

На правах рукописи



ЧЕРНУЦКАЯ Евгения Анатольевна

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО
МАТЕРИАЛА ЯБЛОНИ РАЗНОЙ ПЛОИДНОСТИ ДЛЯ
СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ К ПАРШЕ ГЕНОТИПОВ**

Специальность 4.1.2 – селекция, семеноводство
и биотехнология растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар – 2024

Диссертационная работа выполнена в лаборатории сортоизучения и селекции садовых культур федерального государственного бюджетного научного учреждения «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» (ФГБНУ СКФНЦСВВ)

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук
Ульяновская Елена Владимировна

Официальные оппоненты: **Савельева Наталья Николаевна,**
доктор биологических наук,
ФГБНУ «Федеральный научный центр им.
И.В. Мичурина», ведущий научный сотрудник
лаборатории генофонда

Янчук Татьяна Владимировна,
кандидат сельскохозяйственных наук,
ФГБНУ «Всероссийский научно-
исследовательский институт селекции плодовых
культур», ведущий научный сотрудник,
заведующая лабораторией селекции семечковых
культур

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки «Ордена Трудового Красного
Знамени Никитский ботанический сад —
Национальный научный центр РАН»

Защита состоится «16» октября 2024 года в 10:00 часов на заседании диссертационного совета: 35.2.019.05 на базе ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 (гл. корпус, 1 этаж, ауд. 106).

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет им. И.Т. Трубилина», по адресу 350044, г. Краснодар, ул. Калинина 13 и на сайтах: <http://www.kubsau.ru> и Высшей аттестационной комиссии – <https://vak.minobrnauki.gov.ru>.

Автореферат разослан «27» августа 2024 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
канд. с.-х. наук



А. В. Коваль

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность работы. Яблоня (*Malus × domestica* Borkh.) – одна из ведущих плодовых культур в мире. К основным факторам, существенно снижающим ее потенциальную продуктивность, следует отнести биотические стрессоры (Седов, 2011; Егоров, 2018). Парша (*Venturia inaequalis* (Cke) Wint.) – наиболее вредоносное и распространенное заболевание яблони на юге России; по частоте эпифитотий и степени поражения растений которого регион относят к зоне ее сильного проявления (Подгорная и др., 2016; Якуба, 2018). Создание иммунных к парше сортов – важнейшее направление в селекции яблони в мире и в России (Седов, 2019, 2021; Wang и др., 2015; Козловская, 2020; Савельева, 2016, 2020; Ульяновская, 2019, 2020; Юшков, 2022). Современные селекционные задачи и приоритет исследований по культуре яблони направлен на совмещение в создаваемом генотипе высоких коммерческих и качественных показателей плодов с устойчивостью к грибным заболеваниям, особенно парше (Karlström др., 2019). Кроме того, для достижения долговременной устойчивости к парше в создаваемом генотипе желателен комбинирование нескольких генов системы *Rvi* (Patocchi et al., 2020). В связи с этим актуальна оценка адаптивности и продукционного потенциала новых генотипов региональной селекции; выявление среди них ценных по комплексу признаков образцов, с генетически обусловленной длительной устойчивостью к *Venturia inaequalis* (Cke) Wint. и улучшенными качественными показателями плодов для промышленного использования и селекции.

Цель исследований – выделить по комплексу основных агробиологических признаков новые сорта и элиты яблони разной ploидности и генетического происхождения для ускорения селекционного процесса и совершенствования сортимента региона.

Основные задачи исследований:

- выявить основные закономерности фенофаз развития генотипов яблони;
- оценить устойчивость сортов и форм яблони к абиострессорам зимнего и весеннего периодов;
- выделить генотипы с полевой устойчивостью к комплексу грибных патогенов (парша, монилиоз, мучнистая роса и филлостиктоз), выявить селекционно-ценные формы яблони с комплексной устойчивостью;
- установить основные особенности развития и роста дерева, выделить слаборослые генотипы с компактной кроной для садоводства интенсивного типа;
- дать оценку урожайности и качества плодов генотипов яблони разной ploидности и срока созревания;
- определить жизнеспособность и качество пыльцы разнохромосомных сортов и форм яблони;

– выявить носителей генов *Rvi* устойчивости к парше, *Md-EXP7*, *Md-PG1*, *Md-ACS1*, *Md-ACO1* лежкости и плотности мякоти плодов на основе метода ДНК-маркирования;

– выделить перспективные генотипы с комплексом хозяйственно-ценных показателей для селекционного и промышленного использования.

