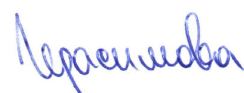


На правах рукописи



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

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Красноярск – 2021

Работа выполнена в ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева»

Научные руководители:	доктор сельскохозяйственных наук, профессор Братилова Наталья Петровна
	кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Моксина Наталья Владимировна
Официальные оппоненты:	Бабич Николай Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет имени М.В. Ломоносова» (г. Архангельск), кафедра ландшафтной архитектуры и искусственных лесов, профессор
	Сомов Евгений Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, ФГБОУ ВО «Тихоокеанский государственный университет» (г. Хабаровск), кафедра «Технология лесопользования и ландшафтного строительства», доцент
Ведущая организация:	ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» (г. Красноярск)

Защита диссертации состоится 16 декабря 2021 г. в 12:00 часов на заседании диссертационного совета Д 212.249.06 при ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева» по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82, E-mail: mrepyah@yandex.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М. Ф. Решетнева», на сайте СибГУ им. М. Ф. Решетнёва: www.sibsau.ru

Автореферат разослан 15 октября 2021 г.

Учёный секретарь
диссертационного совета
канд. с.-х. наук, доцент



Репях Марина Вадимовна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследований. Сортовое разнообразие яблони позволяет в конкретных условиях произрастания отселектировать наиболее продуктивные сорта. Кроме высокого пищевого значения яблоневого сада 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 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 плодоношения 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» [Седов и др., 1999].

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, полученным 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 семян, 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.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ

Яблоня является ведущей плодовой культурой в странах умеренного климата, в том числе и в России [Седов и др., 2018]. Благодаря огромному внутривидовому разнообразию она может выращиваться в различных регионах страны. В Сибири первые опыты по созданию яблоневого сада были предприняты в XIX веке, но успешных результатов удалось добиться только при выращивании крупноплодных сортов в стелющейся форме и выведении устойчивых к неблагоприятным факторам среды ранеток и полукультурок [Крутовский, 1927; Журавлева, 2011; Матвеева и др., 2016; Макаренко, 2017; Калинина и др., 2020 и др.].

В настоящее время все большую актуальность приобретают исследования структуры и закономерностей формирования фитомассы растений [Бабич и др., 1998; Замолотчиков, 2011; Гегечкори, 2015; Roorter et al., 2015; Усольцев, 2016; Гаджиев и др., 2018 и др.]. Однако вопрос строения и характеристик фитомассы деревьев в урбо- и агроэкосистемах остается малоизученным [Аткина и др., 2009; Игнатова, 2011 и др.]. Определение структуры фитомассы яблони с учетом ее вертикально-фракционного распределения дает возможность оптимизировать конструкцию плодовых насаждений [Заморский, 2013].

Несмотря на предпринятые учеными попытки разработать единые критерии ранней диагностики повышенной урожайности яблоневых деревьев [Седов, 1973; Дорошенко, 2004; Кондратьева, 2007; Леонович, 2014; Migicovsky et al., 2018 и др.], показатели взаимозависимости между ростом и плодоношением основных сортов яблони изучены еще недостаточно.

2 ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Территория Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского располагается на I и II террасах правого берега реки Енисей в пригородной зоне Красноярска. Высота над уровнем моря верхней террасы – 173 м, нижней – 145 м. По потенциальному плодородию почвы нижней террасы превосходят почвы верхнего участка сада [Дорохин и др., 1984].

Объектом исследования является уникальная коллекция из 39 культурных сортов яблони *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, Петербургская летняя, Тень, Терентьевка, Титовка, Шаропай, Антипасхальное, Апорт среднерусский, Воронежский воргуль [Матвеева и др., 2014].

Выращиваемые на объекте исследований сорта яблони отличаются по срокам созревания и хранения.

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, урожайных сортов и экземпляров яблони в условиях пригородной зоны Красноярска.

В работе были использованы полевые и лабораторные методы исследований.

