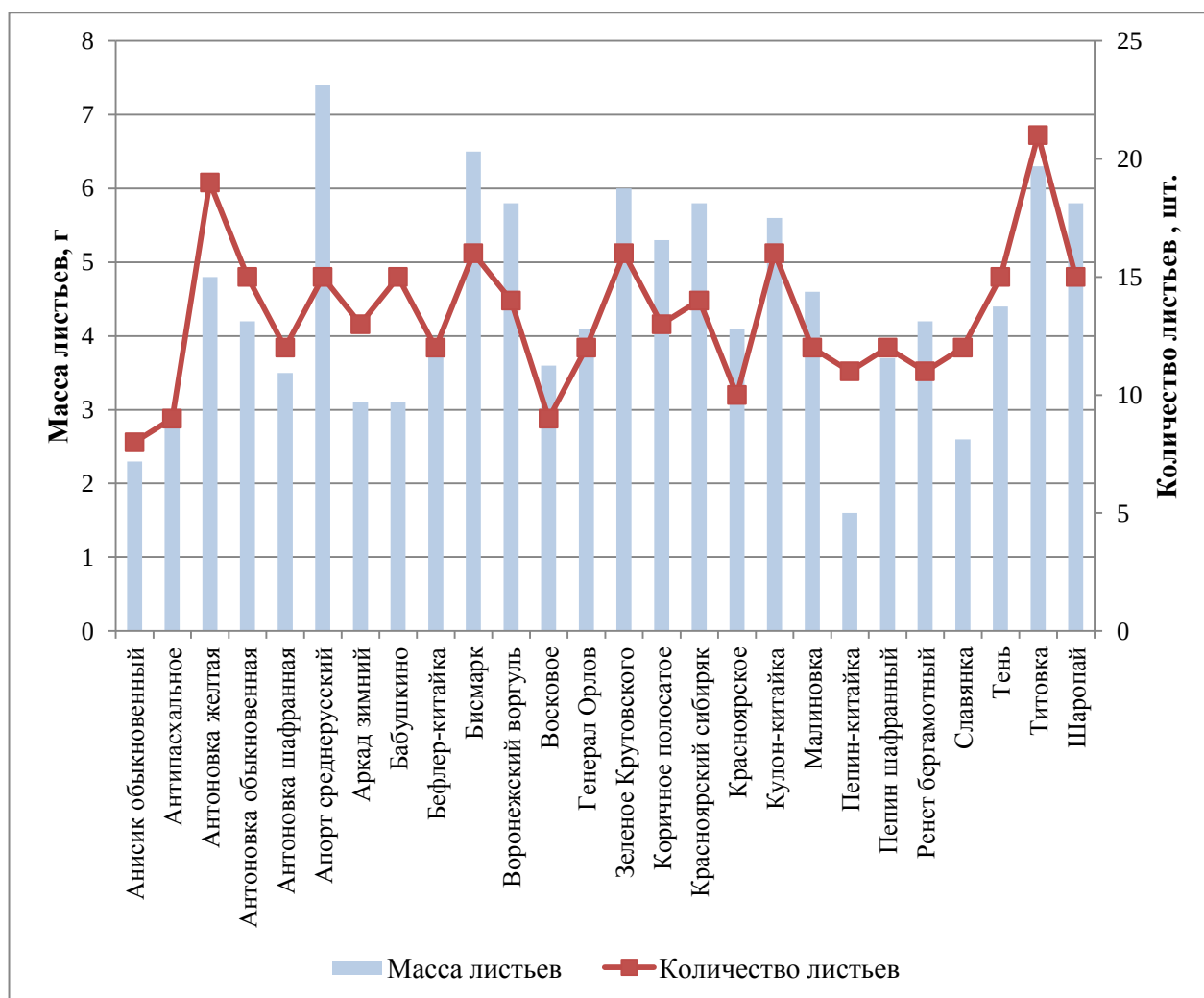


Рисунок 5.7 – Показатели листьев однолетних побегов зимних сортов яблони

Площадь листьев однолетнего побега зимних сортов яблони составила от 196 см² (Пепин-китайка) до 652 см² (Апорт среднерусский).

Обнаружена сильная положительная корреляция числа листьев однолетнего побега с их массой ($r = 0,65$) и площадью листовой поверхности ($r = 0,70$), массы и площади листьев однолетнего побега зимних сортов яблони ($r = 0,94$).

Зависимость площади листовой поверхности однолетнего побега зимних сортов яблони от их количества аппроксимируется уравнением:

$$Y = 1130,29e^{(-13,43/X)}; \quad R^2 = 0,513, \quad (5.2)$$

где: Y – площадь листьев, см²;

X – количество листьев, г в а.с.с..

Масса листьев на однолетнем побеге составила от 1,6 г (Пепин-китайка) до 7,4 г (Апорт среднерусский) в абсолютно сухом состоянии (рисунок 5.8).

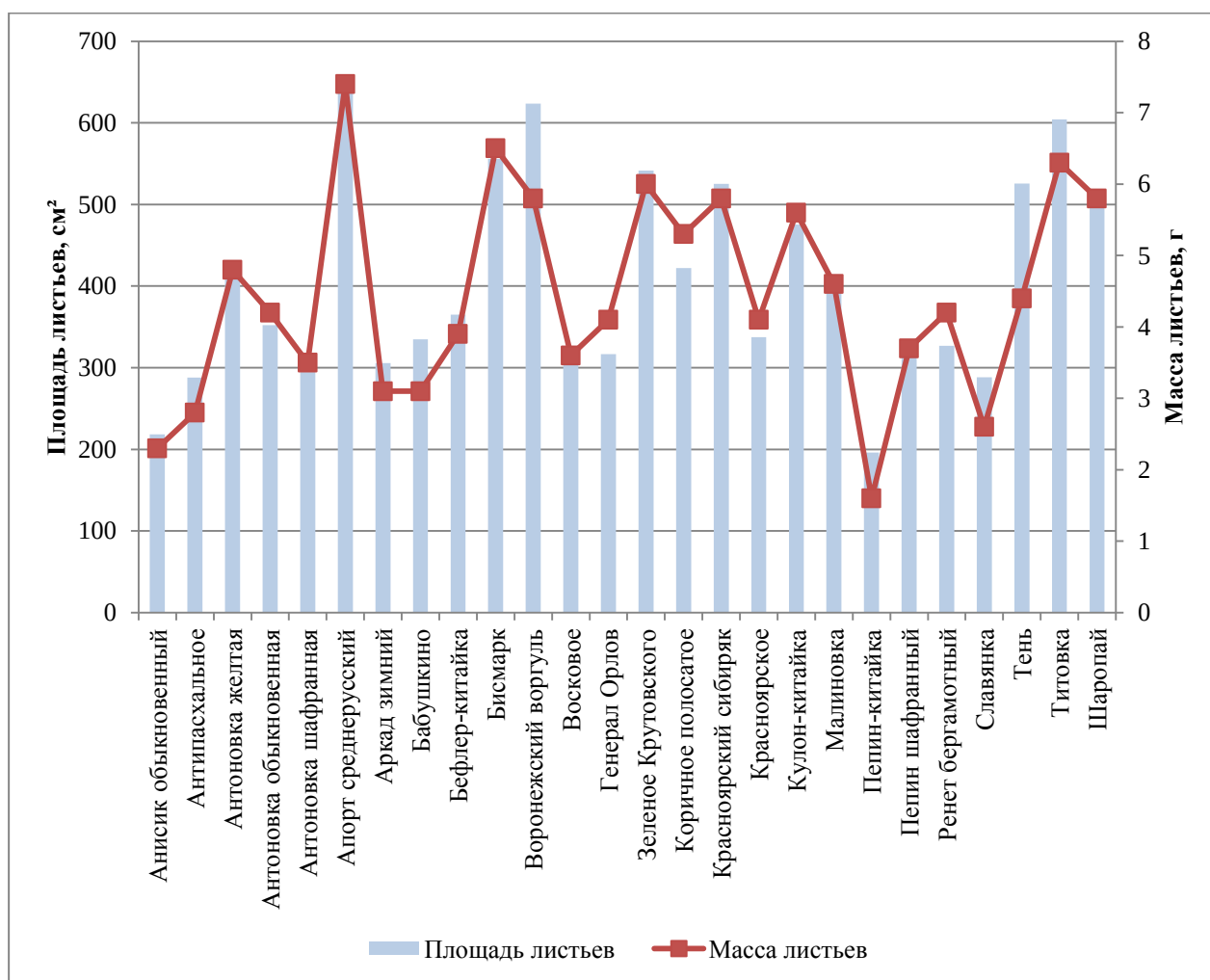


Рисунок 5.8 – Масса и площадь листьев на побеге зимних сортов яблони

Зависимость массы листьев однолетнего побега от их площади можно описать уравнением:

$$Y=14,45X^{(-77,03/X)}; \quad R^2=0,894, \quad (5.3)$$

где: Y – масса листьев, г в а.с.с.;

X – площадь листьев, см².

Выявлено неодинаковое процентное соотношение массы листвы и древесины побегов в зависимости от сортовой принадлежности деревьев. Так,

среди летних сортов наименьший процент листьев отмечен у сорта Нобилис. Наибольшая масса листьев на ветвях отмечена у сорта Грушовка московская (рисунок 5.9).

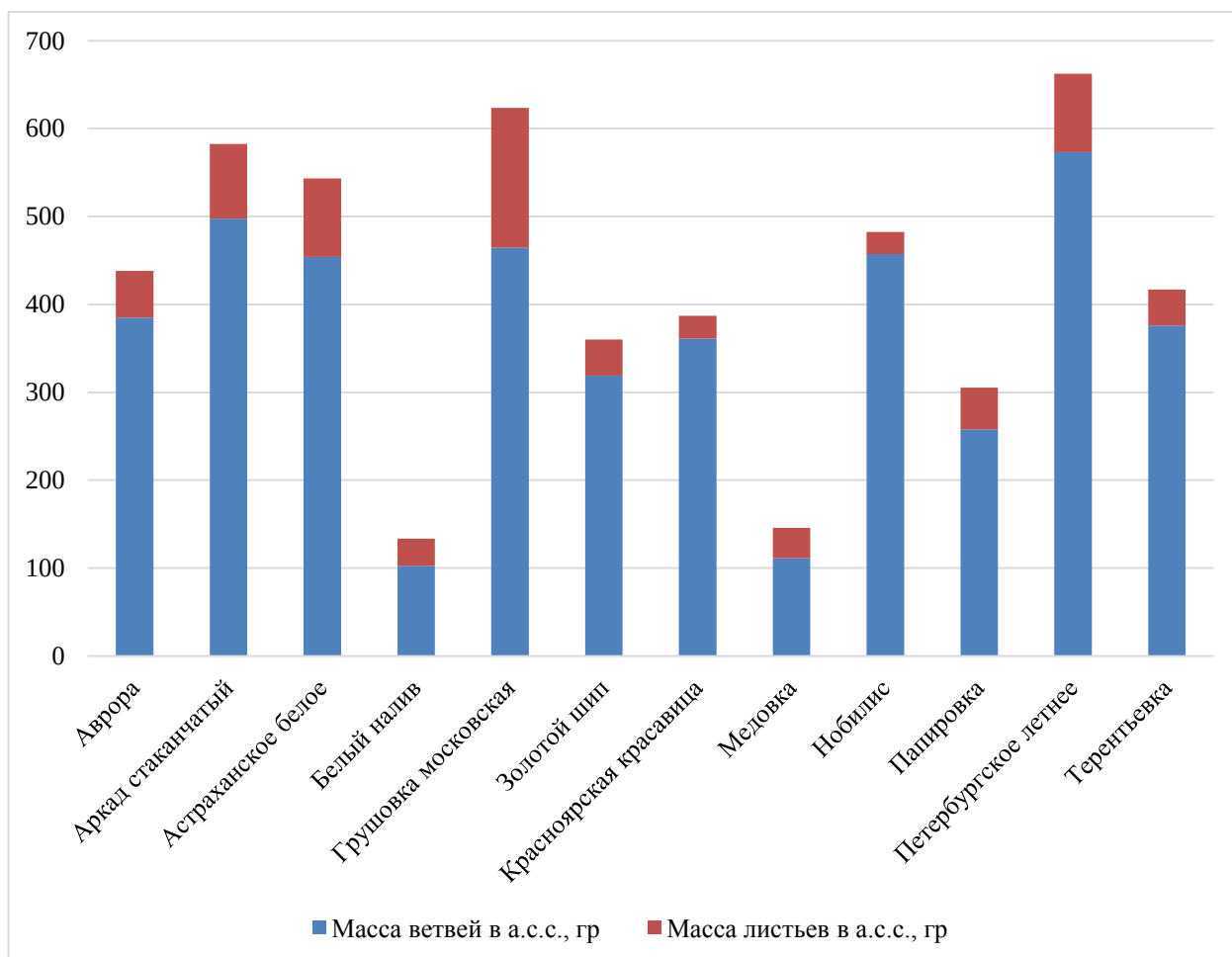


Рисунок 5.9 – Масса модельной ветви летних сортов, г в а.с.с.

Среди зимних сортов больший процент массы листьев сформировалось у деревьев сорта Красноярское, наименьший – у сортов Тень и Воронежский воргуль (рисунок 5.10).

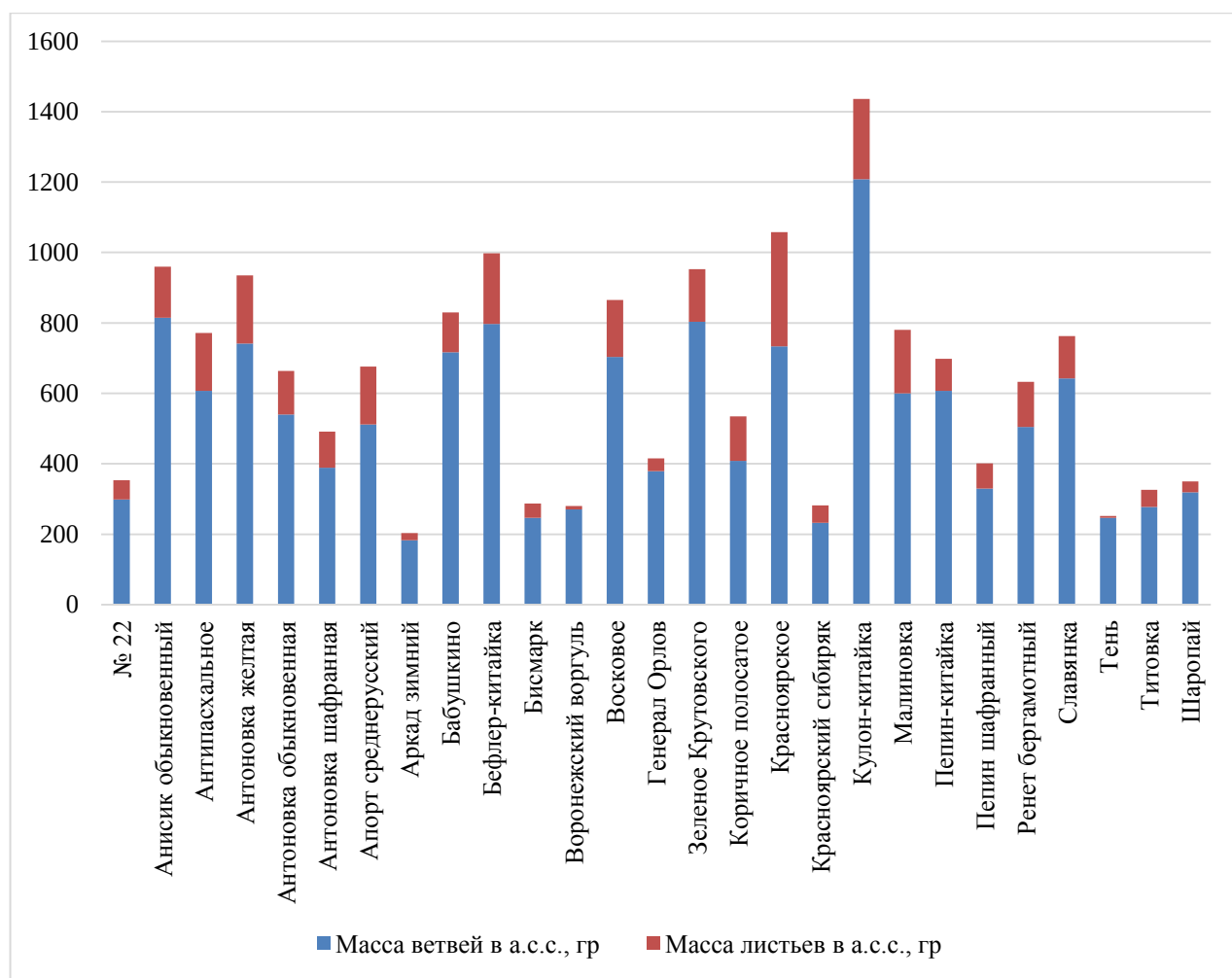


Рисунок 5.10 – Фитомасса модельной ветви зимних сортов, г в а.с.с.

Среди летних сортов наибольшая масса ветви отмечена у деревьев, сортов Петербургское летнее, Грушовка московская, наименьшая – у сортов Белый налив и Медовка. У зимних сортов наибольшей массой ветвей характеризуется сорт Кулон Китайка, меньшая фитомасса у деревьев сорта Аркад зимний.

В конце вегетационного периода были изучены однолетние побеги у деревьев яблони разных сортов. Длина текущих приростов ветвей составляла от 7,0 до 58,0 см. Средняя длина однолетних побегов равнялась $30,1 \pm 0,72$ см. Масса побегов варьировала от 0,4 до 6,9 г, в среднем составляя $2,2 \pm 0,09$ г в абсолютно сухом состоянии (таблица 5.7).

Таблица 5.7 – Показатели однолетних побегов яблони

Показатель	Масса побега, г в а.с.с.	Длина побега, см	Масса 1 пог. см сухого побега, мг
$\bar{x}$	2,2	30,1	71,1
$\pm\sigma$	1,26	10,04	23,56
$\pm m$	0,09	0,72	1,69
V, %	56,2	33,4	33,1
P, %	4,0	2,4	2,4

Масса 1 погонного сантиметра однолетнего побега равнялась $71,1 \pm 1,69$ мг в абсолютно сухом состоянии. Отмечены высокие уровни изменчивости показателей длины побега и единицы массы побега (33,4 и 33,1 % соответственно), очень высокий уровень изменчивости показателя массы однолетнего побега (56,2 %).

Масса однолетнего побега летних сортов яблони была равна от 1,12 г (Красноярская красавица) до 3,19 г (Золотой шип) в абсолютно сухом состоянии. Длина побега составила от 21,5 см (Красноярская красавица) до 35,8 см (Медовка) (рисунок 5.11).

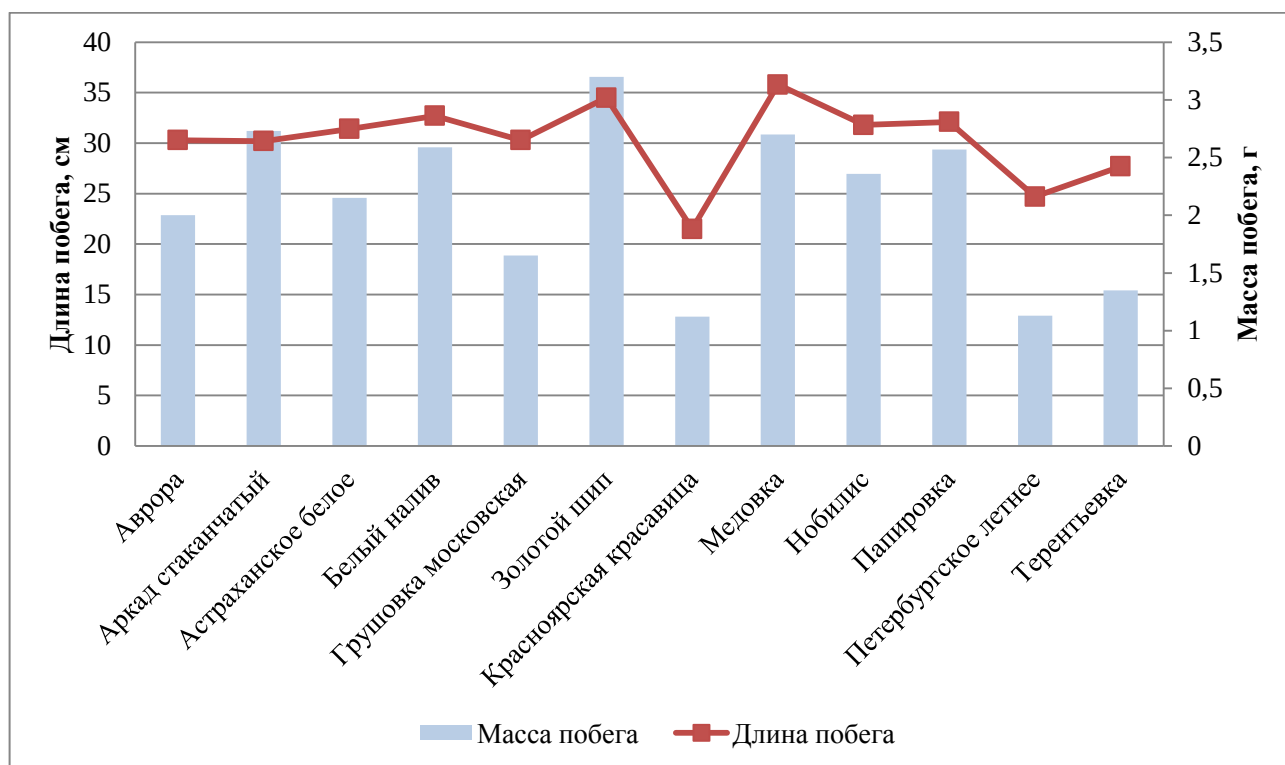


Рисунок 5.11 – Длина и масса побегов летних сортов яблони

Корреляционный анализ показал наличие сильной положительной связи между показателями массы и длины однолетнего побега у летних сортов яблони ($r = 0,87$). Данная зависимость аппроксимируется уравнением:

$$Y = 21,35e^{(-70,04/x)}, \quad R^2 = 0,774, \quad (5.4)$$

где: Y – масса побега, г в а.с.с.;

X – длина побега, см.

У зимних сортов масса побега в абсолютно сухом состоянии варьировала от 0,57 г (Анисик обыкновенный) до 4,88 г (Зеленое Крутовского) в а.с.с. Средняя длина побега изменялась от 15 до 44,6 см (рисунок 5.12).