Научная новизна. Установлены основные закономерности фенофаз в годичном цикле развития многолетнего растения яблони и агробиологические особенности роста и плодоношения новых отечественных сортов и элитных форм в условиях Краснодарского края (Прикубанская зона). Выделены источники ценных признаков: компактной кроны и слаборослости (Экзотика, Розовый закат, Гранатовое, элиты: 12/3-20-11, 12/1-21-74, 12/1-21-67, 12/3-21-28); иммунитета и долговременной устойчивости к парше и полевой устойчивости к монилиозу (Аланское, 12/1-21-67, Веста, 12/2-21-4, 12/2-21-15, 12/1-21-77, 12/3-21-8 и 12/3-21-28), крупноплодности (Джин, Экзотика, 12/2-24-4), позднего срока цветения (Памяти Евдокимова, 12/1-21-67, 12/1-21-77), ценного биохимического состава плодов (Анита, Эльф, 12/2-20-19, 12/2-21-72) и источники комплекса признаков: Азимут, Анита, Веста, Гранатовое, 12/1-21-67, 12/3-21-28.

Получены новые знания о генетическом контроле хозяйственно ценных признаков новых сортов и форм яблони. На основе метода ДНК-маркирования определены носители нескольких генов устойчивости к парше: Веста (*Rvi1*, *Rvi2*, *Rvi3*, *Rvi6*, *Rvi15*), Азимут (*Rvi1*, *Rvi3*, *Rvi6*, *Rvi13*), 12/3-20-36 (*Rvi2*, *Rvi3*, *Rvi6*, *Rvi15*), Анита (*Rvi1*, *Rvi6*, *Rvi14*), Гранатовое (*Rvi1*, *Rvi3*, *Rvi6*), генов *Md-EXP7*, *Md-ACS1*, *Md-PG1*, *Md-ACO1* лежкости и плотности мякоти плодов для использования в дальнейших селекционных исследованиях и оптимизации южного сортимента яблони.

Установлены цитологические особенности перспективных сортов и форм яблони, выявлены ценные сорта-опылители: Азимут, Аланское, Анита, Веста, Гранатовое, Любимое Дутовой, Памяти Евдокимова, Розовый закат, Эльф, 12/1-20-16, 12/1-20-34, 12/1-21-67, 12/2-21-15 и др. для использования в селекционном процессе и производстве.

Теоретическая значимость работы. Новые знания о генетическом контроле у отечественных сортов и форм яблони признаков долговременной устойчивости к парше, лежкости и плотности мякоти плодов яблони на основе ДНК-маркирования. Выявлены новые сорта и формы, сочетающие в своем генотипе несколько генов устойчивости к парше системы *Rvi*, носители: Азимут, Анита, Веста, Гранатовое и 12/3-20-36; обнаружено взаимодействие между адаптационным потенциалом и продуктивностью яблони, обусловленные воздействием различных абиотических и биотических стрессовых факторов окружающей среды региона произрастания.

Практическая значимость. Результаты многолетних научных исследований, проведенных в рамках диссертационной работы, доведены до практического применения.

Выполненные научные исследования в рамках приоритетных селекционных направлений, позволили выделить доноры и источники яблони с такими характеристиками, как иммунитет и долговременная устойчивость к парше, комплексная устойчивость к основным грибным патогенам (парша, монилиоз и филлостиктоз), позднее начало фенофазы цветения, слаборослость, компактность кроны, крупноплодность, покровная насыщенная красная и основная чисто желтая и зеленая окраска плодов, длительность периода хранения плодов и ценность биохимического состава.

Выделены новые доноры устойчивости к парше: Азимут, Анита, Веста, Гранатовое, 12/3-20-36 и источники комплекса хозяйственно-биологических признаков: Азимут, Анита, Аланское, Веста, Гранатовое, 12/1-21-67, 12/1-21-77 и др. для ускорения и эффективности процесса селекции. Выделены новые иммунные к парше сорта, носители 3–5 генов Rvi (устойчивости к парше), с ценными агробиологическими признаками для формирования адаптивных насаждений в условиях южного региона плодового хозяйства.

В соавторстве получены: патент №12764 от 25.05.2023 г. на летний иммунный к парше сорт яблони Веста; свидетельства о гос. регистрации баз данных: №2021621366 от 23.06.2021 г. на базу данных «Основные хозяйственно-ценные, морфологические и молекулярно-генетические признаки представителей рода *Malus Mill.* с устойчивостью к основным грибным патогенам юга России» и №2022621162 от 20.05.2022 г. на базу данных: «Агробиологические, цитологические и молекулярно-генетические признаки представителей рода *Malus Mill.* для использования в селекции и садоводстве юга России»; подана заявка на патент на зимний иммунный к парше сорт Анита (заявка №88272 от 08.12.2022 г.). В госсортоиспытание диссертантом в соавторстве передано 4 сорта яблони: триплоид Джин и диплоиды – Анита, Веста, Эльф.

Рекомендованы перспективные для пополнения сортового конвейера иммунные к парше отечественные сорта: Аланское, Веста, Джин и Экзотика, различные по срокам созревания.