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

Фитомассу надземной части растений определяли по модельным деревьям и пробным ветвям. С каждого модельного дерева была отобрана модельная скелетная

ветвь средних размеров, идущая от штамба. Полученные фракции фитомассы высушивали до абсолютно сухого состояния [Усольцев и др., 1988].

Массу фракций кроны определяли умножением массы фракций модельной ветви на количество ветвей в кроне. Массу стволовой древесины, приходящуюся на штаб дерева, вычисляли через объем, определенный по простой формуле Губера, и предварительно вычисленную плотность древесины.

Подсчет количества закладываемых плодов проводили на модельной скелетной ветви по методике Ю. В. Крысанова [1991]. Было собрано по 25 яблок каждого сорта. У плодов определяли массу, диаметр и высоту.

Семена были собраны в 2018 и 2019 гг. Осенью 2019 года был произведен посев семян. В июне, июле и августе определяли наличие семядолей и количество образованных листьев, проводились замеры высоты сеянцев. В конце вегетационного сезона у сеянцев был определен диаметр стебля возле корневой шейки. У модельных растений каждого сорта определена надземная и подземная фитомасса.

Обработку экспериментального материала проводили методами математической статистики с использованием программы Microsoft Excel. На основе корреляционного анализа установлены форма, направленность и теснота связи между изучаемыми признаками [Кузьмичев и др., 1994]. Выявление регрессионных зависимостей проводили с помощью программного обеспечения Curve Expert 1.3.

4 ОСОБЕННОСТИ РОСТА И ФОРМИРОВАНИЯ НАДЗЕМНОЙ ФИТОМАССЫ ЯБЛОНИ

Для определения надземной фитомассы были обследованы модельные деревья яблони разного биологического возраста: от 14 до 113 лет. В 14-летнем возрасте надземная фитомасса вегетативных органов яблони, выращиваемой в стланцевой форме, распределяется следующим образом: 12 % приходится на листья, 16,6 % на штаб и 71,4 % на ветви.

Установлена фенологическая 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 %). К августу, после полного созревания плодов, надземная фитомасса дерева в среднем составляет 10,3 кг в абсолютно сухом состоянии.

Надземная фитомасса вегетативных органов 113-летней яблони, выращиваемой в стланцевой форме, в конце вегетационного периода составляет 164,2 кг в абсолютно

сухом состоянии. Основная ее часть (94,8 %) приходится на ветви. Масса штамба составляет 3,4 %, на массу листьев приходится 1,8 %.

У деревьев открытой формы выращивания к 90-летнему биологическому возрасту формируется многоствольная форма. Надземная фитомасса в среднем распределяется следующим образом: 39,1 % приходится на массу ствола, 51,1 % – на массу ветвей, 9,8 % – на массу листьев.

Урожайность яблони отличается большой погодичной изменчивостью (за период с 2016 по 2019 гг. составила от 0 до 255 кг/дерево). Установлено достоверное превышение массы яблока у деревьев, произрастающих в форме стланца ($88,6 \pm 2,91$ г против $53,3 \pm 1,60$ г). Достоверные различия по массе плода наблюдается почти у всех сравниваемых сортов (таблица 1).

Таблица 1 – Масса яблока разных сортов, растущих в стланцевой (I вариант) и открытой (II вариант) форме, г

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	
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	

Выявлено влияние формы выращивания растений на показатель LMA (массы 1 см² листа). У деревьев стланцевой формы выращивания этот показатель достоверно больше ($10,5 \pm 0,26$ мг против $9,4 \pm 0,23$ мг), что указывает на их повышенные затраты при формировании листьев [Васфилов, 2011].