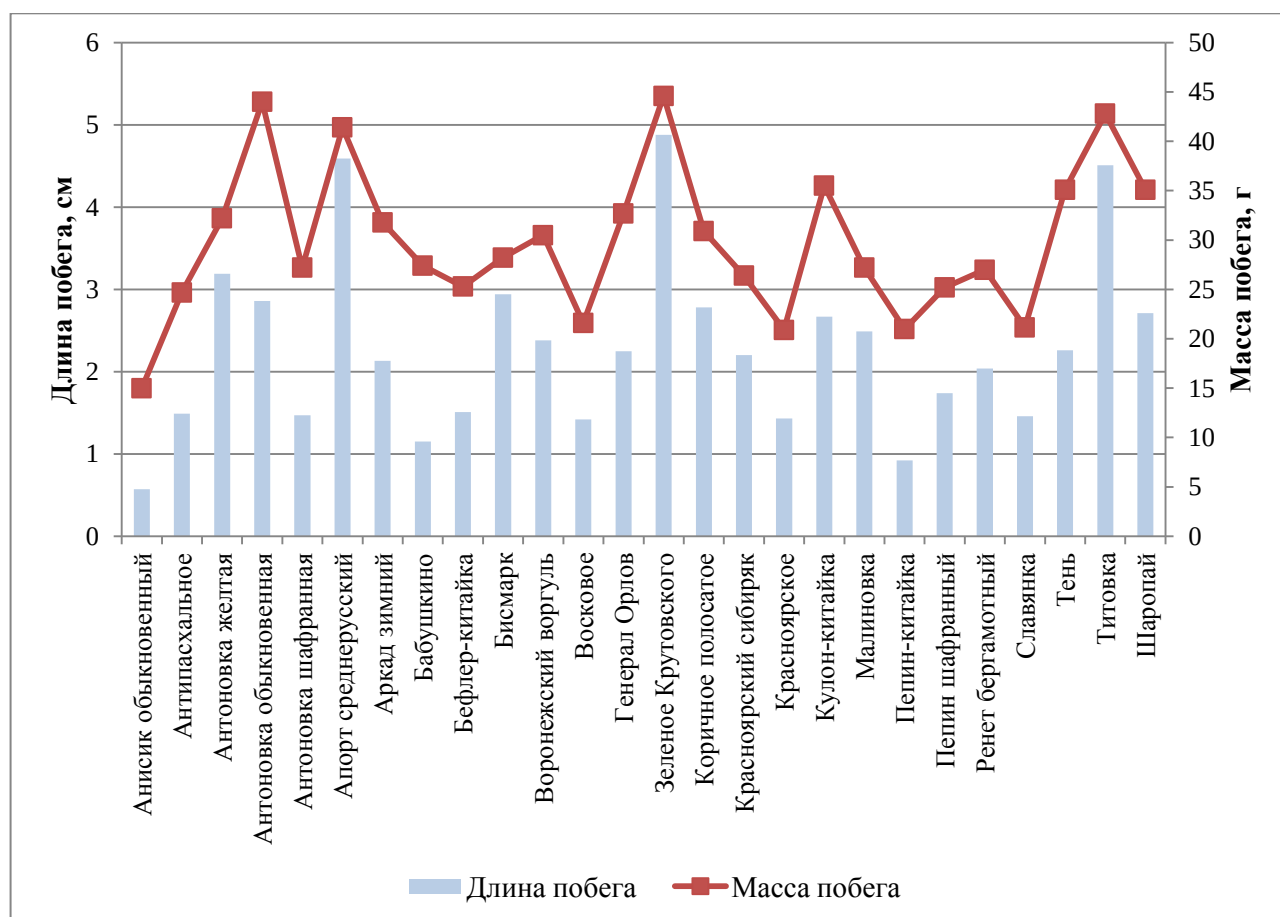


Рисунок 5.12 – Показатели побегов зимних сортов яблони

У зимних сортов яблони выявлена сильная положительная корреляция между показателями длины и массы однолетнего побега ($r = 0,88$). Данная зависимость может быть описана уравнением:

$$Y=13,00e^{(-51,26/X)}; \quad R^2=0,762, \quad (5.5)$$

где: Y – масса побега, г в а.с.с.;

X – длина побега, см.

С помощью подобранных уравнений возможно рассчитывать массу листьев в абсолютно сухом состоянии, не прибегая к деструктивным методам на ценных селекционных объектах и сокращая трудозатраты на проведение исследований.

Обнаружена сильная положительная корреляция между показателями массы однолетнего побега и листьев яблони ($r = 0,83$), которая может быть описана логарифмическим уравнением (рисунок 5.13):

$$Y=2,63+2,41\ln(X); \quad R^2=0,720, \quad (5.6)$$

где Y – масса листа, г в а.с.с.;

X – масса побега, г в а.с.с.

С помощью найденной зависимости формируемой фитомассы листьев и однолетних побегов яблони становится возможным спрогнозировать массу листьев в безлистный период года по показателям побегов.

В процессе исследований выявлены существенные зависимости между показателями вегетативных и генеративных органов деревьев яблони.

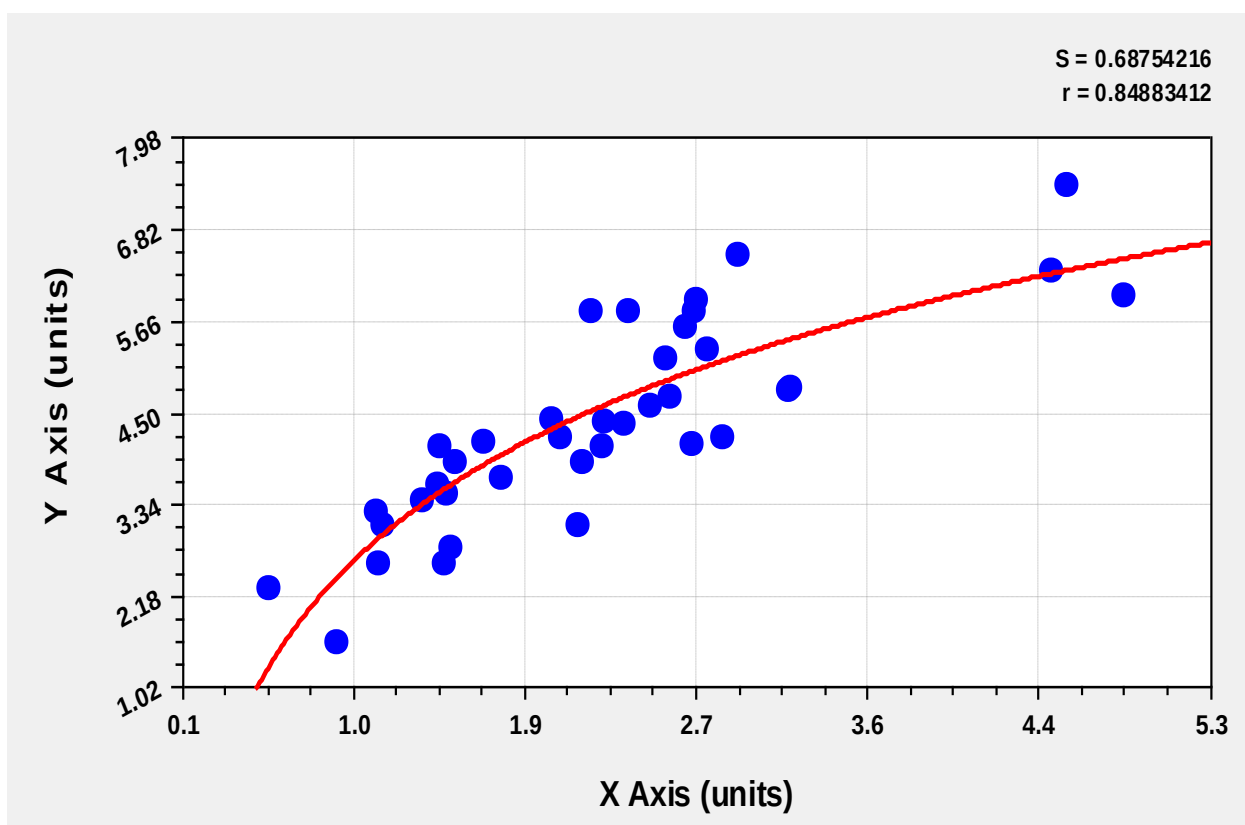


Рисунок 5.13 – Зависимость массы побега и листьев

Так, коэффициент корреляции между показателями массы листа в абсолютно сухом состоянии и диаметром плода яблони равен 0,85. Данную зависимость можно описать с помощью уравнения гиперболы:

$$Y = 9,28 - 1,25/X; \quad R^2 = 0,740, \quad (5.7)$$

где: Y – диаметр плода, см;

X – масса листа, г в а.с.с.

Корреляционный анализ показал наличие сильной положительной связи между показателями массы листа и массы плода яблони ($r = 0,80$). Зависимость аппроксимируется уравнением:

$$Y = 148,88 - 29,56/X; \quad R^2 = 0,640, \quad (5.8)$$

где: Y – масса плода, г в свежем состоянии;

X – масса листа, г в а.с.с.

Сильная положительная связь установлена между показателями площади одного листа и массы плода яблони ($r=0,84$). Зависимость аппроксимируется уравнением:

$$Y=1124,1e^{(-104,69/X)}; \quad R^2=0,714, \quad (5.9)$$

где: Y – масса плода, г в свежем состоянии;

X – площадь одного листа, см^2

Выявленные взаимосвязи размеров и массы вегетативных и генеративных органов яблони позволят прогнозировать ожидаемую урожайность, выделять перспективные по размерам и массе плодов сорта и генотипы яблони.

Выводы по главе 5:

1. На размеры и массу плодов и листьев оказывает влияние фенологическая форма деревьев. Большими размерами и массой данных показателей характеризуются сорта более позднего срока созревания (зимние).

2. Процентное соотношение фракций фитомассы кроны зависит от сортовой принадлежности деревьев. Наименьший процент листьев отмечен у сортов Нобилис, Тень и Воронежский воргуль. Большой процент массы листьев выявлено у сортов Красноярское, Грушовка московская.

3. Выявлены существенные зависимости между показателями массы ветвей и листьев, показателями вегетативных и генеративных органов яблони.

6 ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА РАЗНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ

Растения, размноженные семенами, характеризуются широкими адаптивными возможностями в различных условиях внешней среды. Отбор сеянцев до плодоношения является важным приемом сокращения селекционного процесса.

Для выявления перспективных для селекционной работы, высокопродуктивных сортов и генотипов яблони на ранних этапах онтогенеза было изучено семенное потомство материнских деревьев крупноплодных сортов яблони домашней коллекции Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского.

В 2018 и 2019 гг. были собраны семена разных сортов яблони. Семена, собранные в 2018 г., хранились в бумажных пакетах, помещенные в полиэтиленовые пакеты, в холодильнике. Температура воздуха в холодильнике составляла 4 °С, влажность воздуха – не более 50 %. Семена 2019 г. сбора до посева хранились в бумажных пакетах, помещенных в стеклянные емкости, в холодильнике.

Осенние посевы имеют ряд преимуществ по сравнению с весенними: избегаются затраты на проведение стратификации семян, используются более ценные, рано прорастающие семена, увеличивается срок вегетации. При осеннем посеве всходы появляются на 13-16 дней раньше, чем при весеннем [92].

6.1 Характеристика семян крупноплодных сортов яблони

Установлено, что большей массой 1000 шт. семян отличались сорта Антипасхальное, Антоновка шафранная, Антоновка обыкновенная, Бисмарк, Воронежский воргуль, Ренет бергамотный, Титовка (рисунок 6.1).

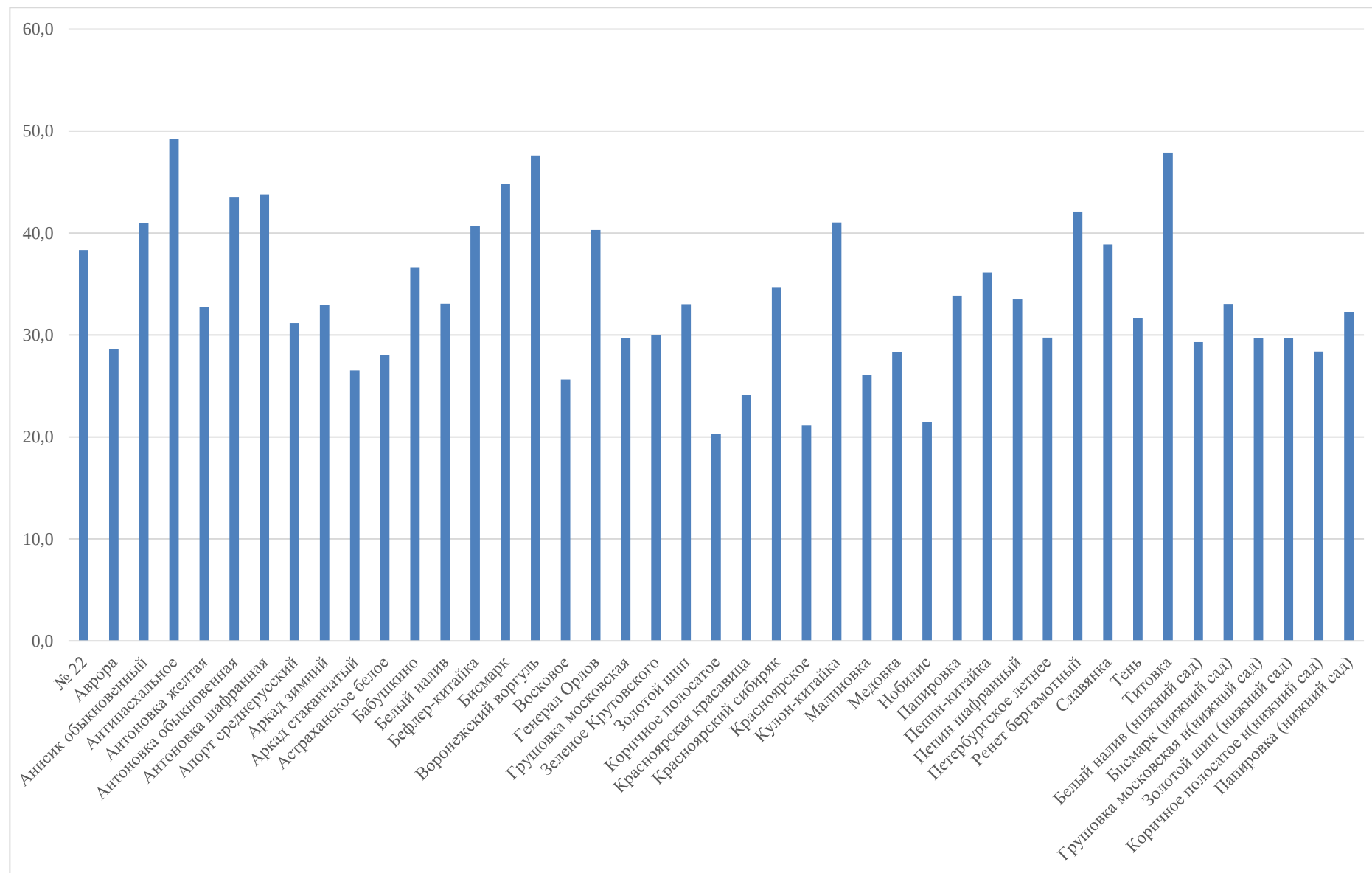


Рисунок 6.1 – Масса 1000 шт. семян, г

Меньшими значениями данного показателя характеризуются сорта Коричное полосатое, Красноярская красавица, Красноярское, Нобилис

Посевы семян 2018 и 2019 гг. сбора были осуществлены осенью 2019 г. Грунтовая всхожесть семян 2018 г. сбора варьировалась от 0 % (не взошли семена сорта Красноярская красавица) до 62 % (сорт Терентьевка).

Анализ семян, собранных в 2019 г. на верхней террасе Ботанического сада, показал, что у всех сортов, за исключением Аркада стаканчатого, чистота семян составила более 90 % (таблица 6.1).

Таблица 6.1 – Показатели семян яблони, собранных с верхней террасы

Сорт	Чистота семян, %	Грунтовая всхожесть, %	Число семян в плоде, шт.	Масса семени, мг
1	2	3	4	5
№ 22	97,1	72,0	5	38,3
Аврора	97,3	66,0	7	28,6
Анисик обыкновенный	99,9	60,0	9	41,0
Антипасхальное	99,1	46,0	7	49,2
Антоновка желтая	94,2	72,0	5	32,7
Антоновка обыкновенная	96,5	70,0	7	43,5
Антоновка шафранная	97,9	68,0	8	43,8
Апорт среднерусский	94,9	62,0	6	31,2
Аркад зимний	97,5	76,0	9	32,9
Аркад стаканчатый	86,8	34,0	5	26,5
Астраханское белое	96,3	68,0	8	28,0
Бабушкино	96,5	48,0	7	36,6
Белый налив	95,7	76,0	7	33,1
Бефлер-китайка	100,0	78,0	8	40,7
Бисмарк	98,5	60,0	6	44,8
Воронежский воргуль	96,5	46,0	3	47,6
Восковое	98,7	64,0	7	25,7
Генерал Орлов	97,6	92,0	8	40,3
Грушовка московская	95,7	92,0	6	29,7

1	2	3	4	5
Зеленое Крутовского	97,2	92,0	7	30,0
Золотой шип	94,0	56,0	4	33,0
Коричное полосатое	97,8	72,0	7	20,3
Красноярская красавица	98,9	78,0	8	24,1
Красноярский сибиряк	95,8	52,0	4	34,7
Красноярское	95,0	34,0	5	21,1
Кулон-китайка	100,0	28,0	7	41,0
Малиновка	83,0	40,0	6	26,1
Медовка	91,8	54,0	6	28,4
Нобилис	88,6	36,0	6	21,5
Папировка	88,7	52,0	5	33,9
Пепин-китайка	99,1	70,0	8	36,1
Пепин шафранный	98,4	72,0	7	33,5
Петербургское летнее	93,8	78,0	8	29,7
Ренет бергамотный	96,9	62,0	7	42,1
Славянка	98,1	68,0	7	38,9
Тень	95,5	74,0	6	31,7
Титовка	96,8	52,0	6	47,9
Среднее значение	95,8	62,7	7	34,3
$\pm m$	0,62	2,69	0,24	1,28
$\pm \sigma$	3,77	16,37	1,46	7,78
V, %	3,9	26,1	22,0	22,7
P, %	0,6	4,3	3,6	3,7

Средняя грунтовая всхожесть составила $62,7 \pm 2,69$ %, в зависимости от сорта изменялась от 28 % у сорта Кулон-китайка до 92 % (сорта Генерал Орлов, Грушовка московская, Зелёное Крутовского). Среднее число семян в яблоке варьировалось от 3 шт. (сорт Воронежский воргуль) до 9 шт. (сорта Аркад зимний, Анисик обыкновенный). Средняя масса одного семечка была равна $34,3 \pm 1,28$ мг. Варьирование в зависимости от сортовой принадлежности было в пределах от 20,3 мг у сорта Коричное полосатое до 49,2 мг (Антипасхальное).

Массой одного семени более 40 мг обладали 11 изученных сортов 11 (Анисик обыкновенный, Антипасхальное, Антоновка обыкновенная, Антоновка шафранная, Бельфлер-китайка, Бисмарк, Воронежский воргуль, Генерал Орлов, Кулон-китайка, Ренет бергамотный, Титовка).

В 2019 г. семена были собраны с материнских деревьев, произрастающих на нижней и верхней террасах.

При анализе показателей семян, собранных с нижней террасы, отмечено, что сорт Грушовка московская преобладает по чистоте семян (97,9 %), грунтовой всхожести (70,0 %) и количеству семян в одном плоде (8 шт.). Масса одного семени варьирует от 28,4 мг у сорта Коричное полосатое до 33,1 мг у сорта Бисмарк (рисунок 6.2).

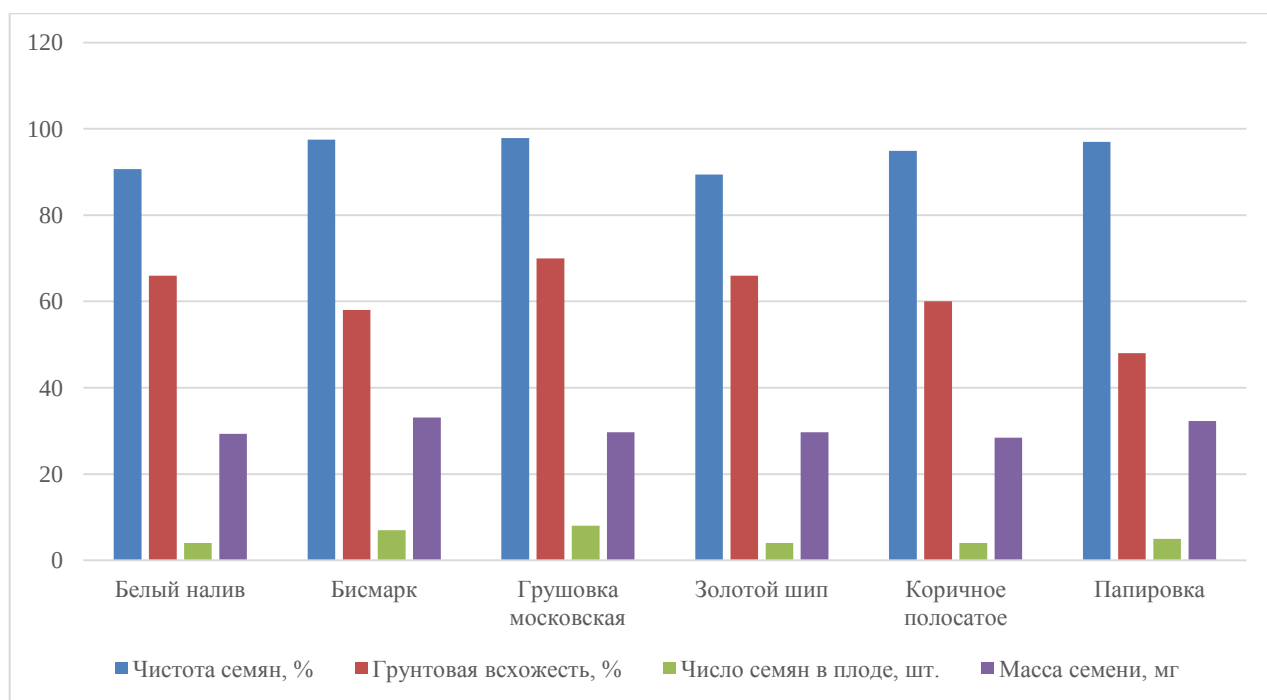


Рисунок 6.2 – Показатели семян яблоки, собранных с нижней террасы

Сравнивая показатели семян, собранных с деревьев, произрастающих на нижней и верхней террасах, можно отметить достоверные различия между вариантами по массе 1000 шт. семян ($t_{\text{факт.}} = 2,63$, что больше $t_{05} = 2,04$).

Отмечено, что лучшей грунтовой всхожестью отличаются семена при осеннем посеве в год сбора.

6.2 Изменчивость полусибов разных сортов яблони из семян 2019 г. сбора

Для яблони тесная положительная связь отмечена между сильнорослостью сеянцев и их скороплодностью; выявлена положительная связь между интенсивностью осенней окраски листвы у взрослых сеянцев яблони и окраской плодов; сеянцы яблони с летним созреванием плодов обычно раньше приобретают интенсивную окраску листьев; гораздо больше форм с повышенным вкусом плодов отбирается среди сеянцев, которые в однолетнем возрасте обладали крупными листьями с короткими черешками; среди сеянцев яблони, которые в 3-4-летнем возрасте имели более высокую общую селекционную оценку, в дальнейшем выделено вдвое больше отборных форм, чем среди сеянцев с низкой селекционной оценкой [35]. Также установлена связь между размером семядолей и крупноплодностью [116]. Использование выделенных корреляций на ранних этапах отбора позволит значительно сократить продолжительность селекции плодовых культур.

Осенью 2019 года был произведен посев семян 37 сортов яблони, произрастающих на верхней террасе Ботанического сада и 6 сортов с нижней террасы от свободного опыления. Сеянцы были выращены в одинаковых условиях на верхней террасе Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского.

В течение вегетационного периода 2020 года были замерены показатели сеянцев в июне, июле и августе. У всходов было определено наличие семядолей, подсчитано количество листьев с определением их площади, произведено измерение высоты и диаметр корневой шейки сеянцев. В последней декаде августа 2020 г. часть сеянцев были выкопаны для определения размеров и фитомассы с учетом надземных и подземной фракций.

Количество жизнеспособных сеянцев в июне составляло 1344 шт., в июле снизилось до 1319 шт. В августе 2020 года на опытном участке сохранилось 1293 шт. сеянцев. Отпад за вегетационный сезон составил 3,8 %.

Всходы яблони при прорастании выносят на поверхность семядоли, которые превращаются в семядольные листья. Семядольные листья разных видов отличаются по величине и форме [108, 109]. В данной работе оценивалось длительность сохранения семядольных листьев. Так, из 1344 шт. сеянцев в июне 2020 г. число растений с семядольными листьями составило 1110 шт. (82,6 %), в июле из 1319 шт. – у 159 шт. (12,0 %), в августе растений с семядольными листьями не отмечено.