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

Установлено, что изменчивость по срокам прохождения фенологических фаз у яблони может оказывать влияние на биометрические показатели плодов и вегетативных органов растений. На объекте исследований крупноплодные сорта яблони 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. Большими размерами и массой листьев характеризовались также сорта с более поздними сроками созревания плодов (зимние) (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели плодов и листьев летних и зимних сортов яблони

Группа сортов	$\bar{X}$	$\pm \sigma$	$\pm m$	V, %	P, %	t_{ϕ} при $t_{05}=2,04$
Масса плода, г						
Летние	56,6	23,26	1,06	41,1	1,9	19,13
Зимние	92,2	44,32	1,53	48,1	1,7	
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	

Средняя масса яблока составила $83,4 \pm 1,26$ г при коэффициенте изменчивости 51,1 %. Высота плодов была равна $5,1 \pm 0,03$ см, диаметр – $6,0 \pm 0,03$ см. Уровень изменчивости линейных размеров плода характеризуется как средний. 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 размеры и масса плода достоверно превышают средние значения.

Корреляционный анализ показал наличие сильной положительной связи между показателями площади и массы листьев однолетнего побега; массой однолетнего побега и листьев; массы листа и диаметром плода; массы листа и массы плода; площади листа и массы плода. Подобраны уравнения, описывающие данные зависимости (таблица 3).

Таблица 3 – Уравнения зависимостей показателей яблони

Показатели	Уравнение	R^2
Масса листа (Y) и масса однолетнего побега (X)	$Y = 2,63 + 2,41 \ln(X)$	0,720
Диаметр плода (Y) и масса листа (X)	$Y = 9,28 - 1,25/X$	0,740
Масса плода (Y) и площадь листа (X)	$Y = 1124,1e^{(-104,69/X)}$	0,714
Масса плода (Y) и масса листа (X)	$Y = 148,88 - 29,56/X$	0,640

Используя найденные зависимости, становится возможным спрогнозировать массу листьев в безлистный период года по показателям побегов, диаметр и массу яблок по показателям листьев.

6 ИЗМЕНЧИВОСТЬ СЕМЕННОГО ПОТОМСТВА РАЗНЫХ СОРТОВ ЯБЛОНИ

Для выявления перспективных для селекционной работы, высокопродуктивных сортов и экземпляров яблони на ранних этапах онтогенеза было изучено семенное потомство материнских деревьев крупноплодных сортов яблони.

Средняя высота полусибов яблони изменялась от $4,5 \pm 0,03$ см в июне до $8,8 \pm 0,12$ см в августе. В июне наблюдался высокий уровень изменчивости данного показателя (28,2 %), в июне и августе – очень высокий (более 40 %). Динамика роста сеянцев разных сортов приведена на рисунке 1.

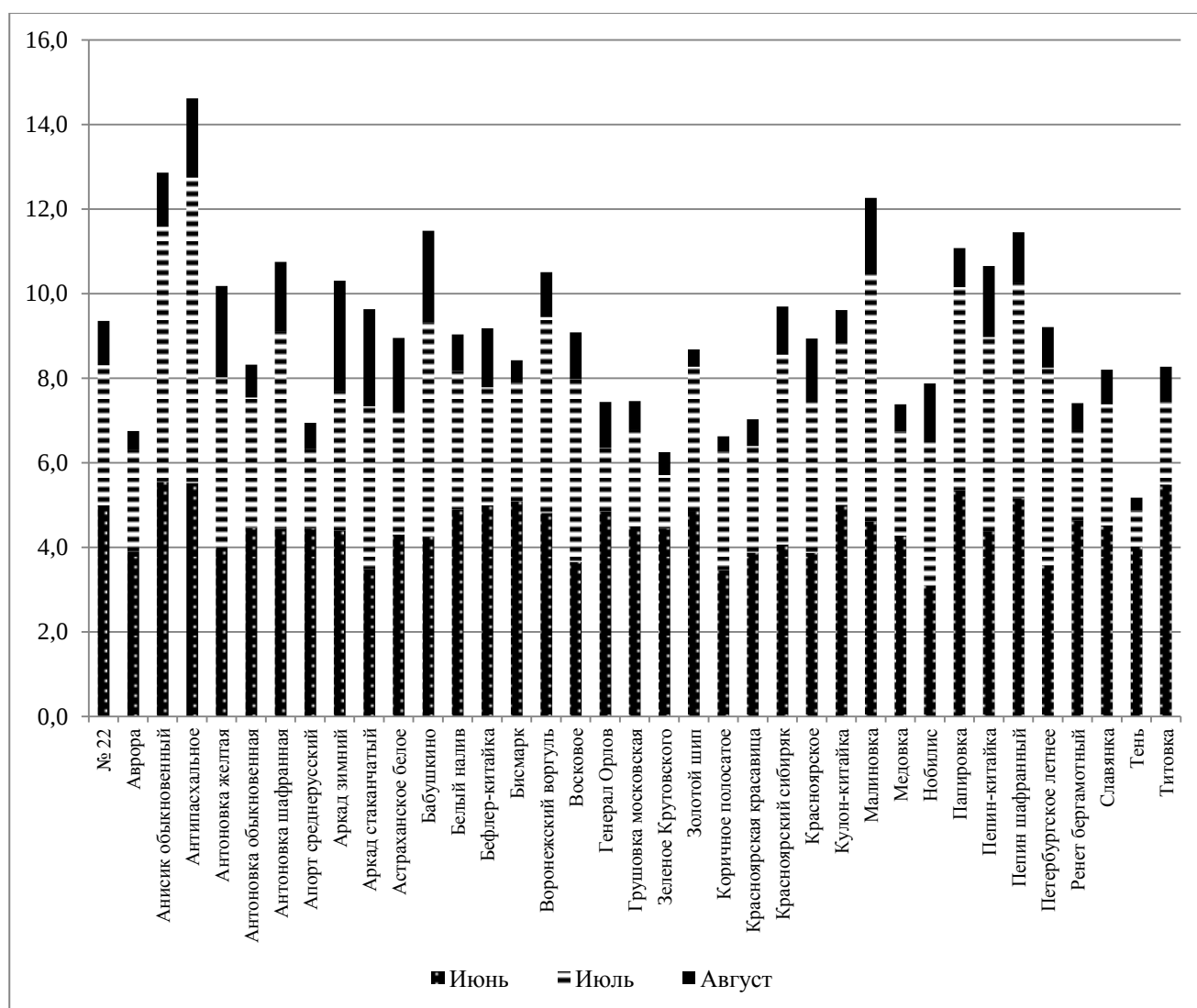


Рисунок 1 – Динамика роста сеянцев в течение вегетационного сезона, см

Выделены быстрорастущие сорта и отдельные полусибы, характеризующиеся большей высотой и диаметром стволика (Анисик обыкновенный, Антипасхальное, Папировка, Пепин шафранный).

В течение вегетационного сезона происходит увеличение числа сформированных листьев: от 4-5 шт. в июне до 7-14 шт. в августе. Отсеlectedированы сеянцы сортов Титовка, Папировка, Красноярский сибиряк, Антипасхальное, Кулон-китайка, отличающиеся листьями больших размеров и массой.

При сравнении показателей сеянцев яблони, выращенных из семян, собранных с материнских деревьев верхней и нижней террас Ботанического сада, установлено достоверное превышение показателей сеянцев нижней террасы по диаметру стволика и числу формируемых листьев. Фенологическая форма материнских деревьев также оказывает влияние на показатели роста и развития их семенного потомства. Полусибы деревьев, характеризующиеся более поздним сроком созревания плодов (зимние), отличаются большими размерами надземной части (таблица 4).