Высота сеянцев варьировала от $4,5 \pm 0,03$ см в июне до $8,8 \pm 0,12$ см в августе. В июне наблюдался высокий уровень изменчивости высоты сеянцев, в июне и августе – очень высокий (более 40 %) (таблица 6.2).

Таблица 6.2 – Высота сеянцев яблони по месяцам, см

Дата измерения	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	P, %	V, %
13 июня 2020	4,5	0,03	1,27	0,8	28,2
15 июля 2020	7,8	0,11	3,90	1,4	49,9
20 августа 2020	8,8	0,12	4,36	1,4	49,3

Средняя высота сеянцев крупноплодных сортов яблони 13 июня 2020 года варьировала от $3,1 \pm 0,16$ см (Нобилис) до $5,6 \pm 0,17$ см (Анисик обыкновенный) (таблица 6.3).

Таблица 6.3 – Высота сеянцев в июне, см

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ}
1	2	3	4	5	6	7
№ 22	5,0	0,17	0,99	19,9	3,3	2,33
Аврора	3,9	0,12	0,70	18,0	3,1	7,77
Анисик обыкновенный	5,6	0,17	0,95	17,1	3,1	-
Антипасхальное	5,5	0,28	1,35	24,4	5,1	0,09
Антоновка желтая	4,0	0,14	0,87	21,7	3,6	6,90
Антоновка обыкновенная	4,5	0,14	0,84	18,9	3,2	4,87
Антоновка шафранная	4,4	0,15	0,90	20,3	3,5	4,81

1	2	3	4	5	6	7
Апорт среднерусский	4,4	0,22	1,25	28,0	5,0	3,90
Аркад зимний	4,4	0,14	0,87	19,9	3,2	5,15
Аркад стаканчатый	3,5	0,28	1,15	32,9	8,0	6,29
Астраханское белое	4,3	0,14	0,82	19,0	3,3	5,58
Бабушкино	4,3	0,19	0,95	22,2	4,5	5,01
Белый налив	4,9	0,19	1,58	32,3	3,8	2,55
Бефлер-китайка	5,0	0,13	0,80	16,0	2,6	2,59
Бисмарк	5,1	0,13	0,96	18,9	2,5	2,15
Воронежский воргуль	4,8	0,25	1,18	24,6	5,1	2,44
Восковое	3,7	0,16	0,88	24,0	4,2	8,16
Генерал Орлов	4,9	0,17	1,14	23,6	3,5	2,87
Грушовка московская	4,5	0,19	1,69	37,5	4,2	4,15
Зеленое Крутовского	4,4	0,13	0,87	19,6	2,9	5,14
Золотой шип	4,9	0,17	1,32	27,2	3,5	2,86
Коричное полосатое	3,5	0,15	1,23	35,7	4,4	9,09
Красноярская красавица	3,9	0,15	0,94	24,2	3,9	7,32
Красноярский сибиряк	4,1	0,25	1,27	31,2	6,1	4,90
Красноярское	3,9	0,27	1,12	28,8	7,0	5,23
Кулон-китайка	5,0	0,27	0,99	19,9	5,3	1,71
Малиновка	4,6	0,31	1,41	30,4	6,8	2,59
Медовка	4,3	0,16	0,82	19,3	3,7	5,43
Нобилис	3,1	0,16	0,69	22,3	5,3	10,30
Папировка	5,3	0,23	1,63	30,5	4,3	0,71
Пепин-китайка	4,4	0,19	1,15	26,2	4,4	4,49
Пепин шафранный	5,2	0,21	1,28	24,8	4,1	1,42
Петербургское летнее	3,6	0,14	0,85	23,7	3,8	8,96
Ренет бергамотный	4,6	0,19	1,04	22,3	4,0	3,60
Славянка	4,5	0,15	0,86	19,1	3,3	4,53
Тень	4,0	0,13	0,77	19,1	3,1	7,18
Титовка	5,5	0,24	1,20	21,9	4,3	0,22

По данному показателю сорт Анисик обыкновенный значительно отличался от большинства сортов ($t_{\phi} > t_{05}=1,99$). Исключение составили сорта Кулон-китайка, Папировка, Пепин шафранный и Титовка. Коэффициент внутривидовой изменчивости ($V, \%$) показал, что средний уровень изменчивости [71] по высоте сеянцев в июне наблюдался у сортов № 22, Аврора, Анисик обыкновенный, Антоновка обыкновенная, Аркад зимний, Астраханское белое, Бельфлер-китайка, Бисмарк, Зеленое Крутовского, Кулон-китайка, Медовка, Славянка и Тень. У остальных сортов отмечен высокий уровень изменчивости (21-40 %).

В июле максимальной высоты достигли сеянцы сорта Антипасхальное ($12,7 \pm 1,22$ см), несколько уступали сорта Анисик обыкновенный, Папировка, Малиновка, Пепин шафранный. Наименьшая высота отмечена у сеянцев сортов Зеленое Крутовского, Тень. У большинства растений (72,9 %) по данному показателю наблюдался очень высокий уровень изменчивости, у 27,1 % – высокий (таблица 6.4).

Таблица 6.4 – Высота сеянцев в июле, см

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	$V, \%$	$P, \%$	t_{ϕ}
1	2	3	4	5	6	7
№ 22	8,3	0,59	3,50	42,2	7,1	3,27
Аврора	6,3	0,53	3,03	48,1	8,4	4,84
Анисик обыкновенный	11,6	0,79	4,35	37,6	6,9	0,79
Антипасхальное	12,7	1,22	5,85	45,9	9,6	-
Антоновка желтая	8,0	0,61	3,63	45,2	7,6	3,46
Антоновка обыкновенная	7,5	0,46	2,71	35,9	6,1	3,99
Антоновка шафранная	9,1	0,68	3,93	43,1	7,5	2,60
Апорт среднерусский	6,3	0,49	2,74	43,3	7,8	4,88
Аркад зимний	7,7	0,62	3,79	49,3	8,1	3,68
Аркад стаканчатый	7,3	0,68	2,74	37,4	9,3	3,87
Астраханское белое	7,2	0,59	3,39	47,1	8,2	4,10
Бабушкино	9,3	0,86	4,22	45,3	9,2	2,30
Белый налив	8,2	0,45	3,71	45,4	5,5	3,52
Бельфлер-китайка	7,8	0,44	2,75	35,3	5,7	3,82

1	2	3	4	5	6	7
Бисмарк	7,9	0,43	3,32	42,1	5,5	3,75
Воронежский воргуль	9,4	0,62	2,71	28,7	6,6	2,41
Восковое	8,0	0,65	3,67	46,0	8,1	3,45
Генерал Орлов	6,4	0,44	2,96	46,6	6,9	4,93
Грушовка московская	6,8	0,54	4,84	71,2	7,9	4,46
Зеленое Крутовского	5,7	0,34	2,32	40,6	6,0	5,55
Золотой шип	8,3	0,42	3,22	38,9	5,1	3,47
Коричное полосатое	6,3	0,39	3,17	50,7	6,3	5,05
Красноярская красавица	6,4	0,55	3,41	53,2	8,5	4,75
Красноярский сибиряк	8,6	0,79	3,94	46,1	9,2	2,88
Красноярское	7,5	0,72	2,50	33,4	9,7	3,71
Кулон-китайка	8,9	0,93	3,09	34,8	10,5	2,52
Малиновка	10,5	1,05	4,20	40,1	10,0	1,42
Медовка	6,7	0,60	3,10	46,1	8,9	4,42
Нобилис	6,5	0,64	2,03	31,3	9,9	4,54
Папировка	10,2	0,78	5,23	51,5	7,7	1,79
Пепин-китайка	9,0	0,68	4,04	45,1	7,6	2,70
Пепин шафранный	10,2	0,90	5,31	51,9	8,8	1,65
Петербургское летнее	8,2	0,54	3,34	40,6	6,5	3,37
Ренет бергамотный	6,8	0,64	3,37	49,6	9,4	4,32
Славянка	7,4	0,58	3,41	46,2	7,9	3,96
Тень	4,9	0,21	1,30	26,6	4,4	6,36
Титовка	7,4	0,66	3,38	45,6	8,9	3,83

В конце вегетационного сезона 2020 года средняя высота сеянцев крупноплодных сортов яблони составила $8,8 \pm 0,12$ см. При изучении внутривидовой изменчивости установлено, что наибольшей высотой отличались сеянцы сорта Антипасхальное ($14,6 \pm 1,31$ см), несколько уступали сорта Анисик обыкновенный, Бабушкино, Малиновка, Пепин шафранный. Наименьшая высота отмечена у сеянцев сортов Зеленое Крутовского ($6,3 \pm 0,38$ см), Тень ($5,2 \pm 0,26$ см) и Коричное полосатое ($6,6 \pm 0,39$ см) (таблица 6.5).

Таблица 6.5 – Высота сеянцев в августе, см

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ}
1	2	3	4	5	6	7
№ 22	9,4	0,63	3,69	39,4	6,8	3,61
Аврора	6,8	0,59	3,39	50,1	8,7	5,47
Анисик обыкновенный	12,9	0,87	4,75	36,9	6,7	1,12
Антипасхальное	14,6	1,31	6,16	42,1	9,0	-
Антоновка желтая	10,2	0,88	5,18	50,9	8,6	2,81
Антоновка обыкновенная	8,3	0,56	3,30	39,7	6,7	4,41
Антоновка шафранная	10,7	0,77	4,37	40,7	7,2	2,54
Апорт среднерусский	6,9	0,52	2,90	41,7	7,5	5,43
Аркад зимний	10,3	1,03	6,15	59,7	9,9	2,59
Аркад стаканчатый	9,6	0,95	3,91	40,6	9,8	3,08
Астраханское белое	8,9	0,74	4,27	47,7	8,3	3,76
Бабушкино	11,5	0,92	4,40	38,3	8,0	1,95
Белый налив	9,0	0,50	4,03	44,6	5,5	3,97
Бефлер-китайка	9,2	0,48	2,97	32,4	5,3	3,89
Бисмарк	8,4	0,46	3,52	41,8	5,4	4,46
Воронежский воргуй	10,5	0,80	3,39	32,3	7,6	2,68
Восковое	9,1	0,67	3,78	41,6	7,4	3,76
Генерал Орлов	7,4	0,54	3,66	49,3	7,3	5,06
Грушовка московская	7,5	0,57	5,01	67,2	7,6	5,00
Зеленое Крутовского	6,3	0,38	2,59	41,5	6,1	6,12
Золотой шип	8,7	0,43	3,26	37,6	4,9	4,30
Коричное полосатое	6,6	0,39	3,11	47,0	5,8	5,84
Красноярская красавица	7,0	0,60	3,70	52,7	8,5	5,26
Красноярский сибиряк	9,7	0,82	4,12	42,5	8,5	3,18
Красноярское	8,9	0,78	2,91	32,6	8,7	3,72
Кулон-китайка	9,6	0,88	2,90	30,2	9,1	3,17
Малиновка	12,3	1,17	5,23	42,6	9,5	1,34
Медовка	7,4	0,64	3,27	44,3	8,7	4,95
Нобилис	7,9	0,77	2,79	35,5	9,8	4,42
Папировка	11,1	0,78	5,19	46,8	7,1	2,32
Пепин-китайка	10,6	0,75	4,42	41,5	7,0	2,63

1	2	3	4	5	6	7
Пепин шафранный	11,4	0,84	4,99	43,6	7,4	2,03
Петербургское летнее	9,2	0,55	3,45	37,5	6,0	3,80
Ренет бергамотный	7,4	0,60	2,70	36,4	8,1	4,99
Славянка	8,2	0,66	3,78	46,1	8,0	4,37
Тень	5,2	0,26	1,59	30,8	5,1	7,05
Титовка	8,3	0,72	3,59	43,4	8,7	4,24

Анализируя данные величины прироста в высоту по сортам (таблица 6.6), можно отметить, что в июне-июле данный показатель варьировал от 0,9 см у сорта Тень до 7,2 см – у Антипасхального. В июле-августе у большинства сеянцев прирост не превышал 2,0 см. Однако, сеянцы сортов Антоновка желтая и Бабушкино имели прирост по 2,2 см, а сорта Аркад зимний и Аркад стаканчатый 2,6 см и 2,3 см соответственно.

Динамика роста сеянцев разных сортов в течение вегетационного сезона приведена на рисунке 6.3.

Результаты исследований, приведенные на рисунке 6.4, наглядно демонстрируют увеличение числа сформированных листьев у сеянцев в разные периоды вегетационного сезона. Так, в июне наблюдалось 4-5 шт. листьев на сеянце, в июле – 7-12 шт., в августе – от 7 шт. до 14 шт.

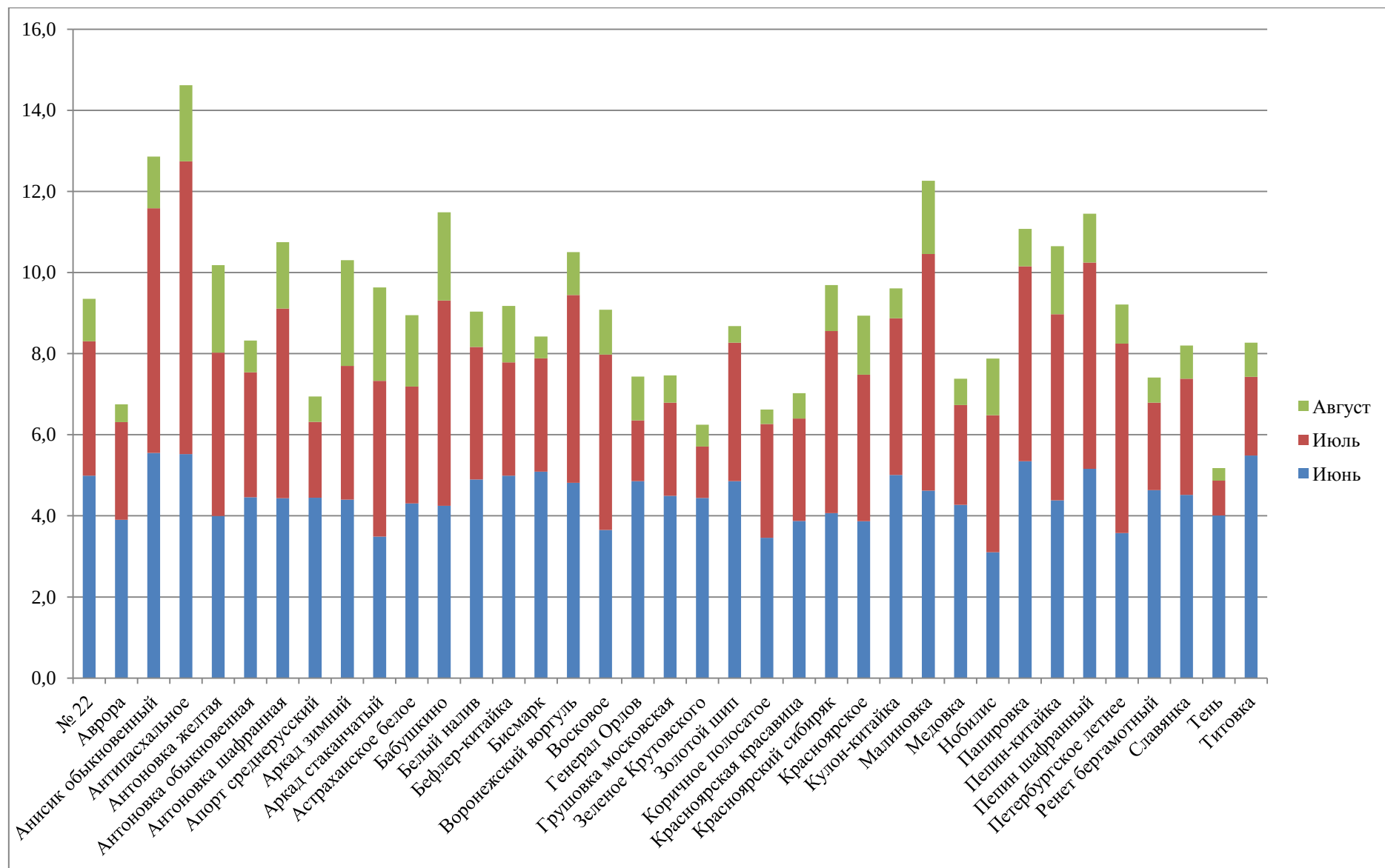


Рисунок 6.3 – Динамика роста сеянцев разных сортов в течение вегетационного сезона, см

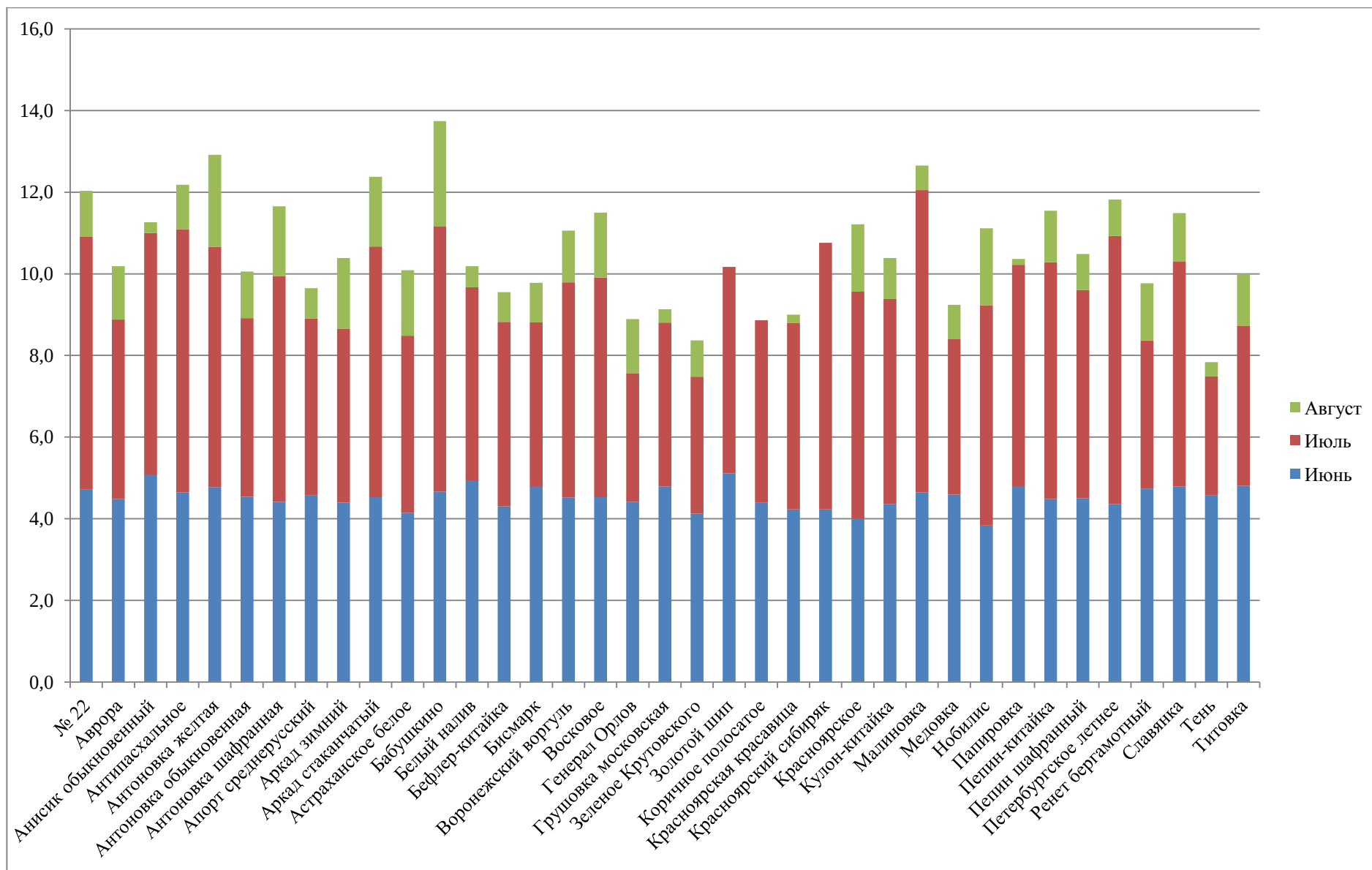


Рисунок 6.4 – Количество листьев сеянцев яблони по месяцам, шт.

Таблица 6.6 – Прирост сеянцев яблони по высоте, см

Сорт	Июнь-июль	Июль-август	Сорт	Июнь-июль	Июль-август
№ 22	3,3	1,1	Зеленое Крутовского	1,3	0,6
Аврора	2,4	0,5	Золотой шип	3,4	0,4
Анисик обыкновенный	6,0	1,3	Коричное полосатое	2,8	0,3
Антипасхальное	7,2	1,9	Красноярская красавица	2,5	0,6
Антоновка желтая	4,0	2,2	Красноярский сибиряк	4,5	1,1
Антоновка обыкновенная	3,0	0,8	Красноярское	3,6	1,4
Антоновка шафранная	4,7	1,6	Кулон-китайка	3,9	0,7
Апорт среднерусский	1,9	0,6	Малиновка	5,9	1,8
Аркад зимний	3,3	2,6	Медовка	2,4	0,7
Аркад стаканчатый	3,8	2,3	Нобилис	3,4	1,4
Астраханское белое	2,9	1,7	Папировка	4,9	0,9
Бабушкино	5,0	2,2	Пепин-китайка	4,6	1,6
Белый налив	3,3	0,8	Пепин шафранный	5,0	1,2
Бефлер-китайка	2,8	1,4	Петербургское летнее	4,6	1,0
Бисмарк	2,8	0,5	Ренет бергамотный	2,2	0,6
Воронежский воргуль	4,6	1,1	Славянка	2,9	0,8
Восковое	4,3	1,1	Тень	0,9	0,3
Генерал Орлов	1,5	1,0	Титовка	1,9	0,9
Грушовка московская	2,3	0,7			

Среднее число листьев, образованных к 13 июня 2020 г., равнялось $4,6 \pm 0,02$ шт., варьируя в зависимости от сорта от 3,8 шт. (сорт Нобилис) до 5,1 шт. (сорта Анисик обыкновенный, Золотой шип) (таблица 6.7).

Таблица 6.7 – Количество листьев сеянцев в июне, шт.

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ}
1	2	3	4	5	6	7
№ 22	4,7	0,11	0,66	14,0	2,3	2,37
Аврора	4,5	0,11	0,62	13,8	2,4	3,84
Анисик обыкновенный	5,1	0,11	0,58	11,5	2,1	0,29

1	2	3	4	5	6	7
Антипасхальное	4,7	0,13	0,65	13,9	2,9	2,52
Антоновка желтая	4,8	0,13	0,76	15,9	2,7	1,90
Антоновка обыкновенная	4,5	0,11	0,66	14,5	2,4	3,44
Антоновка шафранная	4,4	0,10	0,56	12,6	2,2	4,49
Апорт среднерусский	4,6	0,14	0,81	17,6	3,2	2,80
Аркад зимний	4,4	0,11	0,68	15,5	2,5	4,34
Аркад стаканчатый	4,5	0,19	0,80	17,7	4,3	2,54
Астраханское белое	4,1	0,07	0,44	10,5	1,8	6,69
Бабушкино	4,7	0,13	0,64	13,7	2,8	2,49
Белый налив	4,9	0,13	1,05	21,3	2,5	0,97
Бефлер-китайка	4,3	0,07	0,47	10,9	1,7	5,57
Бисмарк	4,8	0,10	0,74	15,6	2,0	2,13
Воронежский воргуль	4,5	0,18	0,85	18,7	3,9	2,75
Восковое	4,5	0,11	0,62	13,7	2,4	3,52
Генерал Орлов	4,4	0,11	0,78	17,6	2,6	4,16
Грушовка московская	4,8	0,11	0,97	20,3	2,3	1,98
Зеленое Крутовского	4,1	0,08	0,54	13,1	1,9	6,68
Золотой шип	5,1	0,12	0,97	18,9	2,4	-
Коричное полосатое	4,4	0,09	0,76	17,3	2,1	4,64
Красноярская красавица	4,2	0,08	0,48	11,5	1,8	6,05
Красноярский сибиряк	4,2	0,15	0,76	18,1	3,5	4,54
Красноярское	4,0	0,19	0,79	19,8	4,8	4,88
Кулон-китайка	4,4	0,20	0,74	17,1	4,6	3,23
Малиновка	4,7	0,22	0,99	21,2	4,8	1,83
Медовка	4,6	0,12	0,64	13,8	2,7	3,00
Нобилис	3,8	0,12	0,51	13,4	3,2	7,39
Папировка	4,8	0,12	0,82	17,1	2,4	1,98
Пепин-китайка	4,5	0,12	0,70	15,6	2,6	3,67
Пепин шафранный	4,5	0,12	0,70	15,5	2,6	3,62
Петербургское летнее	4,4	0,10	0,63	14,4	2,3	4,74
Ренет бергамотный	4,7	0,13	0,73	15,4	2,8	2,07

1	2	3	4	5	6	7
Славянка	4,8	0,10	0,59	12,3	2,1	2,00
Тень	4,6	0,08	0,50	11,0	1,8	3,67
Титовка	4,8	0,15	0,75	15,6	3,1	1,60

Наибольшее число листьев у сеянцев было образовано до 15.07.2020 г. К этому периоду в среднем на сеянцах сформировалось по $9,4 \pm 0,08$ шт. листьев (таблица 6.8).