Таблица 4 – Показатели полусибов материнских деревьев разных вариантов

Вариант	Высота, см		Диаметр стволика, см		Число листьев, шт.	
	$\bar{X} \pm m$	t_{ϕ}	$\bar{X} \pm m$	t_{ϕ}	$\bar{X} \pm m$	t_{ϕ}
Терраса сада						
Нижняя	8,8±0,36	1,57	0,29±0,006	3,16	9,8±0,21	2,89
Верхняя	8,2±0,13		0,27±0,002		9,0±0,18	
Фенологическая форма сортов						
Летние	8,0±0,20	2,00	0,26±0,003	2,77	10,1±0,16	1,50
Зимние	8,5±0,15		0,27±0,002		10,4±0,12	

Модельные сеянцы яблони в конце вегетационного сезона имели общую массу в абсолютно сухом состоянии $1,57 \pm 0,043$ г. Подземная фитомасса составила 57,3 % от общей фитомассы. На листья пришлось 28,7 %, на стебель – 14,0 %.

Сеянцы характеризуются сортовой и индивидуальной изменчивостью по окраске листьев. Листья с красноватой окраской встречаются у сортов Антоновка обыкновенная, Антипасхальное, Астраханское белое, Кулон-китайка, Пепин шафранный. Максимальное процентное соотношение сеянцев с красноватой окраской листьев к общему количеству сеянцев выявлено у сорта Антипасхальное (22,7 %).

Выявлено, что период хранения семян оказывал влияние на грунтовую всхожесть и биометрические показатели сеянцев. Посевы семян 2018 и 2019 гг. сбора были осуществлены осенью 2019 г. Грунтовая всхожесть семян 2018 года сбора в среднем составила 25,3 %; 2019 года сбора – 62,7 % (в зависимости от сорта от 28 % Кулон-китайка до 92 % Генерал Орлов, Грушовка московская, Зелёное Крутовского).

Сеянцы, выросшие из семян 2018 года, отстают по росту и числу формируемых листьев от сеянцев из семян 2019 года сбора за исключением растений сорта

Антоновка шафранная. Растения этого сорта обладали небольшим превышением по количеству листьев и высоте, уступая лишь по диаметру стволика у корневой шейки (рисунок 2).