Таблица 6.8 – Количество листьев сеянцев в июле, шт.

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ}
1	2	3	4	5	6	7
№ 22	10,9	0,40	2,38	21,8	3,7	1,43
Аврора	8,9	0,55	3,18	35,8	6,2	3,61
Анисик обыкновенный	11,0	0,53	2,89	26,3	4,8	1,22
Антипасхальное	11,1	0,60	2,86	25,8	5,4	1,06
Антоновка желтая	10,7	0,45	2,67	25,0	4,2	1,70
Антоновка обыкновенная	8,9	0,33	1,96	22,0	3,7	4,13
Антоновка шафранная	9,9	0,41	2,37	23,9	4,2	2,65
Апорт среднерусский	8,9	0,46	2,55	28,6	5,1	3,83
Аркад зимний	8,6	0,52	3,15	36,4	6,0	3,97
Аркад стаканчатый	10,7	0,67	2,85	26,7	6,3	1,44
Астраханское белое	8,5	0,44	2,51	29,6	5,2	4,40
Бабушкино	11,2	0,66	3,24	29,0	5,9	0,93
Белый налив	9,7	0,31	2,57	26,6	3,2	3,17
Бефлер-китайка	8,8	0,35	2,20	24,9	4,0	4,21
Бисмарк	8,8	0,37	2,81	31,9	4,2	4,18
Воронежский воргуй	9,8	0,53	2,30	23,5	5,4	2,62
Восковое	9,9	0,44	2,51	25,3	4,5	2,63
Генерал Орлов	7,6	0,39	2,64	34,9	5,1	5,71
Грушовка московская	8,8	0,32	2,87	32,6	3,6	4,31
Зеленое Крутовского	7,5	0,32	2,16	28,9	4,3	6,07

1	2	3	4	5	6	7
Золотой шип	10,2	0,32	2,45	24,1	3,1	2,50
Коричное полосатое	8,9	0,29	2,34	26,5	3,3	4,30
Красноярская красавица	8,8	0,46	2,88	32,7	5,2	3,95
Красноярский сибиряк	10,8	0,55	2,73	25,3	5,1	1,48
Красноярское	9,6	0,75	2,99	31,2	7,8	2,46
Кулон-китайка	9,4	0,73	2,63	28,0	7,8	2,67
Малиновка	12,1	0,68	3,05	25,3	5,7	0
Медовка	8,4	0,55	2,86	34,0	6,5	4,16
Нобилис	9,2	0,64	2,71	29,4	6,9	3,02
Папировка	10,2	0,45	3,02	29,6	4,4	2,24
Пепин-китайка	10,3	0,44	2,58	25,1	4,2	2,18
Пепин шафранный	9,6	0,50	2,93	30,5	5,2	2,90
Петербургское летнее	10,9	0,50	3,12	28,5	4,6	1,33
Ренет бергамотный	8,4	0,65	3,57	42,6	7,8	3,90
Славянка	10,3	0,56	3,29	32,0	5,5	1,98
Тень	7,5	0,32	1,95	26,1	4,3	6,05
Титовка	8,7	0,52	2,63	30,1	5,9	3,88

По показателю количества листьев, образованных на сеянцах в июле, наибольшими значениями отличился сорт Малиновка ($12,1 \pm 0,68$ шт.). Сеянцы сортов Анисик обыкновенный, Антипасхальное, Бабушкино также образовали большое количество листьев. Наименьшее число листьев было отмечено у сеянцев сортов Генерал Орлов, Зеленое Крутовского, Тень. Коэффициент изменчивости составляет в зависимости от сортовой принадлежности от 21,8 % (№ 22) до 42,6 % (Ренет бергамотный).

Максимальным количеством листьев в августе характеризуется сорт Бабушкино ($13,7 \pm 0,77$ шт.), сорта Антоновка желтая, Аркад стаканчатый, Малиновка также имели высокие значения, наименьшие значения были у сортов Генерал Орлов, Зеленое Крутовского, Коричное полосатое, Тень (таблица 6.9).

Таблица 6.9 – Количество листьев сеянцев в августе, шт.

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ}
1	2	3	4	5	6	7
№ 22	12,0	0,49	2,85	23,7	4,1	1,87
Аврора	10,2	0,65	3,70	36,3	6,4	3,51
Анисик обыкновенный	11,3	0,62	3,38	30,0	5,5	2,50
Антипасхальное	12,2	0,62	2,89	23,7	5,1	1,58
Антоновка желтая	12,9	0,77	4,58	35,5	6,0	0,75
Антоновка обыкновенная	10,1	0,45	2,63	26,2	4,4	4,14
Антоновка шафранная	11,7	0,51	2,87	24,6	4,4	2,26
Апорт среднерусский	9,6	0,55	3,06	31,7	5,7	4,33
Аркад зимний	10,4	0,74	4,43	42,6	7,1	3,14
Аркад стаканчатый	12,4	0,84	3,34	27,0	6,8	1,20
Астраханское белое	10,1	0,53	3,06	30,3	5,3	3,90
Бабушкино	13,7	0,77	3,70	26,9	5,6	0
Белый налив	10,2	0,40	3,18	31,2	3,9	4,10
Бефлер-китайка	9,6	0,38	2,32	24,3	3,9	4,88
Бисмарк	9,8	0,48	3,65	37,4	4,9	4,37
Воронежский воргуй	11,1	0,80	3,39	30,6	7,2	2,42
Восковое	11,5	0,54	3,06	26,6	4,7	2,38
Генерал Орлов	8,9	0,53	3,57	40,1	5,9	5,20
Грушовка московская	9,1	0,35	3,03	33,1	3,8	5,45
Зеленое Крутовского	8,4	0,38	2,57	30,7	4,5	6,25
Золотой шип	10,1	0,43	3,18	31,5	4,3	4,14
Коричное полосатое	8,8	0,33	2,69	30,7	3,8	5,94
Красноярская красавица	9,0	0,55	3,41	37,9	6,1	5,00
Красноярский сибиряк	10,7	0,64	3,20	29,8	6,0	3,02
Красноярское	11,2	0,70	2,64	23,5	6,3	2,42
Кулон-китайка	10,4	0,87	3,12	30,1	8,3	2,89
Малиновка	12,7	0,92	4,09	32,4	7,2	0,91
Медовка	9,2	0,65	3,24	35,1	7,0	4,47
Нобилис	11,1	0,97	4,00	36,0	8,7	2,12
Папировка	10,4	0,43	2,86	27,6	4,2	3,82
Пепин-китайка	11,5	0,50	2,93	25,4	4,3	2,40

1	2	3	4	5	6	7
Пепин шафранный	10,5	0,43	2,55	24,3	4,1	3,69
Петербургское летнее	11,8	0,56	3,50	29,6	4,7	2,01
Ренет бергамотный	9,8	0,92	4,68	48,0	9,4	3,31
Славянка	11,5	0,67	3,83	33,3	5,8	2,21
Тень	7,8	0,40	2,42	30,9	5,1	6,80
Титовка	10,0	0,66	3,29	32,9	6,6	3,69

Во второй половине летнего сезона увеличение количества листьев у сеянцев незначительное, у некоторых сортов (Золотой шип, Коричное полосатое, Красноярский сибиряк) даже стало меньше из-за их частичного опадения (таблица 6.10).

Таблица 6.10 – Прирост числа листьев, шт.

Сорт	Июнь-июль	Июль-август	Сорт	Июнь-июль	Июль-август
1	2	3	4	5	6
№ 22	6,2	1,1	Зеленое Крутовского	3,4	0,9
Аврора	4,4	1,3	Золотой шип	5,1	-0,1
Анисик обыкновенный	5,9	0,3	Коричное полосатое	4,5	-0,1
Антипасхальное	6,4	1,1	Красноярская красавица	4,6	0,2
Антоновка желтая	5,9	2,2	Красноярский сибиряк	6,6	-0,1
Антоновка обыкновенная	4,4	1,2	Красноярское	5,6	1,6
Антоновка шафранная	5,5	1,8	Кулон-китайка	5,0	1,0
Апорт среднерусский	4,3	0,7	Малиновка	7,4	0,6
Аркад зимний	4,2	1,8	Медовка	3,8	0,8
Аркад стаканчатый	6,2	1,7	Нобилис	5,4	1,9
Астраханское белое	4,4	1,6	Папировка	5,4	0,2
Бабушкино	6,5	2,5	Пепин-китайка	5,8	1,2
Белый налив	4,8	0,5	Пепин шафранный	5,1	0,9
Бефлер-китайка	4,5	0,8	Петербургское летнее	6,5	0,9
Бисмарк	4,0	1,0	Ренет бергамотный	3,7	1,4

1	2	3	4	5	6
Воронежский воргуль	5,3	1,3	Славянка	5,5	1,2
Восковое	5,4	1,6	Тень	2,9	0,3
Генерал Орлов	3,2	1,3	Титовка	3,9	1,3
Грушовка московская	4,0	0,3			

Размеры листьев, представленные на рисунке 6.5, позволяют сделать вывод, что большей площадью листовой пластинки характеризуются сеянцы сортов Титовка ($8,0 \pm 0,85 \text{ см}^2$), Папировка, Красноярский сибиряк, Антипасхальное. Меньшей отличается Тень ($4,5 \pm 0,24 \text{ см}^2$), Красноярская красавица, Восковое, Аркад стаканчатый. Очень высокий уровень изменчивости данного показателя выявлен у сортов Апорт среднерусский, Грушовка московская, Петербургское летнее. Достоверные различия с Титовкой установлены у сортов № 22, Аврора, Антоновка желтая, Антоновка обыкновенная, Апорт среднерусский, Аркад стаканчатый, Бабушкино, Белый налив, Восковое, Генерал Орлов, Зеленое Крутовского, Золотой шип, Коричное полосатое, Красноярская красавица, Красноярское, Малиновка, Медовка, Нобилис, Тень.

Большая масса листа отмечена у сеянцев сортов Кулон-китайка, Славянка, Папировка, Титовка, Красноярская красавица. Меньшей отличается Аркад стаканчатый, Восковое (рисунок 6.6). Очень высокий уровень изменчивости данного показателя выявлен у сортов Апорт среднерусский, Грушовка московская, Красноярская красавица, Кулон-китайка, Малиновка, Петербургское летнее. Достоверные различия с Титовкой (t_{ϕ} при $t_{05}=1,99$) у сортов № 22, Аврора, Антоновка обыкновенная, Аркад стаканчатый, Белый налив, Восковое, Генерал Орлов, Грушовка московская, Зеленое Крутовского, Золотой шип, Коричное полосатое, Красноярская красавица, Малиновка, Медовка, Тень.

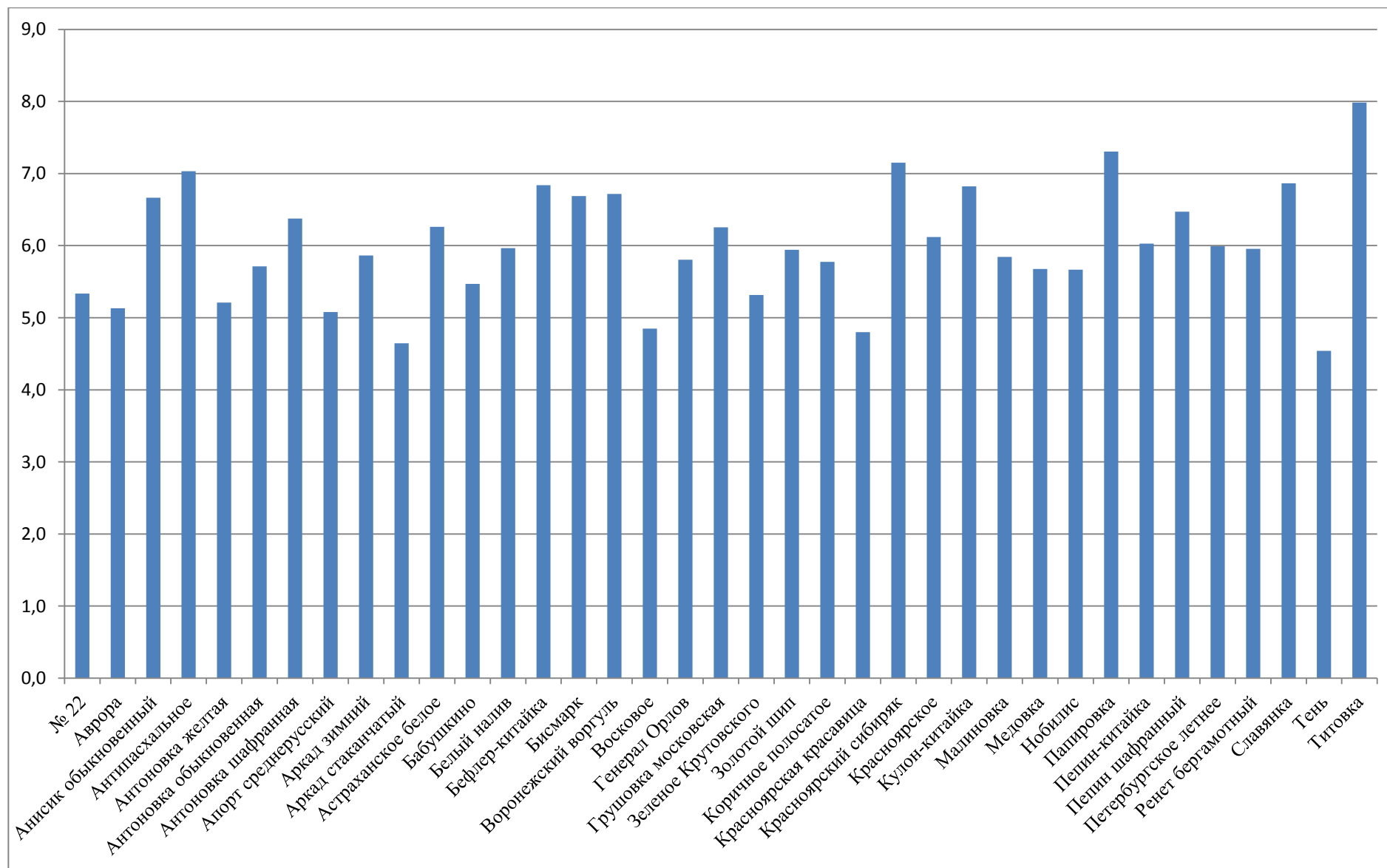


Рисунок 6.5 – Средняя площадь 1 листа, см²

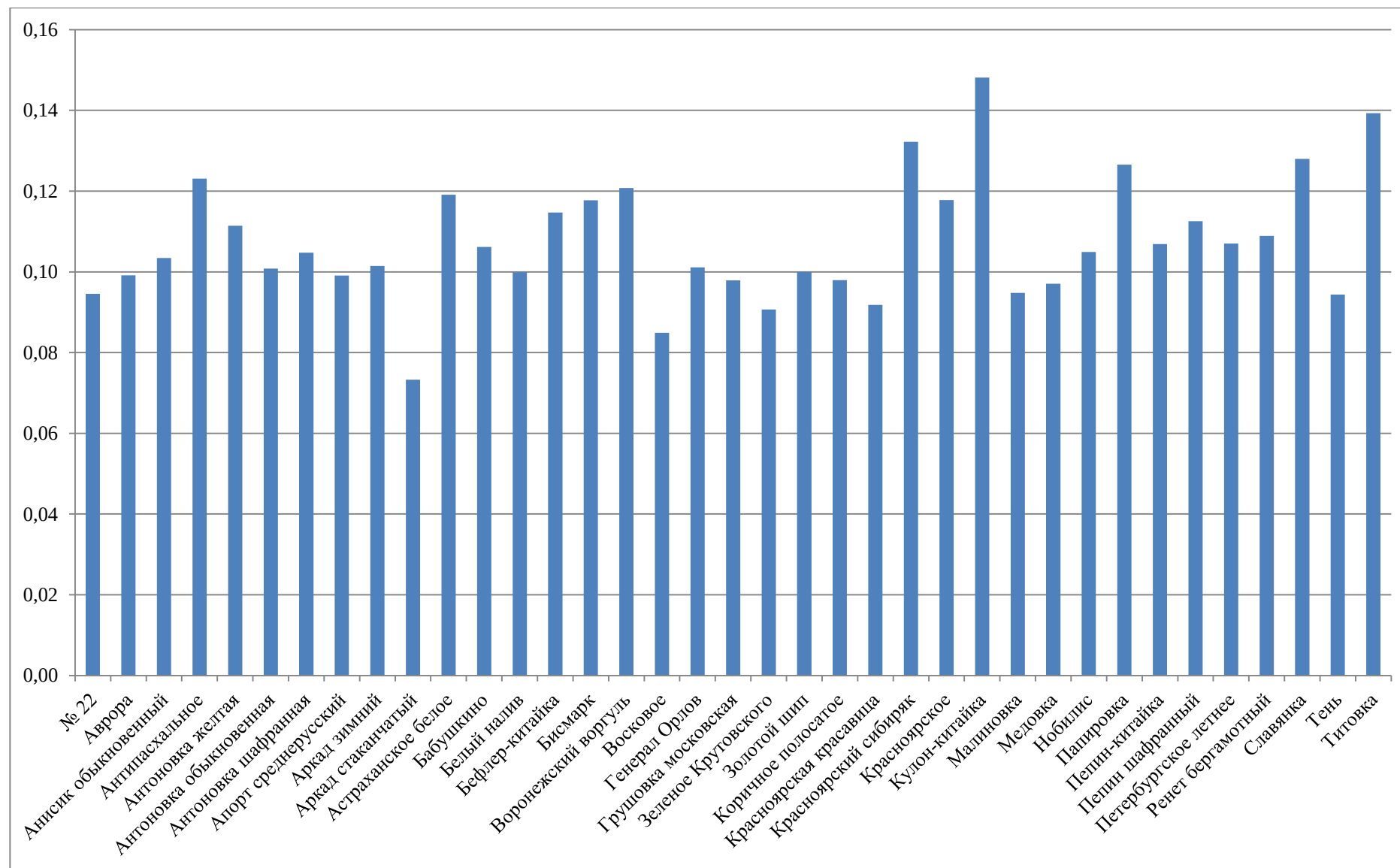


Рисунок 6.6 – Масса листа, г в а.с.с.

При изучении внутривидовой изменчивости установлено, что наибольшей массой 1 см² сухого листа отличались сеянцы сорта Кулон-китайка (7,11±0,206 мг), несколько уступали сорта Красноярское и Антоновка желтая. Наименьшая высота отмечена у сеянцев сортов Белый налив, Генерал Орлов Нобилис, Пепин-китайка (таблица 6.11).

Таблица 6.11 – Масса 1 см² сухого листа, мг в а.с.с.

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ}
1	2	3	4	5	6	7
№ 22	6,6	0,21	0,62	9,3	3,1	1,70
Аврора	6,1	0,11	0,31	5,1	1,7	4,27
Анисик обыкновенный	6,2	0,18	0,55	8,9	3,0	3,39
Антипасхальное	5,9	0,17	0,51	8,7	2,9	4,45
Антоновка желтая	7,0	0,36	1,08	15,4	5,1	0,20
Антоновка обыкновенная	6,2	0,15	0,46	7,5	2,5	3,63
Антоновка шафранная	6,3	0,19	0,58	9,3	3,1	3,01
Апорт среднерусский	6,8	0,23	0,68	9,9	3,3	0,95
Аркад зимний	5,9	0,21	0,64	10,9	3,6	4,09
Аркад стаканчатый	6,0	0,16	0,49	8,1	2,7	4,16
Астраханское белое	6,1	0,16	0,48	7,9	2,6	3,87
Бабушкино	6,3	0,26	0,78	12,4	4,1	2,43
Белый налив	5,8	0,14	0,62	10,7	2,5	5,32
Бефлер-китайка	6,7	0,25	0,80	12,0	3,8	1,35
Бисмарк	6,1	0,26	1,09	18,1	4,3	3,20
Воронежский воргуль	6,3	0,10	0,29	4,6	1,5	3,55
Восковое	6,7	0,29	0,88	13,2	4,4	1,25
Генерал Орлов	5,7	0,18	0,53	9,2	3,1	5,22
Грушовка московская	6,3	0,12	0,54	8,6	2,0	3,46
Зеленое Крутовского	5,9	0,15	0,45	7,7	2,6	4,78
Золотой шип	6,1	0,14	0,59	9,7	2,3	3,94
Коричное полосатое	6,4	0,16	0,69	10,8	2,5	2,77
Красноярская красавица	6,1	0,24	0,72	12,0	4,0	3,35
Красноярский сибиряк	6,3	0,17	0,50	8,0	2,7	3,10

1	2	3	4	5	6	7
Красноярское	7,1	0,09	0,28	3,9	1,3	0,28
Кулон-китайка	7,1	0,21	0,62	8,7	2,9	0
Малиновка	6,2	0,26	0,77	12,4	4,1	2,76
Медовка	6,5	0,37	1,12	17,2	5,7	1,49
Нобилис	5,4	0,29	0,93	17,3	5,5	4,86
Папировка	6,3	0,16	0,66	10,4	2,4	3,05
Пепин-китайка	5,7	0,17	0,49	8,6	2,9	5,24
Пепин шафранный	6,4	0,40	1,21	19,1	6,4	1,68
Петербургское летнее	6,1	0,30	0,90	14,9	5,0	2,84
Ренет бергамотный	6,6	0,17	0,50	7,6	2,5	2,11
Славянка	6,8	0,24	0,72	10,6	3,5	1,06
Тень	6,4	0,12	0,35	5,5	1,8	2,93
Титовка	6,5	0,24	0,71	10,9	3,6	2,13

В августе 2020 г. у сеянцев определяли диаметр корневой шейки, который в среднем имел значение $0,27 \pm 0,002$ см. Максимальный диаметр отмечен у сорта Антипасхальное ($0,33 \pm 0,014$ см). Большими значениями данного показателя отличаются сеянцы сортов Анисик обыкновенный, Воронежский воргуль, Кулон-китайка, Титовка. Наименьшие значения диаметра стволика прослеживались у сортов Красноярская красавица, Аркад зимний, Тень (таблица 6.12).

Таблица 6.12 – Диаметр корневой шейки сеянцев в августе, см

Сорт	$\bar{x}$	$\pm m$	$\pm \sigma$	V, %	P, %	t_{ϕ}
1	2	3	4	5	6	7
№ 22	0,28	0,009	0,050	18,0	3,1	3,26
Аврора	0,26	0,009	0,054	20,9	3,6	4,26
Анисик обыкновенный	0,31	0,011	0,062	20,5	3,7	1,52
Антипасхальное	0,33	0,014	0,067	20,0	4,3	-
Антоновка желтая	0,26	0,011	0,067	25,9	4,4	4,01
Антоновка обыкновенная	0,29	0,008	0,048	16,8	2,8	2,82

1	2	3	4	5	6	7
Антоновка шафранная	0,30	0,008	0,043	14,3	2,5	1,75
Апорт среднерусский	0,27	0,008	0,044	15,9	2,9	3,61
Аркад зимний	0,22	0,010	0,063	28,1	4,7	6,20
Аркад стаканчатый	0,25	0,017	0,068	26,9	6,5	3,60
Астраханское белое	0,25	0,012	0,071	28,5	5,0	4,40
Бабушкино	0,25	0,011	0,055	22,3	4,7	4,72
Белый налив	0,28	0,007	0,059	21,3	2,6	3,42
Бефлер-китайка	0,28	0,010	0,060	21,5	3,5	3,22
Бисмарк	0,29	0,008	0,058	20,1	2,6	2,74
Воронежский воргуль	0,33	0,013	0,054	16,5	3,9	0,26
Восковое	0,29	0,010	0,057	20,0	3,5	2,72
Генерал Орлов	0,26	0,007	0,045	17,5	2,6	4,93
Грушовка московская	0,27	0,007	0,064	23,8	2,7	4,05
Зеленое Крутовского	0,26	0,005	0,037	14,3	2,1	4,85
Золотой шип	0,28	0,008	0,059	21,4	2,8	3,48
Коричное полосатое	0,27	0,010	0,078	29,0	3,6	3,81
Красноярская красавица	0,22	0,011	0,065	29,4	4,8	6,21
Красноярский сибиряк	0,26	0,011	0,056	21,1	4,2	3,81
Красноярское	0,29	0,010	0,037	12,7	3,4	2,30
Кулон-китайка	0,32	0,010	0,037	11,5	3,2	0,86
Малиновка	0,27	0,016	0,071	26,2	5,9	2,98
Медовка	0,26	0,010	0,052	20,2	4,0	4,21
Нобилис	0,27	0,017	0,069	25,8	6,3	2,93
Папировка	0,29	0,013	0,088	30,0	4,5	2,06
Пепин-китайка	0,24	0,009	0,051	20,9	3,5	5,33
Пепин шафранный	0,29	0,012	0,072	25,2	4,3	2,53
Петербургское летнее	0,24	0,009	0,058	24,4	3,9	5,73
Ренет бергамотный	0,27	0,017	0,086	31,5	6,2	2,63
Славянка	0,29	0,009	0,053	18,2	3,2	2,48
Тень	0,23	0,007	0,045	19,3	3,2	6,31
Титовка	0,30	0,013	0,066	22,3	4,5	1,87

Отобраны сорта, отличающиеся быстрыми темпами роста по высоте и диаметру (Анисик обыкновенный, Антипасхальное, Папировка, Пепин шафранный). Также внутри каждого сорта проведен индивидуальный отбор быстрорастущих сеянцев (Папировка № 44, Коричное полосатое № 30, Грушовка московская № 34, Белый налив № 8 и 27, Славянка № 28, Апорт среднерусский № 1, Титовка № 1, Генерал Орлов № 43, сорт № 22 № 29).

Для определения размеров и фитомассы (с учетом надземной и подземной фракций) были выкопаны часть сеянцев в последней декаде августа 2020 г. Модельные сеянцы яблони в конце вегетационного сезона имели общую массу в абсолютно сухом состоянии $1,57 \pm 0,043$ г, варьируя от 0,08 до 5,28 г. Подземная фитомасса составила $0,90 \pm 0,023$ г (57,3 %) от общей фитомассы. На листья пришлось $0,45 \pm 0,013$ г (28,7 %), на стебель $0,22 \pm 0,009$ г (14,0 %) (рисунок 6.7).

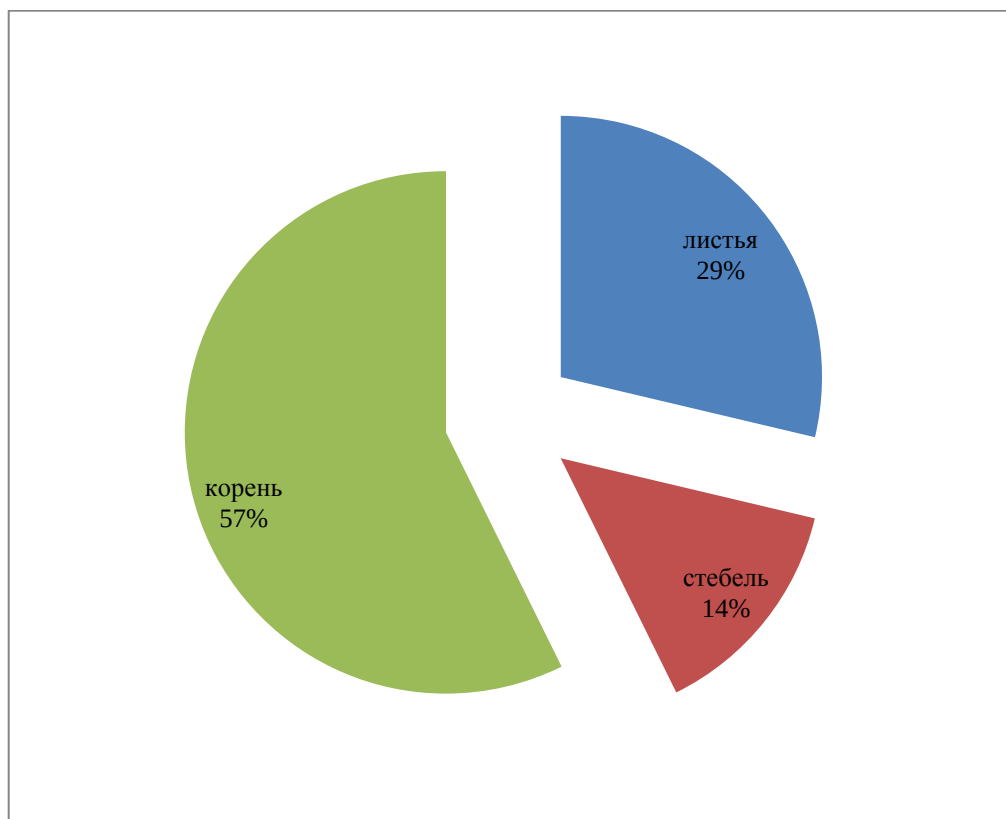


Рисунок 6.7 – Распределение массы сеянцев по фракциям, %

Установлено, что у сеянцев высота стебля и масса надземной части меньше, чем длина и масса корней в третьей декаде августа. Соотношение по

протяженности надземной и подземной частей составило 1:2,4; по массе в абсолютно сухом состоянии – 1:1,3.

Длина стебля модельных сеянцев варьировала в пределах от 1,2 см до 34,1 см, корня – от 4,5 см до 38,5 см. Количество сформированных листьев – от 3 до 24 шт., в среднем составляя $11,2 \pm 0,18$ шт. Площадь листовой поверхности в среднем составила $70,4 \pm 1,86$ см², длина корня – $21,4 \pm 0,22$ см и длина стебля – $8,9 \pm 0,26$ см. Средняя площадь одного листа составила $6,0 \pm 0,10$ см². Масса 1 листа равна $0,11 \pm 0,002$ г в абсолютно сухом состоянии. Был рассчитан показатель LMA (масса 1 см² листа в а.с.с.). У сеянцев он равен в среднем $6,3 \pm 0,04$ мг (таблица 6.13).

Таблица 6.13 – Показатели модельных сеянцев яблони

Показатель	$\bar{x}$	$\pm\sigma$	$\pm m$	V, %	P, %
Масса в а.с.с. листьев, г	0,45	0,254	0,013	56,6	2,8
Масса в а.с.с. стебля, г	0,22	0,176	0,009	80,7	4,1
Масса в а.с.с. корня, г	0,9	0,46	0,023	51,2	2,6
Площадь листовой поверхности, см ²	70,4	36,64	1,86	52,1	2,6
Количество листьев, шт.	11,2	3,52	0,18	31,5	1,6
Длина стебля, см	8,9	5,18	0,26	58,4	3,0
Длина корня, см	21,4	4,41	0,22	20,6	1,0
Диаметр корневой шейки, см	0,26	0,065	0,003	24,7	1,3
Средняя площадь 1 листа, см ²	6,0	1,97	0,10	32,6	1,7
Масса 1 листа в а.с.с., г	0,11	0,038	0,002	35,7	1,8
Масса 1 см ² листа в а.с.с., мг	6,3	0,76	0,04	12,1	0,6
Масса 1 пог. см сухого стебля, мг	22,4	7,59	0,38	33,9	1,7
Масса 1 пог. см сухого корня, мг	41,9	20,52	1,04	48,9	2,5

Максимальная длина корня отмечена у сорта Титовка ($27,8 \pm 1,47$ см). Большие значения отмечены у сортов Аркад зимний, Малиновка и №22. У сортов Антоновка шафранная и Пепин шафранный длина корня наименьшая (таблица 6.14).

Таблица 6.14 – Длина корня сеянцев яблони разных сортов, см

Сорт	$X \pm m$	V, %	t_{ϕ}
1	2	3	4
Аврора	21,1 $\pm$ 0,74	10,6	4,07
Анисик обыкновенный	21,9 $\pm$ 1,29	17,7	3,00
Антипасхальное	22,9 $\pm$ 1,34	17,5	2,43
Антоновка желтая	20,4 $\pm$ 1,38	20,2	3,63
Антоновка обыкновенная	20,4 $\pm$ 1,51	22,3	3,51
Антоновка шафранная	18,5 $\pm$ 0,93	15,1	5,29
Апорт среднерусский	22,7 $\pm$ 2,04	23,8	2,00
Аркад зимний	23,4 $\pm$ 1,17	15,0	2,33
Аркад стаканчатый	21,4 $\pm$ 1,18	14,7	3,37
Астраханское белое	20,5 $\pm$ 1,24	18,2	3,79
Бабушкино	21,5 $\pm$ 1,06	14,8	3,48
Белый налив	20,9 $\pm$ 0,90	18,7	3,97
Бефлер-китайка	22,7 $\pm$ 2,05	28,6	2,01
Бисмарк	20,3 $\pm$ 1,40	29,4	3,67
Воронежский воргуль	22,1 $\pm$ 1,33	18,0	2,88
Восковое	20,3 $\pm$ 1,40	20,7	3,65
Генерал Орлов	21,4 $\pm$ 1,43	20,1	3,10
Грушовка московская	20,3 $\pm$ 0,85	18,2	4,40
Зеленое Крутовского	22,6 $\pm$ 1,08	14,3	2,83
Золотой шип	21,5 $\pm$ 0,72	13,7	3,80
Коричное полосатое	20,5 $\pm$ 0,83	17,1	4,31
Красноярская красавица	22,9 $\pm$ 0,88	11,5	2,81
Красноярский сибиряк	21,5 $\pm$ 1,46	20,4	3,03
Красноярское	21,2 $\pm$ 1,31	18,5	3,32
Кулон-китайка	20,9 $\pm$ 1,57	22,6	3,16
Малиновка	25,2 $\pm$ 0,91	10,8	1,49
Медовка	21,4 $\pm$ 0,85	11,9	3,76
Нобилис	21,5 $\pm$ 1,88	27,8	2,64
Папировка	20,4 $\pm$ 1,25	26,1	3,82
Пепин-китайка	20,0 $\pm$ 0,81	12,2	4,64
Пепин шафранный	18,2 $\pm$ 1,43	23,5	4,65

1	2	3	4
Петербургское летнее	22,9±1,17	15,3	2,58
Ренет бергамотный	22,0±1,33	18,1	2,92
Славянка	21,9±1,32	18,1	2,98
Тень	20,1±1,18	17,6	4,04
Титовка	27,8±1,47	15,9	-
№ 22	23,4±1,02	13,1	2,45

В ходе исследований отмечено, что сеянцы характеризуются сортовой и индивидуальной изменчивостью по окраске листьев (рисунок 6.8). Листья с красной окраской встречаются у сортов Антоновка обыкновенная, Антипасхальное, Астраханское белое, Кулон-китайка, Пепин шафранный.



Рисунок 6.8 – Сеянцы с красной окраской листьев

Максимальное процентное соотношение сеянцев с красной окраской листьев к общему количеству сеянцев сорта выявлено у Антипасхального (22,7 %). У сортов Кулон-китайка и Пеппин шафранный таких сеянцев было 17,1 %, у сорта Астраханское белое – 12,1 %.

Меньший процент сеянцев с красным оттенком листьев (2,9 %) наблюдался у Антоновки обыкновенной. У остальных сортов данные особенности не наблюдалось. Следует отметить, что только материнские деревья сорта Антипасхальный также характеризуется красноватым оттенком листьев, цветов, кожицы и мякоти плодов в отличие от других сортов.

В процессе исследований выявлено влияние условий роста материнских деревьев на показатели их полусибов.

Так, сеянцы, выращенные из семян, собранных на нижней террасе Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского (первый вариант опыта), сформировали к 13.06.2020 г. $5,1 \pm 0,07$ шт. листьев против $4,5 \pm 0,06$ шт. у полусибов, выращенных из семян, собранных на верхней террасе (второй вариант).

К 15.07.2020 г. у сеянцев первого варианта было сформировано $9,8 \pm 0,21$ шт. листьев в сравнении с $9,0 \pm 0,18$ шт. листьев второго варианта. Семенное потомство деревьев нижней террасы также характеризуются достоверно большей высотой: в середине июня $5,1 \pm 0,13$ см против $4,2 \pm 0,09$ см, в середине июля $8,6 \pm 0,29$ см в сравнении с $6,7 \pm 0,22$ см (таблица 6.15).

Сеянцы первого варианта характеризуются меньшей длиной корней ($19,5 \pm 0,60$ см против $21,7 \pm 0,23$ см), но большим диаметром корневой шейки ($2,9 \pm 0,06$ мм в сравнении с $2,7 \pm 0,02$ мм).

Таблица 6.15 – Показатели сеянцев, выращенных из семян, собранных с верхней и нижней террас Ботанического сада

Показатель	Количество листьев, шт.		Высота сеянца, см	
	июнь	июль	июнь	июль
Нижняя терраса (первый вариант)				
$\bar{x}$	5,1	9,8	5,1	8,6
$\pm\sigma$	0,95	2,85	1,72	3,81
$\pm m$	0,07	0,21	0,13	0,29
V, %	18,5	29,2	33,6	44,3
P, %	1,4	2,2	2,5	3,4
Верхняя терраса (второй вариант)				
$\bar{x}$	4,5	9,0	4,2	6,7
$\pm\sigma$	0,80	2,56	1,24	3,08
$\pm m$	0,06	0,18	0,09	0,22
V, %	17,7	28,5	29,4	46,0
P, %	1,2	2,0	2,1	3,3
t_{ϕ} (при $t_{05}=1,99$)	6,51	2,89	5,69	5,22

Различия между вариантами опыта достоверны (t_{ϕ} больше t_{05}) (таблица 6.16).

Таблица 6.16 – Показатели сеянцев в августе, выращенных из семян, собранных с верхней и нижней террас Ботанического сада

Показатель	Высота сеянца, см	Диаметр корневой шейки, см	Длина корня, см	Масса в а.с.с., г		
				1 листа	1 пог. см стебля	1 пог. см корня
1	2	3	4	5	6	7
Нижняя терраса (1 вариант)						
$\bar{x}$	8,8	0,29	19,5	0,10	0,021	0,046
$\pm\sigma$	4,73	0,075	4,47	0,040	0,0076	0,0250
$\pm m$	0,36	0,006	0,60	0,005	0,0010	0,0034
V, %	54,0	25,8	22,9	39,0	35,3	53,9
P, %	4,1	2,0	3,1	5,3	4,8	7,3

1	2	3	4	5	6	7
Верхняя терраса (2 вариант)						
$\bar{x}$	8,2	0,27	21,7	0,11	0,022	0,041
$\pm\sigma$	4,37	0,062	4,32	0,038	0,0076	0,0197
$\pm m$	0,13	0,002	0,23	0,002	0,0004	0,0011
V, %	53,1	23,0	19,9	35,5	33,8	48,4
P, %	1,6	0,7	1,1	1,9	1,8	2,6
t_{ϕ}	1,57	3,16	3,42	1,86	0,93	1,40

В результате наблюдений отмечено, что на рост сеянцев в высоту оказывает влияние фенологическая изменчивость сортов. Так, зимние сорта яблони 20.08.2020 имели среднюю высоту $8,5 \pm 0,15$ см, а летние достоверно меньше – $8,0 \pm 0,20$ см. Различия между летними и зимними сортами по показателю количества листьев и длине корня не являются достоверными. Средний диаметр корневой шейки зимних сортов составил $0,27 \pm 0,002$ см, летних – $0,26 \pm 0,003$ см. Различия математически достоверны ($t_{\phi} = 2,77$, что больше $t_{05}=1,99$) (таблица 6.17).

Таблица 6.17 – Показатели сеянцев летних и зимних сортов яблони

Показатель	Число листьев, шт.	Высота, см	Диаметр, см	Длина корня, см	Масса, г в а.с.с.		
					1 листа	1 пог. см стебля	1 пог. см корня
1	2	3	4	5	6	7	8
Летние сорта							
$\bar{x}$	10,1	8,0	0,26	21,1	0,10	0,022	0,042
$\pm\sigma$	3,34	4,26	0,067	4,10	0,040	0,0083	0,0223
$\pm m$	0,16	0,20	0,003	0,35	0,003	0,0007	0,0019
V, %	33,0	53,4	25,4	19,4	38,5	38,5	52,9
P, %	1,6	2,5	1,2	1,7	3,3	3,3	4,5

1	2	3	4	5	6	7	8
Зимние сорта							
$\bar{x}$	10,4	8,5	0,27	21,5	0,11	0,023	0,041
$\pm\sigma$	3,60	4,49	0,062	4,55	0,037	0,0072	0,0197
$\pm m$	0,12	0,15	0,002	0,28	0,002	0,0004	0,0012
V, %	34,6	53,0	22,7	21,1	34,5	31,6	47,8
P, %	1,2	1,8	0,8	1,3	2,1	2,0	3,0
t_{ϕ}	1,50	2,00	2,77	0,89	2,77	1,24	0,44

По показателям массы фракций на 1 погонный сантиметр стебля и корня видно, что данные различия между летними и зимними сортами не являются достоверными. В среднем 1 погонный сантиметр имеет массу $0,022 \pm 0,0004$ г, 1 погонный сантиметр корня – $0,041 \pm 0,0010$ г.

Масса листа в абсолютно сухом состоянии в среднем составила $0,11 \pm 0,002$ г. Между летними ($0,10 \pm 0,003$ г) и зимними ($0,11 \pm 0,002$ г) сортами различия по данному показателю достоверны ($t_{\phi} = 2,77$, что больше $t_{05} = 1,99$).

При выявлении внутривидовой изменчивости установлено наличие достоверных различий по массе одного квадратного сантиметра листовой пластинки в абсолютно сухом состоянии (LMA) в зависимости от принадлежности к летним или зимним категориям сортов яблони. LMA зимних сортов равен $6,4 \pm 0,05$ мг, летних – $6,1 \pm 0,06$ мг.

6.3 Сравнительный анализ роста и развития полусибов разных сортов яблони из семян 2018 и 2019 гг. сбора

К концу вегетационного сезона 2020 г. были исследованы сеянцы яблони, выросшие из семян 2018 г. сбора, высеянных осенью 2019 г. и проведен сравнительный анализ показателей роста и развития с сеянцами, выросшими из семян 2019 г. сбора.

Установлено, что по числу формируемых листьев отмечено преобладание у большинства сортов сеянцев 2019 года сбора (рисунок 6.9).

Из сеянцев 2018 года сбора лишь у Антоновки шафранной было отмечено незначительное превышение по среднему количеству листьев (12,4 шт. против 11,7 шт.). Среднее значение числа листьев в первом варианте равно 5,5 шт., во втором – 10,6 шт., превышение составляет около 90 %.

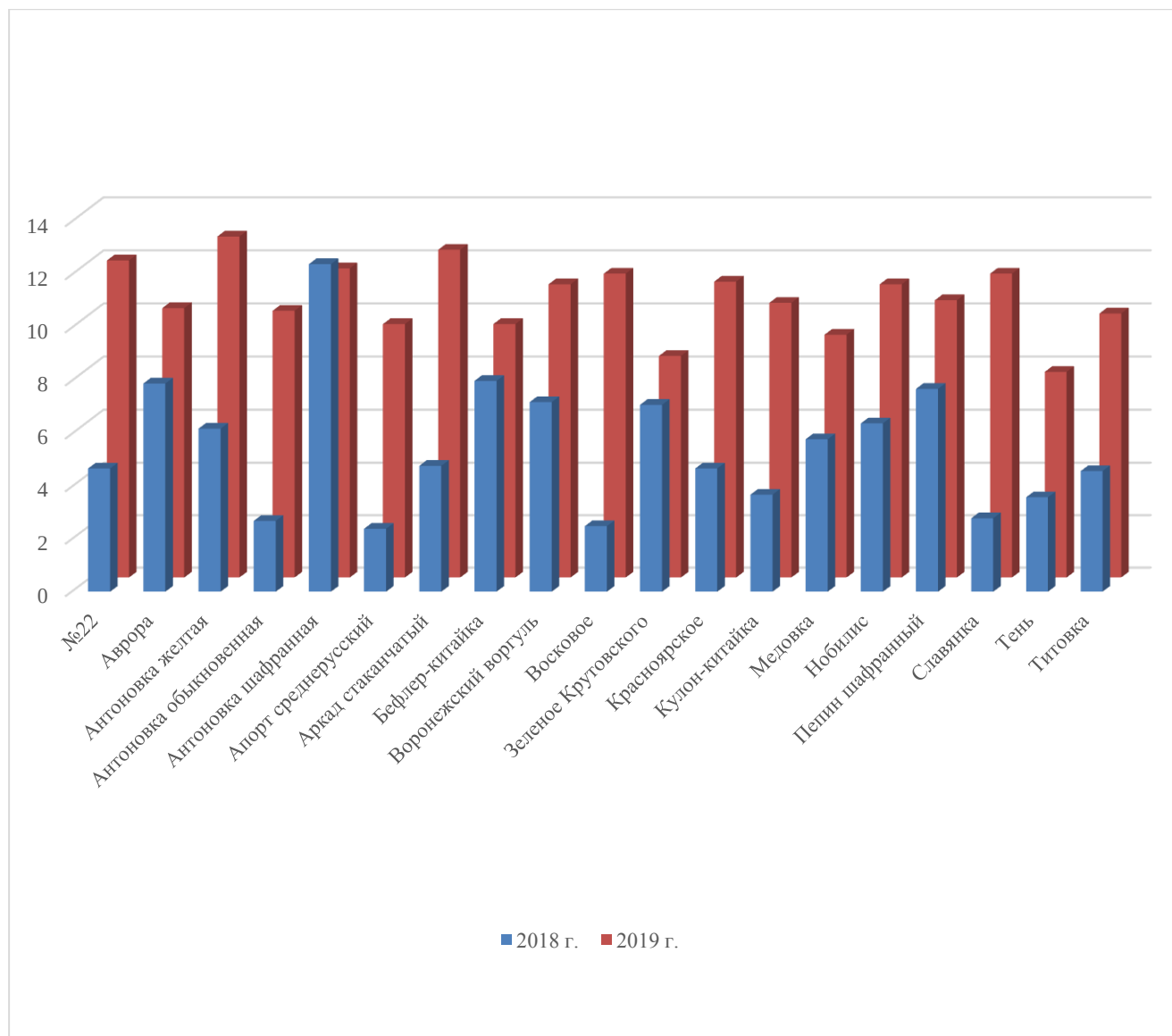


Рисунок 6.9 – Сравнение сеянцев по количеству листьев, шт. в августе

Исследуя различия роста сеянцев в высоту, установлено, что из сеянцев 2018 года сбора успешнее растут сорта Антоновка шафранная (11,1 см против 9,6 см), Бефлер-китайка – (7,93 см против 6,3 см), Воронежский воргуль – (8,1 см

против 5,2 см) и Зеленое Крутовского (9,9 см и 8,9 см соответственно). У остальных изученных сеянцев, выращенных из семян 2018 г. сбора, наблюдается отставание в росте от сеянцев из семян 2019 года сбора (рисунок 6.10).