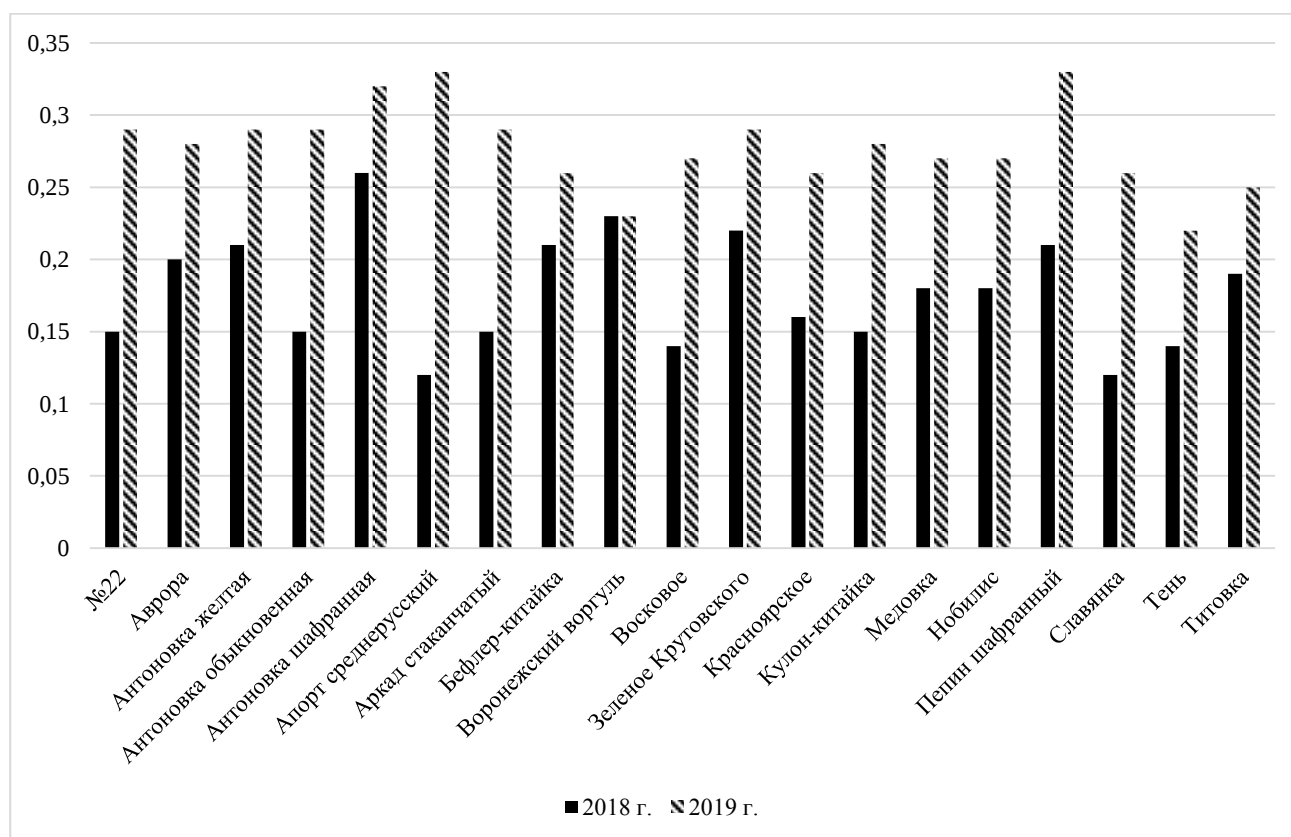


Рисунок 2 – Диаметр стволика сеянцев, выросших из семян разных лет сбора, см

Обнаружена сильная положительная связь между показателями LMA (массы 1 см² листа в а.с.с.) сеянцев с диаметром и массой плодов материнских деревьев, которая аппроксимируется уравнениями, приведенными в таблице 5.

Таблица 5 – Уравнения зависимостей показателей материнских деревьев и их полусибов

Показатели	Уравнение	R ²
Диаметр плода материнских деревьев (Y) и LMA сеянцев (X)	$Y=60,79+10,91\ln(X)$	0,624
Масса плода материнских деревьев (Y) и LMA сеянцев (X)	$Y=307,05-1,55/X$	0,538

Выявленные зависимости можно использовать при ранней диагностике показателей крупноплодности.

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 также 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 яблоневого сада 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.

Перспективы дальнейшей разработки темы заключаются в продолжении наблюдений за ростом полусибов с целью дальнейших селекционных исследований для получения новых форм и сортов.

СПИСОК ОСНОВНЫХ РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ АВТОРОМ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

В изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Братилова, Н. П. Сроки созревания и хранения плодов разных сортов яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / Н. П. Братилова, Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова**, Н. И. Чепелев // Вестник КрасГАУ, 2015. – № 11. – С. 146-150 (ВАК).

2. Братилова, Н. П. Хронографическая изменчивость фитомассы яблони, выращиваемой в стланцевой форме в пригородной зоне Красноярска / Н. П. Братилова, **О. А. Герасимова** // Лесотехнический журнал, 2020. – № 4 (40). – С. 110-119; DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2020.4/9 (ВАК).

3. **Герасимова, О. А.** Рост однолетних сеянцев крупноплодных сортов яблони в пригородной зоне Красноярска / О. А. Герасимова, Н. В. Моксина, Н. П. Братилова // Лесотехнический журнал. – 2021. – Т. 11. – № 2 (42). – С. 69–79; DOI: 10.34220/issn.2222-7962/2021.2/7 (ВАК).

В других изданиях:

4. Bratilova, N. P. Intraspecific variability of apple tree by indicators of vegetative and generative organs / N. P. Bratilova, N. V. Moksina, **O. A. Gerasimova** // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 316 (2019) 012012. – 7 p.; DOI: 10.1088/1755-1315/316/1/012012 (Scopus, Web of Science).