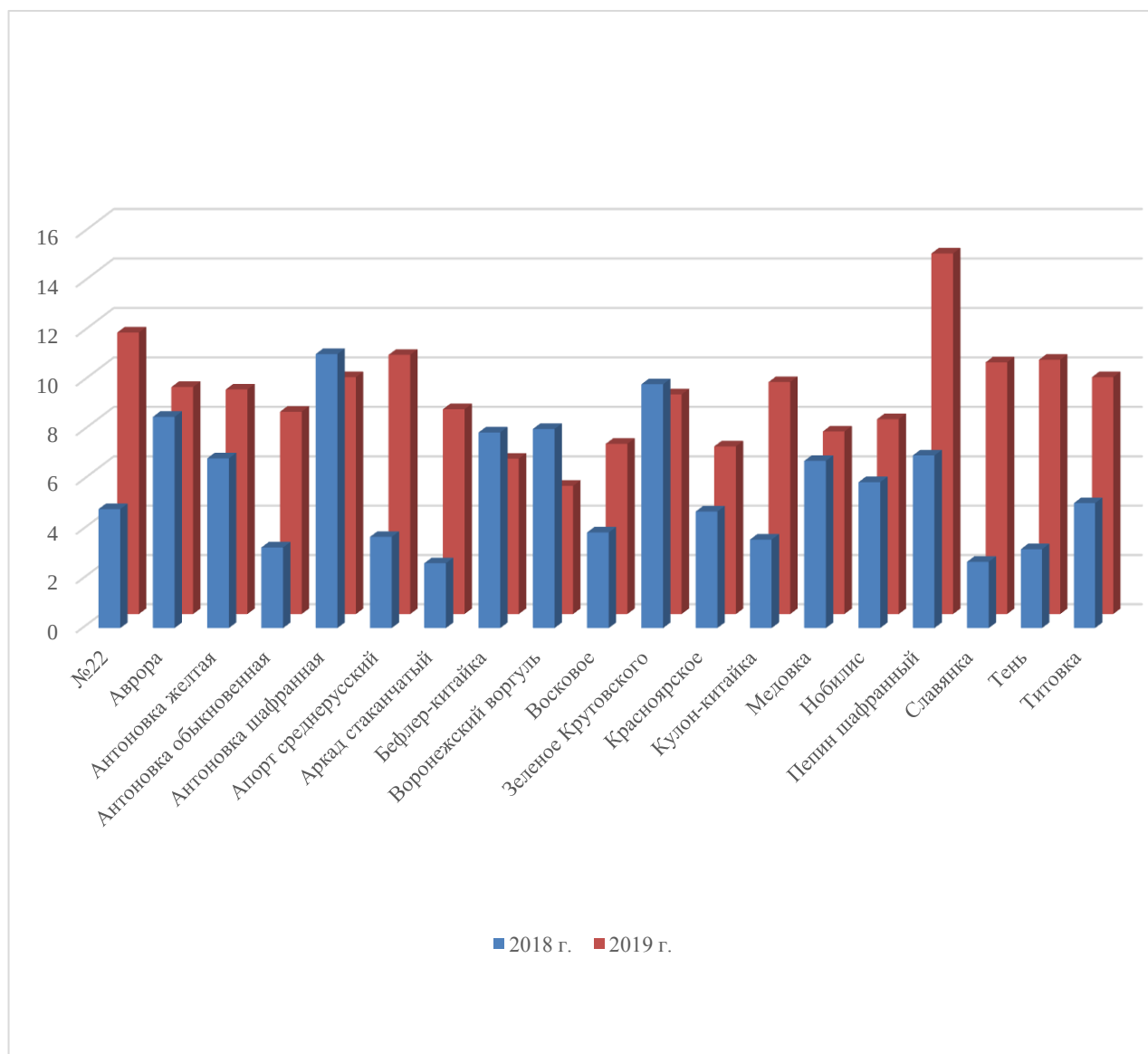


Рисунок 6.10 – Высота сеянцев, выращенных из семян разных лет сбора, см

По диаметру сеянцев у корневой шейки отмечено преобладание сеянцев всех сортов из семян 2019 года сбора, средний диаметр которых на момент исследований составлял 0,28 см. У семенного потомства, выращенного из семян 2018 года, данный показатель равен 0,18 см, что в 1,6 раз меньше (рисунок 6.11).

Таким образом, сеянцы, выросшие из семян 2018 года, хранившихся до посева в холодильной камере в течение года, отстают по изученным показателям

от сеянцев, выросших из семян 2019 г. сбора за исключением сеянцев сорта Антоновка шафранная. Сеянцы этого сорта обладали небольшим превышением по количеству листьев и высоте, несколько уступая лишь по диаметру стволика у корневой шейки.

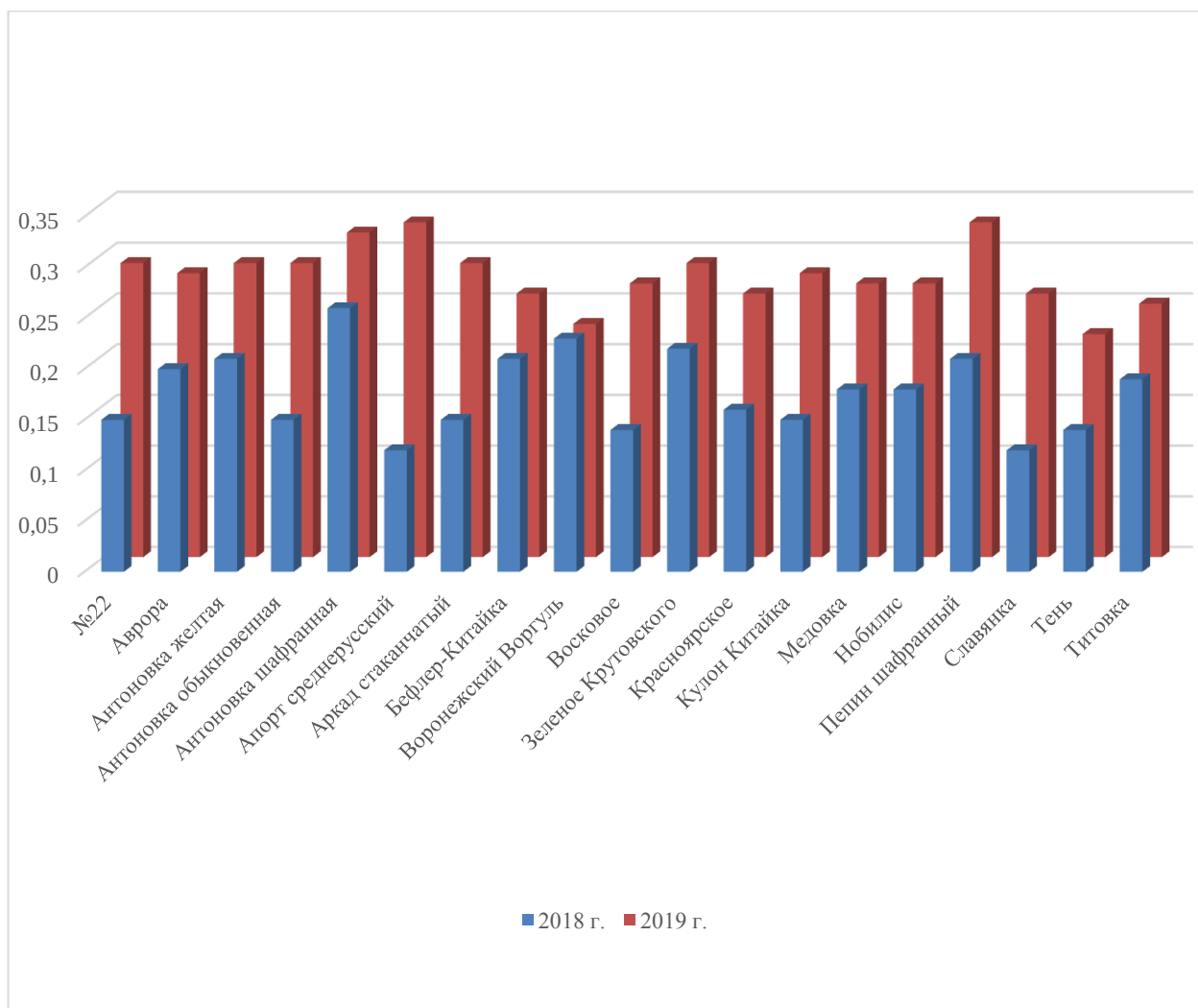


Рисунок 6.11 – Диаметр стволика сеянцев, выращенных из семян разных лет сбора, см

При изучении влияния фенологической формы сортов на показатели сеянцев выявлено превышение ряда показателей у сеянцев зимних сортов (таблица 6.18).

Таблица 6.18 – Показатели сеянцев летних и зимних сортов из семян 2018 г. сбора

Показатель	Длина листа, см	Ширина листа, см	Число листьев, шт.	Высота сеянца, см	Диаметр стволика, см
Летние сорта					
$\bar{x}$	2,8	1,8	5,4	5,7	0,2
$\pm m$	0,03	0,02	0,09	0,10	0,00
$\pm \sigma$	0,89	0,58	3,05	3,29	0,06
V, %	31,6	32,7	57,0	57,4	32,5
P, %	1,0	1,0	1,8	1,8	1,0
Зимние сорта					
$\bar{x}$	2,9	1,9	6,1	6,4	0,2
$\pm m$	0,03	0,02	0,11	0,13	0,00
$\pm \sigma$	1,00	0,65	4,27	5,14	0,07
V, %	33,9	34,2	69,7	79,8	37,5
P, %	0,9	0,9	1,8	2,0	1,0
t_{ϕ}	2,36	3,54	4,93	4,27	0

6.4 Взаимосвязь между вегетативными и генеративными органами яблони

Выявлена сильная положительная связь между количеством семян в плоде и количеством листьев на однолетнем побеге материнского растения ($r=0,91$), которая может быть описана уравнением гиперболы:

$$Y=19,51-38,61/X; \quad R^2=0,790 \quad (6.1)$$

где: Y – количество листьев однолетнего побега, шт.,

X – количество семян в плоде, шт.

Обнаружена зависимость между количеством семян в плоде и средней массой листа в абсолютно сухом состоянии однолетнего побега яблони ($r=0,95$),

которая аппроксимируется уравнением гиперболы:

$$Y=7,58-18,32/X; \quad R^2=0,914 \quad (6.2)$$

где: Y – масса листа, г в а.с.с.;

X – количество семян в плоде, шт.

Корреляционный анализ показал наличие высокой положительной связи между количеством и массой семян в плоде ($r=0,99$).

Данная зависимость аппроксимируется уравнением:

$$Y=0,50e^{(-5,79/X)}; \quad R^2=0,992 \quad (6.3)$$

где: Y – масса семян в плоде, г;

X – количество семян в плоде, шт.

В процессе исследований найдены зависимости между показателями сеянцев и плодов их материнских деревьев. Так, корреляционный анализ показал наличие значительной положительной связи между показателями массы 1 сухого листа сеянцев и диаметром плода яблони ($r = 0,62$). Данная зависимость аппроксимируется уравнением гиперболы:

$$Y=9,61-0,45/X; \quad R^2=0,342 \quad (6.4)$$

где: Y – диаметр плода, см;

X – масса листа сеянцев, г в а.с.с.

Обнаружена высокая положительная корреляция между показателями массы 1 см² сухого листа сеянцев (LMA) и диаметром плода ($r = 0,77$). Данная зависимость может быть описана уравнением:

$$Y=60,79+10,91\ln(X); \quad R^2=0,624, \quad (6.5)$$

где Y – диаметр плода, см;

X – масса 1 см² листа сеянцев, г в а.с.с.

Обнаружена высокая положительная корреляция между показателями массы 1 см² сухого листа сеянцев и массы плода яблони ($r = 0,74$).

Гиперболическое уравнение описывает эту зависимость:

$$Y=307,05-1,55/X; \quad R^2=0,538, \quad (6.6)$$

где Y – масса плода, г;

X – масса 1 см² листа сеянцев, г в а.с.с.

Выводы по главе 6:

1. В результате проведенных исследований установлено, что фенологическая форма сортов яблони оказывает влияние на показатели роста и развития их полусибов. Сорта, характеризующиеся более поздним сроком созревания плодов, отличаются большими размерами надземной части и массой одного листа сеянцев.

2. При сравнении показателей сеянцев яблони, выращенных из семян, собранных с материнских деревьев верхней и нижней террас Ботанического сада, установлено превышение показателей сеянцев нижней террасы по диаметру стволика. Вероятно, данные особенности роста и развития семенного потомства яблони связаны с различными условиями произрастания материнских деревьев.

3. Установлено наличие изменчивости по показателям сеянцев крупноплодных сортов яблони. Выделены быстрорастущие сорта и отдельные полусибы, характеризующиеся большей высотой и диаметром стволика (Анисик обыкновенный, Антипасхальное, Папировка, Пепин шафранный), для проведения дальнейших селекционных исследований.

4. Период хранения семян оказывает влияние на биометрические показатели сеянцев. Лучшим ростом характеризуются сеянцы из свежесобранных семян.

5. Отселектированы сеянцы сортов Титовка, Папировка, Красноярский сибиряк, Антипасхальное, Кулон-китайка, отличающиеся листьями больших размеров и массой.

6. Установлено наличие высокой корреляции показателей сеянцев и материнских деревьев (плоды, листья).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований установлено, что летние и зимние сорта яблони отличаются биометрическими показателями листьев и плодов материнских деревьев и их семенного потомства. Большими показателями размеров и массы листа и плода характеризуются зимние сорта. Сеянцы данных сортов так же имеют большие размеры и массу надземной части.

Установлено, что на биометрические показатели сеянцев оказывают влияние условия выращивания материнских деревьев. Полусибы, выращенные из семян деревьев, растущих на нижней террасе, характеризующейся лучшими эдафическими условиями, имеют превышение показателей по диаметру стволика.

Выявлено наличие сортовой изменчивости яблони по биометрическим показателям и окраске листьев сеянцев. Отселектированы быстрорастущие полусибы сортов (Анисик обыкновенный, Антипасхальное, Папировка, Пепин шафранный) и полусибы (Папировка № 44, Коричное полосатое № 30, Грушовка московская № 34, Белый налив № 8 и 27, Славянка № 28, Апорт среднерусский № 1, Титовка № 1, Генерал Орлов № 43 и др.), характеризующиеся большей высотой и диаметром стволика сеянцев, для проведения дальнейших селекционных исследований.

Период хранения семян оказывает влияние на биометрические показатели сеянцев. Сеянцы, выросшие из семян, хранившихся в течение года до посева, отличаются меньшими показателями высоты и диаметра стволика, чем сеянцы из семян текущего года сбора.

Установлены особенности формирования фитомассы яблони, выращиваемой в стланцевой форме в зависимости от возраста. В возрасте 14 лет надземная фитомасса вегетативных органов распределяется следующим образом: 12:17:71 (листья, штаб, ветви). Спустя столетие большая часть надземной фитомассы также приходится на ветви кроны, но масса листьев в процентном соотношении уменьшается до 1,8 %. Соотношение вегетативных органов следующее: 1,8:3,4:94,8.

Установлены существенные зависимости между показателями сеянцев и материнских деревьев яблони (листья сеянцев, плоды и листья материнских деревьев), подобраны описывающие их уравнения для использования при ранней диагностике показателей крупноплодности.

Полученные результаты позволили выделить крупнолистные сеянцы разных сортов, что позволит использовать их для создания яблоневых садов и проведения селекционных исследований.

РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Сорта Антипасхальное, Антоновка обыкновенная, Астраханское белое, Белый налив, Бефлер-китайка, Бисмарк, Воронежский воргуль, Кулон-китайка, Папировка, Тень, Титовка, отличающиеся большими размерами и массой плодов, рекомендуются для выращивания в данных и сходных климатических условиях.

2. В селекционных исследованиях рекомендуется использовать выявленные уравнения связи (длины и массы однолетнего побега, массы однолетнего побега и листьев яблони, массы листа в абсолютно сухом состоянии и диаметром плода яблони, массы листа и массы плода яблони, площади одного листа и массы плода яблони) для ранней диагностики растений на хозяйственно-ценные признаки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 13204-91 Семена косточковых и семечковых древесных пород. – М., Комитет стандартизации и метрологии СССР. – 1991. – 15 с.
2. ГОСТ 13056.1-67 Семена деревьев и кустарников. Правила отбора образцов и методы определения посевных качеств семян. – М.: Издательство стандартов, 1988. – 40 с.
3. Аличаев М. М., Первичная биологическая продуктивность агроэкосистем на каштановых почвах предгорной зоны Дагестана / М. М. Аличаев, З. З. Гасанов // Горное сельское хозяйство, 2016. – №. 4. – С. 52-55.
4. Андреева, Н. В. Влияние абиотических факторов на урожайность и качество плодов яблони / Н. В. Андреева, Ю. В. Гурьянова, Е. В. Десятникова // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, 2012. – №. 1-1. – С. 43-45.
5. Андреева, Н. В. Биохимический состав плодов яблони в зависимости от метеоусловий года / Н. В. Андреева, Л. В. Бобрович // Инновационные подходы к разработке технологий производства, хранения и переработки продукции растениеводческого кластера, 2020. – С. 20-22.
6. Андрианова, Н. Г. Семенная продуктивность сортов яблони и груши в Жезказганском ботаническом саду / Н. Г. Андрианова // Новости науки Казахстана. – 2012. – № 1-2(111). – С. 72-78.
7. Аткина, Л. И. Особенности формирования надземной фитомассы боярышника кроваво-красного, яблони ягодной, рябины обыкновенной и клена ясенелистного в условиях г. Екатеринбурга / Л. И. Аткина, М. В. Игнатова // Леса России и хозяйство в них, 2009. – № 3(34). – С. 53-59.
8. Аткин, А. С. О точности учёта различных фракций фитомассы в сосновых молодняках / А. С. Аткин // Леса и древесные породы Северного Казахстана. – 1974. – С. 57-63.
9. Бабич, Н. А. Биологическая продуктивность лесных культур / Н. А. Бабич, М.Д. Мерзленко. – Архангельск: АГТУ, 1998. – 89 с.

10. Бадмаева, С. Э., Туркова Н. С. Зеленые насаждения как фактор экологической безопасности города / С. Э. Бадмаева, Н. С. Туркова // Экология России: на пути к инновациям, 2013. – № 7. – С. 81-84
11. Барбарош, М. Н. Влияние сорта, подвоя и предплантажных удобрений на рост и продуктивность насаждений яблони: автореф. дисс. канд. с.-х. наук / М. Н. Барбарош. – М., 1982. – 16 с.
12. Батуева, Ю. М. Особенности зимних периодов и оценка зимостойкости сортов яблони в Бурятии // Современное садоводство, 2014. – №. 4 (12). – С. 1-4.
13. Безух, Е. П. Применение метода микрофокусной рентгенографии для контроля качества семян плодовых культур / Е. П. Безух, Н. Н. Потрахов, В. Б. Бессонов // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2016. – № 89. – С. 106-112.
14. Богданова, Н. С. Климат Красноярск / Н. С. Богданова [и др.]; под ред. Ц. А. Швер, А. С. Герасимовой. – Л.: Гидрометеиздат, 1982. – 232 с.
15. Борzych, Н. В. Количественные характеристики генотипических особенностей структуры кроны у груши в связи с ростом и плодоношением: автореф. дисс. канд. биол. наук / Н. В. Борzych. – Мичуринск: МичГАУ, 2008. – 23 с.
16. Ботанический сад имени Всеволода Михайловича Крутовского [Электронный ресурс] / СибГАУ им. академика М.Ф. Решетнева. – Красноярск, 2006. – Режим доступа: <http://sibgtu.sibsau.ru>
17. Братилова, Н. П. Сроки созревания и хранения плодов разных сортов яблони в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского / Н. П. Братилова [и др.] // Вестник КрасГАУ, 2015. – № 11. – С. 146-150.
18. Братилова, Н. П. Влияние сортовой принадлежности яблони на биохимический состав плодов в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского / Н. П. Братилова, М. В. Репях, Н. В. Моксина // Вестник Красноярского государственного аграрного университета, 2011. – №. 12. – С. 237-239

19. Братилова, Н. П. Влияние сортовых особенностей яблонь, произрастающих в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского, на сроки сбора плодов и длительность их хранения / Н. П. Братилова, Н. В. Моксина, М. В. Репях // Вестник КрасГАУ. – 2012. – №. 6. – С. 193-195
20. Бунцевич, Л. Л. Экология фотосинтеза и транспорт ассимилятов у яблони / Л. Л. Бунцевич, М. А. Костюк, Е. Н. Беседина, М. В. Макаркина // Плодоводство и виноградарство юга России, 2013. – №. 22 (4). – С. 2-13.
21. Буторова, О. Ф. Коллекция сортов яблони, произрастающей в открытой форме на территории Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского / О. Ф. Буторова, М. В. Репях, А. Ю. Галкина // Вестник КрасГАУ, 2007. – Вып. 2. – С. 99-101.
22. Буторова, О. Ф. Особенности фенологии яблони в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского / О. Ф. Буторова, М. В. Репях, Н. Н. Сапрунова // Ботанические исследования в Сибири, 2011. – Вып. 19. – С.19-23
23. Васильев, С. М. Методика прогнозирования параметров корневых систем яблоневого растения / С. М. Васильев, А. С. Штанько, Я. Е. Удовидченко // Аграрный научный журнал, 2020. – №. 8. – С. 76-82.
24. Васфилов, С. П. Анализ причин изменчивости отношения сухой массы листа к его площади у растений / С. П. Васфилов // Журнал общей биологии, 2011. – Т. 72. – № 6. – С. 436-454.
25. Веткас, И. А. Итоги сортоизучения мелкоплодных яблонь инорайонной селекции / И. А. Веткас // Интенсификация садоводства в Восточной Сибири, 1983. – С. 105-115.
26. Виновец, А. Д. Отбор сеянцев яблони на ранних этапах развития / А. Д. Виновец // Задачи и современные методы селекции плодовых и ягодных культур, 1987. – С. 33-35.
27. Гаджиев, Г. Ш. Структура фитомассы плодовых культур на каштановых плантажированных почвах предгорного Дагестана / Г. Ш. Гаджиев, Р. М. Адамова, П. К. Шагабудинова // Вестник Дагестанского научного центра РАН, 2018. – №. 68. – С. 14-19.

28. Гегечкори, В. Е. Структура и баланс фитомассы деревьев яблони при разных режимах полива / В. Е. Гегечкори, С. Ю. Орленко // Субтропическое и декоративное садоводство, 2015. – Т. 53. – С. 111-115.
29. Григорьева, Л. В. Особенности формирования площади листьев слаборослых деревьев яблони в интенсивном саду / Л. В. Григорьева, О. А. Ершова // Вестник МичГАУ, 2012. – № 2. – С. 9-12.
30. Григорьева, Л. В. Продуктивность фотосинтеза саженцев яблони в питомнике / Л. В. Григорьева, А. Ю. Чупрынин // Плодоводство и ягодоводство России, 2012. – Т. 32. – №. 2. – С. 199-207.
31. Григорьева, Л. В. Агробιοлогические аспекты повышения продуктивности яблони в насаждениях ЦЧР РФ: дисс. ... док. с-х наук / Л. В. Григорьева. – Мичуринск: Наукоград, 2015. – 426 с.
32. Григорьева, Л. В. Прогнозирование плодоношения яблони по биохимическому состоянию деревьев на светло-каштановых почвах / Л. В. Григорьева, И. Ю. Подковыров // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса, 2014. – № 1 (33). – С. 1-5.
33. Григорьева, Л. В. Особенности роста и синтеза биомассы клоновых подвоев яблони в питомнике / Л. В. Григорьева, А. Ю. Чупрынин // Достижения науки и техники АПК, 2010. – №. 12. – С. 58-60
34. Гусакова, Г. С. Перспективы промышленного использования зимостойких сортов яблони Южного Прибайкалья / Г. С. Гусакова, М. А. Раченко // Вестник российской сельскохозяйственной науки, 2016. – №. 5. – С. 52-56.
35. Джеев, С. Ю. Изучение влияния опылителей на развитие плодов и семян у яблони и груши: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / С. Ю. Джеев. – Москва, 1960. – 18 с.
36. Дорохин, А. Н. Рабочий проект строительства дендропарка в Красноярском мехлесхозе Красноярского края: дендропроект / А. Н. Дорохин [и др.]. – Новосибирск, 1984. – Т. 1. – 264 с.
37. Дорошенко, Т. Н. Способ ранней диагностики потенциальной продуктивности сортоподвойных комбинаций плодовых культур: авторское

свидетельство / Т. Н. Дорошенко, Ю. С. Поспелова // Краснодар: СКЗНИИСиВ, 1989. – № SU 1470239 A1

38. Дорошенко, Т. Н. Биологические аспекты плодовогодства на современном этапе / Т. Н. Дорошенко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2004. – №. 03. – С. 1-7.

39. Драгавцева, И. А. Оценка взаимодействия генотипов привоя и подвоя яблони с использованием биометрических методов / И. А. Драгавцева [и др.] // Сельскохозяйственная биология, 2015. – №. 5. – С. 590-599.

40. Дубравина, И. В. Использование генофонда яблони для совершенствования сортов и подвоев на юге России: дисс. ... докт. с.-х. наук / И. В. Дубравина. – Краснодар: Кубанский государственный аграрный университет, 2014. – 267 с.

41. Ершова, О. А. Фотосинтетические показатели продуктивности привойно-подвойных комбинаций яблонив интенсивном саду / О. А. Ершова, Л. В. Григорьева // Плодоводство и ягодоводство России, 2014. – Т. 39. – С. 87-92.

42. Журавлева, А. В. Корреляция морфологических и хозяйственно ценных признаков сортов яблони полукультурной / А. В. Журавлева, П. В. Сологалов // Достижения науки и техники АПК, 2011. – №. 2. – С. 30-32.

43. Журавлева, А. В. Комплексная оценка сортов яблони полукультурной в условиях южной лесостепи Западной Сибири: дисс. ... канд. с-х наук / А. В. Журавлева. –Омск: ОмГАУ им. П.А. Столыпина, 2011. – 179 с.

44. Загиров, Н. Г. Влияние доз минеральных удобрений на накопление фитомассы и вынос основных макроэлементов из почвы в орошаемых условиях южного Дагестана / Н. Г. Загиров // Плодоводство и ягодоводство России, 2012. – Т. 30. – С. 74-81.

45. Замолодчиков, Д. Г. Системы оценки и прогноза запасов углерода в лесных экосистемах / Д. Г. Замолодчиков // Устойчивое лесопользование, 2011. – № 4 (29). – С. 15-22.

46. Заморський, В. В. Структура та баланс фітомаси дерев яблуні в інтенсивних фітоценозах / В. В. Заморський // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Агрономія і біологія, 2013. – №. 3. – С. 161-164.
47. Захаров, В. Л. Биомасса сеянцев яблони в зависимости от типа и горизонта почвы / В. Л. Захаров // Основы повышения продуктивности агроценозов, 2015. – С. 94-105.
48. Игнатова, М. В. Особенности формирования надземной фитомассы боярышника кроваво-красного, яблони ягодной, рябины обыкновенной и клена ясенелистного в условиях г. Екатеринбурга: автореф. дис. канд. с.-х. наук / М. В. Игнатова. – Екатеринбург: УГЛТУ, 2011. – 22 с.
49. Исаев С. И. Селекция и новые сорта яблони / С. И. Исаев // М.: «Колос», 1966. – 446 с.
50. Кавеленова, Л. М. К итогам оценки количественных показателей листьев некоторых сортов и гибридов плодовых и ягодных розоцветных / Л. М. Кавеленова [и др.] // Самарский научный вестник, 2018. – Т. 7. – №. 4 (25). – С. 40-44.
51. Калинина, О. В. Направления в современной селекции яблони (*Malus* Mill.) / О. В. Калинина, Ю. В. Бурменко, Н. Ю. Свистунова // Садоводство и виноградарство, 2020. – №. 6. – С. 5-11.
52. Капцинель, М. А. Плодоводство / Капцинель М. А. [и др.] // М.: Учпедгиз, 1963. – 328 с.
53. Кожевников, А. П. Декоративные формы яблони гибридной (*Malus hybrida*) в озеленительных посадках Екатеринбурга / А. П. Кожевников, Р. В. Егоров // Леса России и хозяйство в них. – 2020. – № 4(75). – С. 20-28.
54. Козловская, З. А. Селекция яблони в Беларуси / З. А. Козловская // Минск: Белорусская наука, 2015. – 476 с.
55. Колесников, Е. В. Яблоня и груша / Е. В. Колесников // М.: Россельхозиздат, 1985. – 56 с.

56. Кондратьева, Г. В. Результаты селекции семечковых культур в Саратовской области / Г. В. Кондратьева // Вестник Саратовского аграрного университета им. Н.И. Вавилова, 2007. – Спецвыпуск. – С. 53–55.
57. Красова, Н. Г. Формирование листовой поверхности у сортов яблони на различных выставочных подвоях / Н. Г. Красова, А. М. Галашева // Аграрный вестник Урала, 2010. – № 4 (70). – С. 71-73.
58. Крутовский, Вс. М. Как крестьянину Средней Сибири устроить плодовый сад / Вс. М. Крутовский. – М.: ГИЗ, 1927. – 48 с.
59. Кузьмичев, В. В. Математическая статистика / В. В. Кузьмичев, Н. В. Павлов, А. С. Смольянов. – Красноярск: СТИ, 1994. – 80 с.
60. Кушнарев, М. А. Сортоизучение и резервы повышения продуктивности яблони в разных зонах садоводства Сибири: дисс. ... канд. с.-х. наук / М. Х. Кушнарев. – Барнаул: АГАУ, 2009. – 118 с.
61. Леонович, И. С. Прогнозирование урожайности деревьев яблони по вегетативным показателям роста для садов интенсивного типа / И. С. Леонович // Техническое и кадровое обеспечение инновационных технологий в сельском хозяйстве, 2014. – Ч. 1. – С. 171-173.
62. Лисина, А. В. Определение зрелости плодов яблони при хранении методом Штрайфа и Ягера / А. В. Лисина, А. А. Данилова // Плодоводство и ягодоводство России, 2015. – Т. 41. – С. 232-236.
63. Лисотова, Е. В. Использование морфометрических признаков для оценки состояния древесных растений в условиях г. Красноярска / Е. В. Лисотова, Л. Н. Сунцова, Е. М. Иншаков // Хвойные бореальной зоны, 2013. – № 3-4. – С. 59-62.
64. Лихонос, Ф. Д. Яблоня / Ф. Д. Лихонос. - М.: «Колос», 1973. – 78 с.
65. Луценко, Н. Е. Выявление и исследование зависимостей между биологическими особенностями и хозяйственными свойствами различных сортов яблони / Н. Е. Луценко // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета, 2007. – №. 30. – С. 1-18.

66. Лялина, Е. В. Морфологические и биохимические признаки культурности гибридных сеянцев яблони и возможности использования их для ускорения селекционного процесса: автореф. дисс. канд. с.-х. наук / Е. В. Лялина. – Мичуринск: Мичуринская госуд. с.-х. академия, 1995. – 19 с.

67. Макаренко, С. А. Генетический потенциал в селекции яблони на юге Западной Сибири / С. А. Макаренко, И. П. Калинина // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2016. – Т. 177. – №. 1. – С. 91-109.

68. Макаренко, С. А. Сорта яблони горноалтайской селекции в сортименте Сибири / С. А. Макаренко // Садоводство и виноградарство. – 2017. – №. 6. – С. 13-18.

69. Макаркина, М. А. Оценка сортов плодовых и ягодных культур, выращенных в условиях ЦЧР РФ, по биохимическим показателям плодов / М. А. Макаркина, Т. В. Янчук // Достижения науки и техники АПК, 2010. – №. 10. – С. 26- 29.

70. Макаркина, М. А. Селекция яблони и смородины красной на улучшение химического состава плодов: автореф. дисс. докт. с.-х. наук / М. А. Макаркина. – Брянск: Брянский ГАУ, 2009. – 50 с.

71. Мамаев, С. А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале) / С. А. Мамаев. – М.: Наука, 1973. – 283 с.

72. Мамалова, Х. Э. Оценка биологических особенностей сортов яблони в условиях Чеченской Республики / Х. Э. Мамалова // Плодоводство и виноградарство Юга России, 2014. – № 27 (03). – С. 42-51.

73. Матвеева, Р.Н. Изменчивость, гибридизация и размножение яблони разных сортов в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. Н. Сапрунова. – Красноярск: СибГТУ, 2016. – 209 с.

74. Матвеева, Р. Н. Отбор, гибридизация и размножение яблони в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, А. Ю. Галкина. – Красноярск: СибГТУ, 2010. – 148 с.

75. Матвеева, Р. Н. Селекция яблони в Ботаническом саду имени Вс.М. Крутовского / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. В. Моксина // Международный технико-экономический журнал, 2016. – №. 1. – С. 96-99.
76. Матвеева, Р. Н. Содержание экстрактивных веществ в плодах крупноплодных сортов яблонь Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского / Р. Н. Матвеева [и др.] // Химия растительного сырья, 1998. – №. 2. – С. 31-36.
77. Матвеева, Р. Н. Селекция яблони в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского / Р. Н. Матвеева [и др.]. – Красноярск: СибГТУ, 2006. – 357 с.
78. Матвеева, Р. Н. Уникальной коллекции яблони в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского – 110 лет / Р. Н. Матвеева, О. Ф. Буторова, Н. В. Моксина // Перспективы интродукции декоративных растений в ботанических садах и дендропарках (к 10-летию Ботанического сада Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского), 2014. – С. 136-139.
79. Мичурин, И. В. Избранные сочинения / Мичурин И. В.; под общ. ред. П. Н. Яковлева // М.: ОГИЗ, 1948. – 791 с.
80. Моксина, Н. В. Изменчивость периода созревания, массы и размеров плодов разных сортов яблони в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского / Н. В. Моксина, Н. П. Братилова // Вестник КрасГАУ. – 2017. – №. 6. – С. 32-36
81. Некрасов В. И. Актуальные вопросы семеноведения интродуцентов // Бюл. Гл. бот. сада. – 1978. – Вып. 110. – С. 76-79.
82. Ожерельева З. Е. Зимостойкость генотипов яблони разной плоидности селекции ВНИИСПК / З. Е. Ожерельева, Е. Н. Седов // Селекция и сорторазведение садовых культур, 2015. – С. 145-147.
83. Ожерельева З. Е. Изучение сорто-подвойных комбинаций яблони по компонентам зимостойкости / З. Е. Ожерельева, Н. Г. Красова, А. М. Галашева // Современное садоводство, 2013. – №. 4 (8). – С. 1-10.
84. О состоянии и охране окружающей среды в Красноярском крае в 2019 году: государственный доклад / М-во экологии и рационального природопользования Красноярского края; под ред. Ю. М. Мальцева. – Красноярск: КГБУ «ЦРМПиООС», 2020. – 314 с.

85. Переяслова Л. Б. Способ определения потенциальной урожайности плодовых растений: авторское свидетельство / Л. Б. Переяслова // Алма-Ата: Алмалы, 1993. – № SU 1818004 A1.
86. Петров А. В. Количественные признаки и корреляции сортов яблони / А. В. Петров // Труды ЦГЛ им. И. В. Мичурина, 1934. – Т.2
87. Плотникова, Д. М. Биометрические показатели плодов и листьев разных сортов яблони, произрастающих в Ботаническом саду им. Вс.М. Крутовского / Д. М. Плотникова [и др.] // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки, 2016. – Т. 1. – С. 29-31.
88. Прибавкина, Р. А. Отбор сеянцев на ранних этапах их развития с применением ментора: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Р. А. Прибавкина. – Саратов, 1952. – 25 с.
89. Причко, Т. Г. Технические и биохимические показатели плодов перспективных сортов яблони, выращенных в условиях юга России / Т. Г. Причко, Л. Д. Чалая, Т. Л. Смелик // Плодоводство и виноградарство юга России, 2015. – №. 35. – С. 109-122.
90. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / под ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел : ВНИИСПК, 1999. – 606 с.
91. Погода и климат: справочно-информационный портал [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/29570.htm>, свободный. – Загл. с экрана.
92. Попов, Ю. Г. Подготовка семян яблони к прорастанию и некоторые вопросы выращивания сеянцевых подвоев : автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук / Ю. Г. Попов. – Москва, 1966. – 20 с.
93. Потапов В. А. Биометрия плодовых культур: монография / В. А. Потапов, А. И. Завражнов, Л. В. Бобрович, В. Н. Петрушин // Мичуринск: МичГАУ, 2004. – 332 с.

94. Потапов, В. А. Слаборослый интенсивный сад / В. А. Потапов, А. С. Ульянищев, Ю. В. Крысанов [и др.] – М.: Росагропромиздат, 1991. – 219 с.
95. Расулов, А. Р. Определение биологической продуктивности и структуры прироста фитомассы деревьев яблони и интенсивных насаждениях / А. Р. Расулов, П. Г. Лучков // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии: Научно-теоретический журнал Российского государственного аграрного университета – МСХА имени К.А. Тимирязева, 1998. – Вып. 4. С. 137-147
96. Расулов А. Р. Особенности формирования биологической и хозяйственной продуктивности яблони в интенсивных насаждениях в зависимости от плотности посадки деревьев / А. Р. Расулов, Б. Б. Бесланеев // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова, 2021. – № 1 (31). – С. 7-13
97. Расулов, А. Р. Изучение некоторых аспектов продукционного процесса яблони / А. Р. Расулов, П. Г. Лучков // Методика исследований и вариационная статистика в научном плодоводстве. – Мичуринск. – 1998. – С. 99-101.
98. Раченко, М. А. Зимостойкость как критерий для выращивания яблонь в условиях Южного Прибайкалья / М. А. Раченко, Е. И. Раченко, Г. Б. Боровский // Вестник ИрГСХА, 2011. – №. 44-1. – С. 117-122.
99. Раченко, М. А. Производственно-биологическая оценка сортов яблони на пригодность их возделывания в Южном Предбайкалье: дисс. ... докт. с.-х. наук / М. А. Раченко. – Иркутск: СИФИБР СО РАН, 2018. – 346 с.
100. Репях, М. В., Изменчивость яблони коллекции ботанического сада им. Вс.М. Крутовского по плодоношению и биохимическому составу плодов: дисс. ... канд. с-х наук / М. В. Репях. – Красноярск: СибГТУ, 1999. – 299 с.
101. Репях, М. В. Отбор маточных растений яблони по фенологии на нижней террасе Ботанического сада им. Вс.М. Крутовского / М. В. Репях, Н. Н. Попова // Вестник КрасГАУ, 2015. – № 1. – С. 29-31.

102. Рудиковский, А. В. Яблоня и груша в Восточной Сибири (зимостойкость, селекции, сорта, перспективы) / А. В. Рудиковский. – Иркутск: Изд-во Ин-та географии СО РАН, 2004. – 163 с.
103. Рудь, М. Ю. Особенности фотосинтетической деятельности деревьев яблони в зависимости от типа формирования кроны: автореф. дис. с.-х. наук / М. В. Игнатова. – Краснодар: КубГАУ, 2010. – 21 с.
104. Савельев, Н. И. Исходный материал и генетические основы селекции яблони на устойчивость к действию абиотических стрессов в период зимовки / Н. И. Савельев // Доклады Российской академии сельскохозяйственных наук, 2003. – № 6. – С. 8-10.
105. Савельев, Н. И. Генетические основы селекции яблони на зимостойкость / Н. И. Савельев // Состояние и проблемы садоводства России, 1997. – Ч.1. – С. 69-73.
106. Садоводы-ученые России: (крат. биограф. справ.) / под ред. Е. Н. Седова. – Орел: ВНИИСПК, 1997. – 439 с.
107. Самылина, И. А. Исторический опыт и перспективы использования сырья яблони в медицине и фармации / И. А. Самылина, Н. В. Нестерова // Медико-фармацевтический журнал «Пульс», 2015. – Т. 17. – №. 4.
108. Сафина, Г. Ф. Влияние низких и сверхнизких температур на жизнеспособность семян плодовых и ягодных растений / Г. Ф. Сафина // Информационный вестник ВОГиС. – 2008. – Т. 12. – № 4. – С. 541-547.
109. Сафина, Г. Ф. Жизнеспособность и динамика всхожести семян яблони при криоконсервации / Г. Ф. Сафина, М. Н. Петрова // Сельскохозяйственная биология. – 2008. – Т. 43. – № 5. – С. 78-81.
110. Седов, Е. Н. Лучшие зимние сорта яблони селекции ВНИИСПК для производства / Е. Н. Седов, З. М. Серова, Т. В. Янчук, С. А. Корнеева // Садоводство и виноградарство, 2018. – Т. 6. – С. 5-11.
111. Седов, Е. Н. Роль селекции в совершенствовании сортимента яблони в России / Е. Н. Седов, З. М. Серова, Т. В. Янчук, С. А. Корнеева // Аграрный научный журнал, 2019. – №. 3. – С. 12-18.

112. Седов, Е. Н. Сорта яблони народной селекции и их роль в совершенствовании сортимента / Е. Н. Седов [и др.] // Садоводство и виноградарство, 2020. – Т. 2. – С. 14-20.

113. Седов, Е. Н. Сорта яблони с длительной лежкостью плодов для совершенствования сортимента / Е. Н. Седов, З. М. Серова // Садоводство и виноградарство, 2016. – Т. 2. – С. 16-21.

114. Седов, Е. Н. Биохимический состав плодов отечественных и зарубежных сортов яблони и их использование в селекции / Е. Н. Седов, М. А. Макаркина, Т. В. Янчук, З. М. Серова // Аграрный научный журнал, 2018. – №. 8. – С. 38-42.

115. Седов, Е. Н. Селекция яблони в средней полосе РСФСР / Е. Н. Седов // Орел: Орловск. отд-ние Приок. кн. изд-ва, 1973. – 351 с.

116. Седов, Е. Н. Влияние родительских сортов яблони на выход и массу гибридных семян / Е. Н. Седов, З. М. Серова, Т. В. Янчук // Вестник российской сельскохозяйственной науки. – 2016. – № 2. – С. 35-37.

117. Сологалов, П. В. Взаимосвязь признаков у гибридов яблони и возможности ее применения в селекционном отборе / П. В. Сологалов // Биология овощных и плодовых растений и эффективность применения полимерных пленок в Западной Сибири, 1980. – С. 36-38

118. Стацкевич, И. М. Использование показателей вегетативного роста и продуктивности яблони для бонитировки почв: автореферат дисс. ... канд. с.-х. наук / И. М. Стацкевич. – Горки: БГСХА, 1972. – 26 с.

119. Танасьев, В. К. Влияние схемы посадки и удобрений на биологическую продуктивность, структуру и баланс фитомассы насаждений яблони / В. К. Танасьев // Современные проблемы интенсификации плодоводства, 1987. – С. 24 – 27

120. Трулевич Н. В. Эколого-фитоценотические основы интродукции растений / Н. В. Трулевич. – М., 1991. – 216 с.

121. Урсуленко, П. К. Фотосинтез и плодоношение яблони / П. К. Урсуленко // Сб. науч. тр. ВНИИК им. И. В. Мичурина, 1967. – Вып. 12. – С. 62-69.
122. Усольцев, В. А. Методы таксации фитомассы деревьев: учебно-методическая разработка / В. А. Усольцев, З. Я. Нагимов. – Свердловск: УЛТИ, 1988. – 46 с.
123. Фирсов, Г. А. Некоторые итоги и перспективы интродукции видов рода *Malus* Mill. в Ботаническом саду Петра Великого / Г. А. Фирсов, К. Г. Ткаченко, Н. П. Васильев, А. В. Волчанская // Бюлл. БСИ ДВО РАН, 2015. – №. 13. – С. 17-33.
124. Фомина, И. К. Формирование хозяйственно ценных признаков и свойств у гибридных сеянцев яблони в условиях Нижнего Поволжья в зависимости от исходных форм: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / И. К. Фомина. – Л., 1989. – 16 с.
125. Харин, А. Е. Ваш любимый сад / А. Е. Харин // Сад и огород, 2002. – №3. – С. 30- 31.
126. Хроменко, В. В. Фотосинтез яблони и периодичность плодоношения / В. В. Хроменко // Садоводство и виноградарство, 2011. – №. 2. – С. 7-11.
127. Хроменко, В. В. Биологические особенности периодичности плодоношения яблони и груши и перспективы стабильного плодоношения в саду / В. В. Хроменко, В. Ф. Воробьёв // Садоводство и виноградарство, 2013. – №. 1. – С. 30-35.
128. Чаплоуцкий, А. Н. Влияние сроков и способов обрезки на формирование листового аппарата различных сортов яблони / А. Н. Чаплоуцкий, А. В. Мельник // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии, 2015. – № 4. – С. 11-14.
129. Штанько, А. С. Особенности формы и расположения корневых систем яблони, произрастающей на склоновых землях / А. С. Штанько, Я. Е. Удовидченко // Мелиорация и водное хозяйство, 2019. – С. 151-156.

130. Шулькина, Т. В. Прогнозирование успешности интродукции по данным фенологии / Т. В. Шулькина // Бюл. Гл. бот. сада. – 1971. – Вып. 79. – С.14-19.

131. Castro-Díez, P. Leaf structure and anatomy as related to leaf mass per area variation in seedlings of a wide range of woody plant species and types / P. Castro-Díez, J. P. Puyravaud, J. H. C. Cornelissen // *Oecologia*, 2000. – Vol. 124 (4) – P. 476-486.

132. Demirsoy, H. Leaf area estimation in some species of fruit tree by using models as a non-destructive method / H. Demirsoy // *Fruits*, 2009. – Vol. 64 (1) - P. 45-51.

133. Demirsoy, H. Short communication. Validation of a leaf area estimation model for sweet cherry / H. Demirsoy, G. A. Lang // *Spanish Journal of Agricultural Research*, 2010. – 8 (3) – P. 830-832.

134. Khanizadeh, S. Factor associated with winter injury to apple trees / S. Khanizadeh [et al.] // XXV International Horticultural Congress, Part 4: Culture Techniques with Special Emphasis on Environmental Implications 514, 1998. – P. 179-192.

135. Lusk, C. H. Why are evergreen leaves so contrary about shade? / C. H. Lusk [et al.] // *Trends in Ecology & Evolution*, 2008. – Vol. 23 (6). – P. 299-303.

136. Mazzini, R. B. A simple and non-destructive model for individual leaf area estimation in citrus / R. B. Mazzini, R. V. Ri-beiro, R. M. Pio // *Fruits*, 2010. – Vol. 65 (5). – P. 269-275.

137. Migicovsky, Z. Morphometrics reveals complex and heritable apple leaf shapes / Z. Migicovsky [et al.] // *Frontiers in plant science*, 2018. – Vol. 8. – P. 2185.

138. Milla, R. Environmental and developmental controls on specific leaf area are little modified by leaf allometry / R. Milla [et al.] // *Functional Ecology*. – 2008. – Vol. 22 (4). – P. 565-576.

139. Morgan, J. The new book of apples / J. Morgan, A. Richards // Random House, 2013. – 320 p.

140. Murawski, H. Über einige Aufgabender Apfelnzüchtung und Zuchtungsfor-
schung / H. Murawski // *Deutsche Gartnerpost*, 1973. – P. 10-16.