5. Bratilova, N. P. Variability of summer apple tree varieties in 2019 by indicators of vegetative organs / N. P. Bratilova, **O. A. Gerasimova** // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. – 421 (2020) 082008. – 6 p.; DOI: 10.1088/1755-1315/421/8/082008 (Scopus, Web of Science).

6. Bratilova, N. P. The productivity of the apple tree in the Vs. M. Krutovsky Botanical Garden / N. P. Bratilova, N. V. Moksina, **O. A. Gerasimova** // IOP Conf. Ser.:

Earth Environ. Sci. – 677 (2021) 052100. – 6 p.; DOI: 10.1088/1755-1315/677/5/052100 (Scopus).

7. Моксина, Н. В. Анализ плодоношения яблони сорта Бисмарк в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова** // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. XVI междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2013. – С. 108-110.

8. Моксина, Н. В. Биометрические показатели плодов яблони в мемориальной части сада им. Вс. М. Крутовского урожая 2013 г. / Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова**, О. В. Вековицкая // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. XVII междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2014. – С. 63-66.

9. Моксина, Н. В. Биологические показатели плодов и листьев разных сортов яблони, произрастающих в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова** // Молодые ученые в решении актуальных проблем науки: матер. всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2016. – Т. 1. – С. 29-32.

10. Плотникова, Д. М. Изменчивость листьев яблони в мемориальной части Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского / Д. М. Плотникова, М. Е. Никитина, **О. А. Герасимова**, Н. В. Моксина // Экологическое образование и природопользование в инновационном развитии региона: матер. межрегион. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2016. – С. 29-31.

11. Моксина, Н. В. Плодоношение единичных экземпляров яблони коллекции Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского за период 2011-2015 гг. / Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова** // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. XIX междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГТУ, 2016. – С. 57-61.

12. Братилова, Н. П. Надземная фитомасса крупноплодных сортов яблони Ботанического сада г. Красноярска / Н. П. Братилова, **О. А. Герасимова** // Сборник научных трудов государственного Никитского ботанического сада. Пути повышения эффективности садоводства: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Ялта: НБС-ННЦ, 2017. – С. 12-16.

13. Моксина, Н. В. Прохождение фенологических фаз яблони, произрастающей в мемориальной части Ботанического сада имени Вс.М. Крутовского в 2014-2016 гг. / Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова** // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. XX междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2017. – С. 109-112.

14. Братилова, Н. П. Характеристика листового аппарата крупноплодных сортов яблони в Ботаническом саду г. Красноярска / Н. П. Братилова, Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова** // Биотехнология, генетика, селекция в лесном и сельском хозяйстве, мониторинг экосистем: матер. междунар. конф. – Воронеж: ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова, 2017. - С. 115-119.

15. Братилова, Н. П. Изменчивость показателей листьев яблони в 2016 г. в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / Н. П. Братилова, **О. А. Герасимова** // Леса России: политика промышленность, наука образование: матер. III междунар. науч.-техн. конф. – СПб: СПбГЛТУ, 2018. – Т.1. – С. 56-59.

16. **Герасимова, О. А.** Regression analysis of the dependence of the apple tree leaves mass on their size / О. А. Герасимова // Молодежь. Общество. Современная наука, техника и инновации: матер. XVII междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2018. – С. 309-310.

17. Моксина, Н. В. Особенности сезонного развития яблони в мемориальной части Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского / Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова** // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. XXII междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2019. – С. 133-136.

18. **Герасимова, О. А.** Vegetation period of the apple-tree growing in the memorial part of Botanical garden named after Vs. M. Krutovsky in 2014-2018 / О. А. Герасимова // Молодежь. Общество. Современная наука, техника и инновации: матер. XVIII междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2019. – С. 355-357.