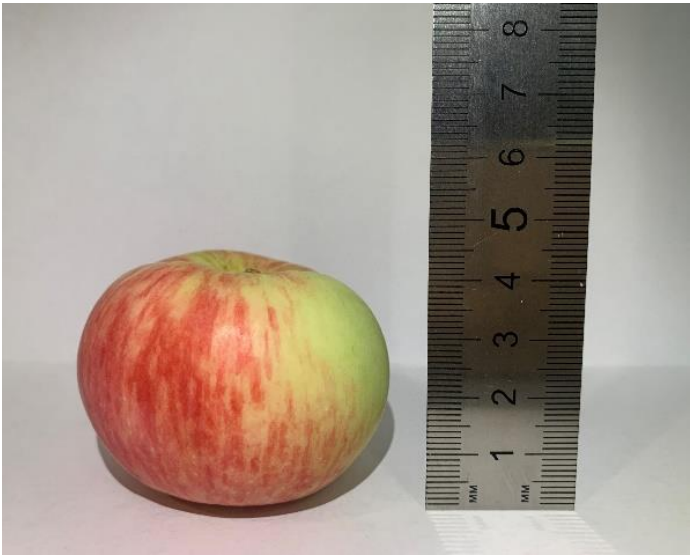
141. Murawski, H. Beschleunigung der Generationsfolge beim Apfel / H. Murawski, R. Focke // Arch. Züchtungsforsch, 1978. – Vol. 8 (2). – P. 91-98.
142. Niklas, K. J. «Diminishing returns» in the scaling of functional leaf traits across and within species groups / K. J. Niklas [et al.]// Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 2007. – Vol. 104. – P. 8891-8896.
143. Poorter, H. How does biomass allocation change with size and differ among species? An analysis for 1200 plant species from five continents / H. Poorter [et al.] // New Phytologist, 2015. – Vol. 208. – Issue 3. – P. 736–749.
144. Poorter, H. et al. Causes and consequences of variation in leaf mass per area (LMA): a meta-analysis //New phytologist. – 2009. – T. 182. – №. 3. – C. 565-588.
145. Sala, F. Leaf area constant model in optimizing foliar area measurement in plants: A case study in apple tree / F. Sala [et al.] // Scientia Horticulturae, 2015. – Vol. 193. – P. 218-224.
146. Visser, T. A comparison of apple and pear seedlings with reference to the juvenile period / T. Visser, J. J. Verhaegh, D. P. De Vries // Euphytica, 1976. – Vol. 25. – P. 339-351.
147. Wünsche, J. N. Comparison of non-destructive methods of estimating leaf area in apple tree canopies / J. N. Wünsche, J. W. Palmer // VI International Symposium on Integrated Canopy, Rootstock, Environmental Physiology in Orchard Acta Horti 451. – 1996. – P. 701-708.
148. Wünsche, J. N. The relationship between leaf area and light interception by spur and extension shoot leaves and apple orchard productivity / J. N. Wünsche, A. N. Lakso // HortScience, 2000. – Vol. 35(7). – P. 1202-1206.

ПРИЛОЖЕНИЕ

Приложение 1 – Характеристика изученных сортов яблони

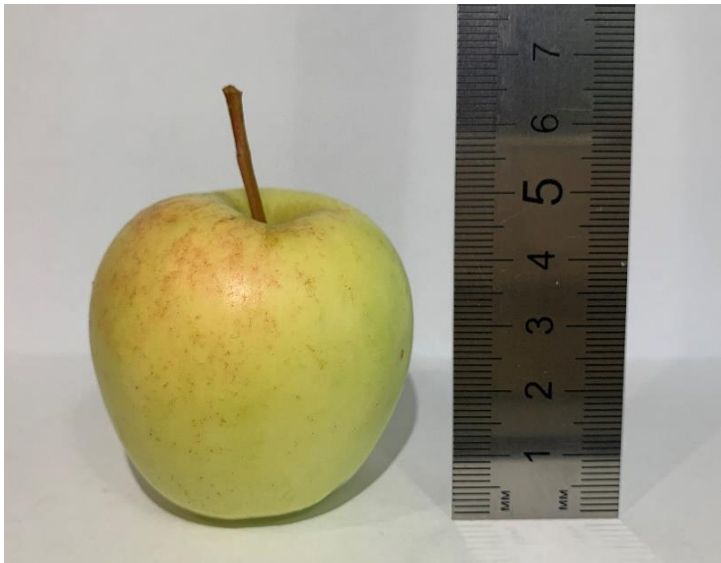
Название	Характеристика
1	2
Летние сорта	
 Аврора	Сорт селекции Вс.М. Крутовского. Сеянец крупноплодного сорта Аркада отличается слабой зимостойкостью. Урожайность высокая. Плоды крупные (до 80 г), вкус кисло-сладкий.
 Аркад летний (Аркад стаканчатый, Аркад желтый)	Сорт народной селекции. Старинный сладкоплодный сорт. В пору плодоношения вступает на 5-6 год, плодоносит ежегодно, но урожайность средняя. Плоды легкие, мелкого и среднего размера (45-76 г), максимум – 108 г. Созревают в августе, хранятся 7-10 дней, нетранспортабельны.

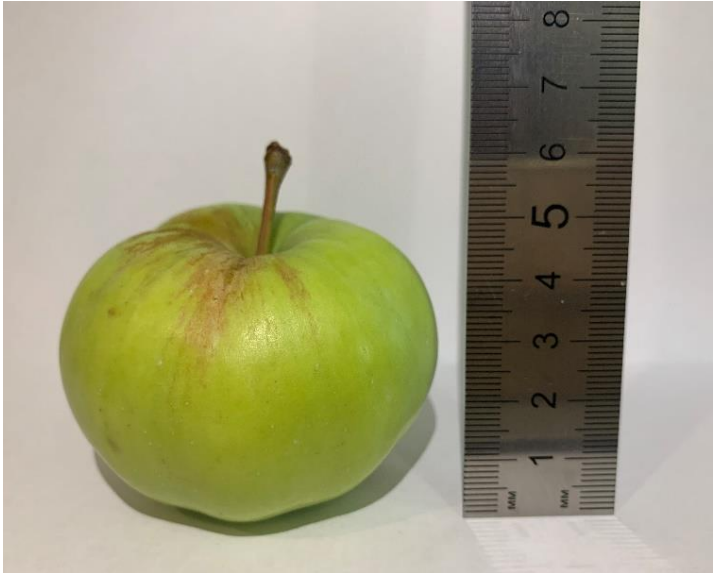
1	2
 Астраханское белое	Сорт народной селекции. Происходит из Нижнего Поволжья. Сорт зимостоек, на тяжелых и влажных почвах поражается паршой. В пору плодоношения вступает на 7-8 годы. В молодом возрасте при хорошем уходе и во взрослом состоянии дает ежегодные высокие урожаи; в худших условиях - через год. Плоды от 61 до 130 г. Съемная спелость плодов – июль-август, в лежке сохраняются до 12 дней.
 Белый налив (Белый налив настоящий, Пудовщина, Долгостебелка)	Сорт народной селекции. Дерево требовательно к почве: значительно лучше растет на перегнойных, легких почвах, на тяжелых дает меньший урожай и худшие плоды, которые при этом сильно страдают от парши. Сорт зимостойкий. В пору плодоношения вступает на 5-7 годы после посадки, плодоносит обильно. Плоды средней величины. Созревают плоды в конце июля – начале августа, хранятся не более месяца.

1	2
 Грушовка московская (Скороспелка, Пеструшка, Сладчина)	Сорт народной селекции. Широко распространенный старинный русский сорт. Зимостойкость высокая. Деревья данного сорта предпочтительнее высаживать в защищенном от ветра местах, так как плоды непрочны держатся на дереве. В пору плодоношения вступает на 5-6 год, но плодоношение строго периодичное. Размеры плодов от 60-70 г до 80-120 г. Плоды созревают не одновременно, осыпаются, время созревания плодов – середина августа, в лежке сохраняются не более 10-15 дней.
 Золотой шип (Пряное)	Сорт народной селекции. Среднерусский сорт народной селекции, разводится в основном в лесостепной зоне. Сорт отличается зимостойкостью, засухоустойчивостью. Плоды в небольшой степени поражаются паршой. В пору плодоношения вступает в 3-4 года. Урожайность высокая, но наблюдается периодичность плодоношения. Средняя масса плодов от 50-60 г. Зрелость наступает в середине августа, хранятся около двух месяцев.

1	2
 Красноярская красавица	Сорт селекции Вс.М. Крутовского. Адаптирован к местным условиям, устойчив к парше. Наблюдается периодичность плодоношения, масса плодов от 50 до 75 г. Созревают в конце августа-начале сентября.
 Медовка	Сорт народной селекции. Адаптирован к местным условиям. В отдельные годы поражается паршой. Плодоносит практически ежегодно, урожайность средняя. Масса плодов 40-70 г. Созревает в середине августа. Хранятся до двух недель.

1	2
 Нобилис	Сорт получен Р.И. Шредером. Зимостоек. Поражается паршой в сильной степени и плоды, и листья. Начало плодоношения с 3-4 лет. Плоды 75 г и мельче. Созревают плоды в конце августа, в лежке сохраняются до полутора месяцев.
 Папировка (Налив белый прибалтийский)	Сорт народной селекции. Происхождение сорта из Прибалтики. Сорт относительно морозостоек. Деревья иногда страдают от ожогов коры и подопревания корневой шейки. В сырые годы поражается паршой. Урожайность высокая, ежегодная. Начало плодоношения с 3-4 лет. Плоды среднего размера от 90-100 до 280 г. Плоды созревают в июле – начале августа. Созревание неодновременное. Хранятся до одного месяца.

1	2
 Петербургская ранняя летняя	Сорт народной селекции. Адаптирован к местным условиям произрастания. В сырые годы поражается паршой. Наблюдается периодичность плодоношения. Начало плодоношения с 3-4 лет. Плоды мелкие 30-60 г. Созревает в середине августа. Плоды хранятся до двух недель.
 Терентьевка (Плодовитка)	Сорт народной селекции. Высокоурожайный. Плодоносит на 6-7 год. Плоды мелкие (40 г). Созревают плоды в августе.

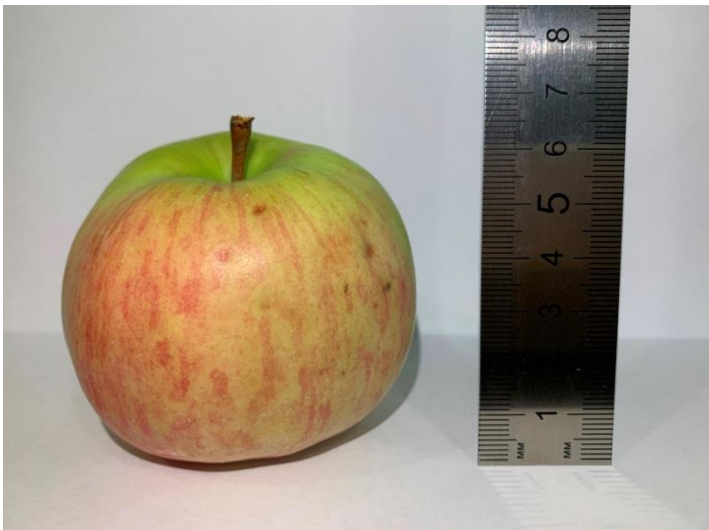
1	2
Зимние сорта	
 №22	Сорт селекции Вс.М. Крутовского. Адаптирован к местным условиям произрастания. Устойчив к парше. За 11 лет наблюдений не плодоносил два раза. Плоды созревают в начале сентября. Масса плодов в среднем составляет 55 г.
 Анисик обыкновенный	Сорт народной селекции. Интродуцирован из европейской части России. В плодоношение вступает на 4-5 год. Плодоношение периодичное. Масса плодов в среднем составляет 55 г. Съемная зрелость наступает в конце августа - начале сентября.

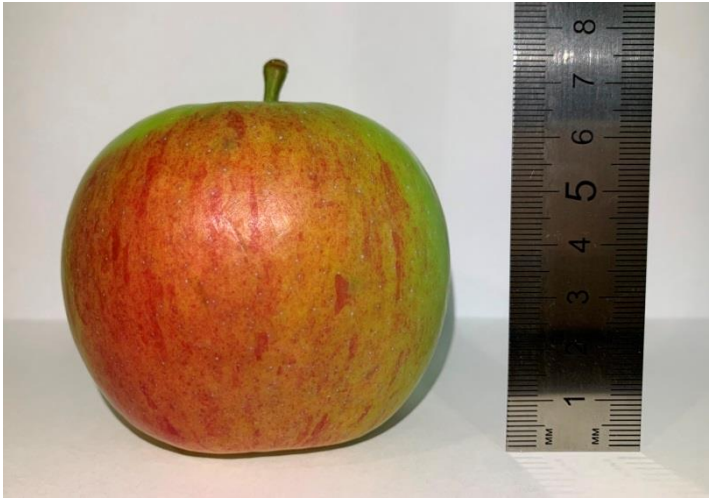
Продолжение приложения 1

1	2
 Антипасхальное	Сорт народной селекции. Адаптирован к местным условиям произрастания. Устойчив к парше. В плодоношение вступает на 4-5 год. Плодоносит практически ежегодно, урожайность средняя. Масса плодов от 60 до 80 г. В данных условиях плоды собирают в середине сентября, хранятся до весны следующего года.
 Антоновка желтая	Антоновка обыкновенная х Кальвиль желтый – селекции И.В. Мичурина. Высокоурожайный сорт. Устойчив к морозам и болезням. Масса плодов до 200 г. Съёмная зрелость – первая половина сентября. Хранятся до декабря.

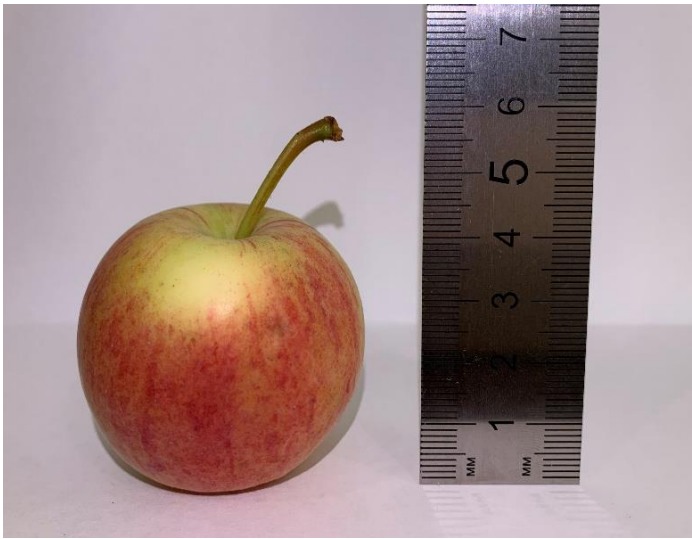
1	2
 Антоновка обыкновенная (Антоновка простая)	Сорт народной селекции. Дерево развивается медленно. Предпочитает свежий грунт. Отличается морозостойкостью. Принадлежит к числу высокоурожайных сортов. В пору плодоношения вступает в возрасте 5-8 лет. Наблюдается периодичность урожайных сезонов. Масса плодов от 133 до 259 г. Плоды прочно держатся на дереве, нередко страдают от плодовой гнили, а в очень дождливое лето поражаются паршой. Плоды созревают в начале октября, в лежке сохраняются до февраля. В Сибири съемная зрелость наступает во второй декаде сентября, потребительская – через месяц; хранятся плоды до декабря.
 Антоновка шафранная	Антоновка обыкновенная х Ренет Орлеанский – селекции И.В. Мичурина. Зимостойкость сорта высокая, засухоустойчивость средняя. Начало плодоношения с 4-5 лет. Плоды средней величины от 153 до 270 г. Плоды созревают в конце сентября. Продолжительность хранения разная, в зависимости от условий сезона.

1	2
 Апорт среднерусский	Сорт народной селекции. Адаптирован к местным условиям произрастания. Устойчив к парше. В плодоношение вступает на 4-5 год. Не плодоносил один год за 11 лет наблюдений. Средняя масса плодов 120 г. В данных условиях плоды собирают в середине сентября.
 Аркад зимний	Яблоня Недзвецкого х Антоновка обыкновенная – селекции И.В. Мичурина. Достаточно зимостойкий сорт, почти не поражается паршой. Начало плодоношения на 4-6 год. Урожайность хорошая. Плоды средней величины (90 г).

1	2
 Бабушкино	Сорт народной селекции. Зимостойкость хорошая. Нуждается в плодородной почве, открытом и светлом местоположении. Высокоурожайный, но деревья очень поздно вступают в пору плодоношения. Плодоношение периодичное. Плоды средней величины (90 – 140 г). Съемная зрелость наступает в начале октября. К началу декабря плоды приобретают свои вкусовые качества, в лежке сохраняются до конца лета следующего года.
 Бельфлер-китайка	Бельфлер желтый х китайка - селекции И.В. Мичурина. Отличается быстрым ростом. Зимостойкость средняя. Плодоношение наступает на 6-7 год роста дерева, урожайность при правильной агротехнике высокая. Плоды крупные (170, 400-500 г). Съемная зрелость наступает в середине сентября, высокие вкусовые качества плоды приобретают через 15-20 дней хранения и сохраняются от одного до нескольких месяцев.

1	2
 Бисмарк	Предположительно сеянец Апорта. Получен Клэксоном в Новой Зеландии. Сорт зимостоек, в пору плодоношения вступает на второй год после посадки, а нередко уже в первый год завязывает плоды, но плодоносит не ежегодно. Урожайный. Плоды крупные. На дереве держатся прочно, не гниют, но в лежке иногда поражаются подкожной пятнистостью. Созревают в октябре, потребительская зрелость наступает в декабре, сохраняются в течение всей зимы до марта.
 Воргуль Воронежский (Воргуль, Душистый Воргуль)	Сорт народной селекции. Сорт относится к морозостойким, позднеплодным. Начало плодоношения на 9-11 год. Плод средней величины или большой. Плоды созревают к середине сентября, хранятся до марта.

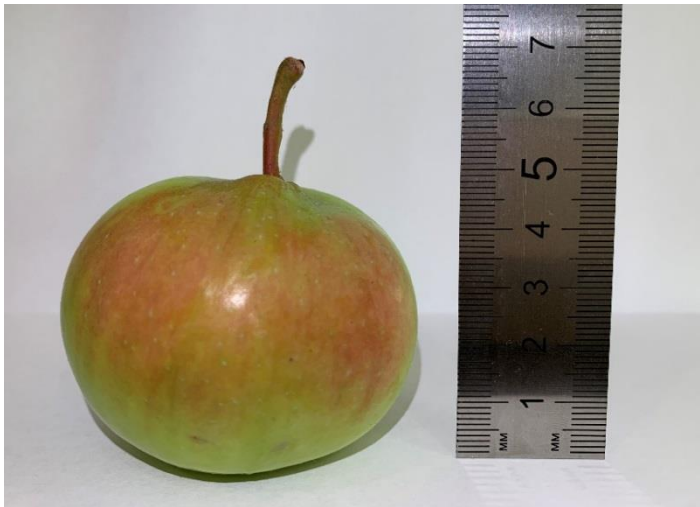
1	2
 Восковое	Сары Синап х Шафнадзе - сорт И.В. Мичурина. В пору плодоношения вступает на 5-6 год и отличается высокой урожайностью. Плоды крупные, отдельные достигают 200 г. Потребительская зрелость наступает в октябре. В лежке плоды могут храниться около двух месяцев.
 Генерал Орлов	Сорт народной селекции. Адаптирован к местным условиям произрастания. Устойчив к парше. В плодоношение вступает на 4-5 год. Наблюдается периодичность плодоношения. Масса плодов в среднем составляет 60 г. Созревают в середине сентября.

1	2
 Зеленое Крутовского (Зеленое)	Селекция Вс.М. Крутовского. Сеянец неизвестного крупноплодного сорта. Зимостойкость в условиях Красноярска низкая. Сорт высоко урожайный. Плоды до 60 г, пригодны для переработки.
 Коричное полосатое	Сорт народной селекции. Зимостойкость высокая, недостаточно устойчив к парше – во влажные годы поражается довольно сильно. В пору плодоношения вступает на 7-9 год, плодоносит умеренно. Плоды средней величины (от 80 до 210 г.). Поспевают плоды в конце сентября и в лежке хранятся от одного до двух месяцев.

1	2
 Красноярское	Селекции Вс.М. Крутовского. Не зимостоек, может выращиваться только на хорошо защищенных, высоких участках, способствующих раннему вызреванию древесины. В период плодоношения вступает с четвертого года после посадки. Плоды мелкие до 25 г. Созревают в сентябре-октябре, хранятся до двух месяцев.
 Красноярский сибиряк (Сибиряк, Доум)	Селекции Вс.М. Крутовского. Сорту урожайный. Плоды крупные – 150-158 г.

1	2
 Кулон-китайка	Китайка х Ренет кулона – сорт И.В. Мичурина. Дерево вполне выносливо. Урожайность хорошая. Масса плодов до 220 г. Храниться до декабря – января.
 Малиновка (Суйслепское, Суйслепер)	Сорт народной селекции. В пору плодоношения вступает на 5-6 год, урожайность средняя. Плоды средней или выше средней величины. Созревают плоды в конце августа – начале сентября.

1	2
 Пепин-китайка	Пепин литовский х китайка – селекции И.В. Мичурина. Сорт обладает хорошей засухоустойчивостью, но недостаточно зимостоек и поражается паршой. Хорошо формируется в стелющуюся форму. Начало плодоношения на 3-4 год, обильное, ежегодное. Плоды 125-150 г. Созревают в конце октября, в лежке могут храниться 2-3 месяца, но поспевают не одновременно.
 Пепин шафранный	Ренет Орлеанский х (Пепин литовский х китайка) – селекция И.В. Мичурина. Деревья данного сорта имеют полукарликовый рост, устойчив против парши. Начало плодоношения на 3-4 год после посадки, почти ежегодное. Плоды средней величины (60-80 г). Съемная зрелость наступает в конце сентября, потребительская - в декабре. Плоды хранятся до апреля-мая.

1	2
 Ренет бергамотный	Сеянец Антоновки полуторафунтовой – сорт селекции И.В. Мичурина. Зимостойкий, не устойчив к парше. Начало плодоношения на 6-8 год. Сорт отличается высокой урожайностью. Плоды крупные (150-200 г). Хорошо сохраняются в лежке.
 Славянка	Антоновка обыкновенная х Ренет ананасный – селекция И.В. Мичурина. Деревья этого сорта обладают средней силой роста, устойчив к парше. Сорт скороплодный, начало плодоношения на 5-6 год. Урожайность ранняя и обильная. Плоды средней величины (70-80 г). Зрелость наступает к концу октября, примерно через месяц после съема; плоды в условиях холодильника могут храниться до февраля-марта и даже до мая.

1	2
 Тень	Сорт народной селекции. Адаптирован к местным условиям произрастания. Устойчив к парше. В плодоношение вступает на 4-5 год. Наблюдается периодичность плодоношения. Масса плодов от 60 до 90 г. Снимают плоды в начале сентября. Потребительские свойства приобретают в лежке.
 Титовка (Стасовка, Титовка летнее-осенняя, Титовка обыкновенная, Титовское расписное, Расписная)	Сорт народной селекции. Отличается зимостойкостью. Плодоносить начинает на 4-5 год; плодоношение ежегодное, но умеренное. Плод - от средней до крупной величины (180 г). Поспекает Титовка в конце сентября, в лежке хранится до середины ноября.

1	2
 Шаропай (Шаропай осенний, Апорт Санталова, Апорт зилровка)	Сорт народной селекции. Отличается зимостойкостью, неприхотливостью к почвам. Плодоносить начинает на 4-5 год. Урожайность периодичная. Плоды крупные (130 г), иногда очень крупные (до 300 г). Снимают плоды во второй половине сентября, храниться они могут до февраля. Используются в основном для технической переработки из-за посредственного вкуса.