19. Барлекова, П. Д. Изменчивость показателей листьев летних сортов яблони в 2019 году / П. Д. Барлекова, **О. А. Герасимова** // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: матер. XXIII междунар. науч. школы-конф. – Абакан: ХГУ им. Н. Ф. Катанова, 2019. – Т. 1. (23) – С. 6-7.

20. Панфилова, А. Д. Зависимость фитомассы побегов и листьев яблони в 2019 году в ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / А. Д. Панфилова, **О. А. Герасимова** // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: матер. XXIII междунар. науч. школы-конф. – Абакан: ХГУ им. Н. Ф. Катанова, 2019. – Т. 1. (23) – С. 77-78.

21. Moksina, N. V. Fruiting indicators of the apple tree growing in the creeping form in the Botanical garden named after Vs. M. Krutovsky / N. V. Moksina, **О. А. Gerasimova**, S. V. Gorbunova // IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. – 822 (2020) 012002. - 5 p.; DOI: 10.1088/1757-899X/822/1/012002.

22. Моксина, Н. В. Индекс периодичности плодоношения яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова** // Актуальные проблемы современного лесоводства: матер. междунар. науч.-практ. конф. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2020. – С. 17-21.

23. Моксина, Н. В. Плодоношение сортов яблони европейской зоны выращивания в ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского города Красноярска / Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова** // Актуальные вопросы биологии, географии, химии, безопасности жизнедеятельности и методики их преподавания: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Ишим: ИПИ им. П.П. Ершова (филиала) ТюмГУ, 2020. – С. 41-44.

24. Моксина, Н. В. Плодоношение яблони группы сортов Антоновка в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова** // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. XXIII междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2020. – С. 69-73.

25. Моксина, Н. В. Плодоношение яблони в мемориальной части Ботанического сада им. Вс. М. Крутовского в 2019 г. / Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова**, А. Е. Шилик // Плодоводство, семеноводство, интродукция древесных растений: матер. XXIII междунар. науч. конф. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2020. – С. 74-77.

26. **Герасимова, О. А.** Формирование фитомассы летних сортов яблони в пригородной зоне Красноярска / О. А. Герасимова, П. Д. Барлекова // Научные основы устойчивого управления лесами: матер. IV Всерос. науч. конф. – М.: ЦЭПЛ РАН, 2020 – с. 18-20.

27. Моксина, Н. В. Удельная нагрузка урожая яблони зимних сортов в ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского / Н. В. Моксина, **О. А. Герасимова** // Лесной и химический комплексы – проблемы и решения: матер. Всерос. науч.-практ. конф. – Красноярск: СибГУ им. М.Ф. Решетнева, 2020 – с. 78-81.

Свидетельство о государственной регистрации базы данных:

Братилова, Н. П. Динамика плодоношения яблони в Ботаническом саду им. Вс. М. Крутовского за 2011-2019 гг. / Н. П. Братилова, Р. Н. Матвеева, Н. В. Моксина, О. Ф. Буторова, **О. А. Герасимова**. – № 2020620175; дата поступления заявки 09.01.2020; дата регистрации 30.01.2020.

Отзывы на автореферат в 2-х экземплярах, заверенные печатью учреждения, просим направлять по адресу: 660049, г. Красноярск, пр. Мира, 82, ученому секретарю диссертационного совета Д 212.249.06.

В отзыве просим указать почтовый адрес организации, телефон и электронную почту лица, представившего отзыв.

Факс: (391) 264-47-09

E-mail: mrepyah@yandex.ru

Подписано в печать 11. 10. 2021.

Формат 60x84 1/16. Усл. печ. л. 1,0. Заказ № 3127. Тираж 100 экз.

Отпечатано

в редакционно-издательском центре СибГУ им. М. Ф. Решетнева

660049, г. Красноярск, проспект Мира, 82

Тел. (391) 222-73-28