Личный вклад автора. Состоит в следующем: формирование программы исследований; обоснование применяемых методов и методик; закладка научного опыта и проведение эксперимента; сбор и системный анализ научной информации, ее изложение, обобщение и подготовка заключительных выводов.

Методология и методы исследования. Методология данного исследования основывалась на изучении научных трудов как отечественных, так и зарубежных авторов, занимающихся селекцией и сортоизучением культуры яблони. В работе применялись как традиционные, так и современные программы, методики и методы для изучения, отбора и оценки генетического материала яблони, что способствует ускорению селекционного процесса. Были сформулированы проблемы, определены и обоснованы цели и задачи исследования. Диссертационное исследование

основано на проведении наблюдений, сборе данных и учете их в полевых условиях, а также лабораторные анализы и статистическую обработку информации. На основании анализа результатов исследования был использован системный подход и сформированы выводы. Полученные материалы и экспериментальные данные использовались при подготовке научных публикаций и для участия в научно-практических конференциях.

Основные положения, выносимые на защиту:

– биологические характеристики роста, развития и плодоношения российских сортов и элит яблони, соответствие их хозяйственно важных признаков основным агроклиматическим условиям района произрастания;

– доноры и источники основных селекционно-ценных признаков яблони: иммунитет и долговременная устойчивость к парше и высокая полевая устойчивость к монилиозу и филлостиктозу, позднее начало цветения, сдержанный рост дерева, компактная крона плодоносящего растения, крупноплодность, ценный биохимический состав плодов; носители генов устойчивости к парше (*Rvi*), *Md-PG1*, *Md-ACS1*, *Md-EXP7*, *Md-ACO1* (лежкость и плотность мякоти плодов);

– сорта и элиты яблони селекции ФГБНУ СКФНЦСВВ для применения в селекционных программах и улучшения существующего промышленного сортимента.

Степень достоверности. Достоверность и обоснованность многолетних результатов исследования, представленных заключений и рекомендаций подтверждена систематическим подходом к изучению сортообразцов яблони, использованием статистических методов анализа экспериментальных данных и аргументированными выводами.

Результаты диссертационной работы внедрены на Ставропольской ОСС – филиал ФГБНУ СКФНАЦ (г. Ставрополь) при создании интенсивных агроценозов яблони.

Апробация. Основные положения диссертации заслушаны и одобрены на заседаниях методического совета «Растениеводство и земледелие» и ученого совета ФГБНУ СКФНЦСВВ в 2019–2023 гг., а также представлены на: III международной научно-практической конференции «Инновационные исследования и разработки для научного обеспечения производства и хранения экологически безопасной сельскохозяйственной и пищевой продукции» (Краснодар, 2019 г.); международной научно-практической конференции «Селекция – основа развития интенсивного садоводства» (Орел, 2019); международной научной конференции «Фундаментальные основы современной селекции и совершенствование регионального сортимента садовых культур и винограда» (Краснодар, 2019 г.); VII Всероссийской научно-практической конференции «Биологические и технологические основы селекции, семеноводства, размножения и защиты сельскохозяйственных и лесных древесных растений», НБС-НИЦ РАН (Ялта, 2021); International scientific conference «Biologization of the intensification processes in horticulture and viticulture» (Krasnodar, 2021); всероссийской

научной конференции с международным участием XXVII МИЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ, «Научные основы повышения эффективности отрасли садоводства» (Мичуринск, 2021 г.); международной научно-практической конференции «ВАВИЛОВСКИЕ ЧТЕНИЯ – 2021» (Саратов, 2021); V Вавиловской международной конференции, посвященной 135-летию со дня рождения Н.И. Вавилова (Санкт-Петербург, 2022); международной научно-практической конференции «Продовольственная и экологическая безопасность в современных геополитических условиях: проблемы и решения» (Горки, 2023).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 16 научных работ, в том числе 7 работ в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Структура и объем. Диссертация изложена на 165 страницах, содержит 27 таблиц, 42 рисунка, состоит из введения, 3 глав, заключения, рекомендаций селекции и производству, списка литературы и приложений. Список литературы включает 244 наименования, в том числе 57 на иностранном языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цели и задачи исследования, основные положения, выносимые на защиту, определены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, степень достоверности и апробация результатов, личный вклад автора, состав и структура диссертационной работы.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В главе показано хозяйственное значение и происхождение культуры яблони, раскрыты основные методы селекции яблони, основные направления и приоритетные задачи селекции для улучшения существующего мирового и отечественного сортимента яблони, в том числе особенности формирования регионального сортимента. Выявлено, что возможности реализации в условиях Прикубанской зоны садоводства Краснодарского края адаптационного и продукционного потенциала сортов яблони отечественной селекции, с учетом усиления в последние годы частоты и силы воздействия абио- и биотических стрессоров региона на плодовое растение, а также возможности селекционного использования наиболее перспективных сортов изучены не полностью, что вызвало необходимость дополнительных исследований.

2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Погодно-климатические условия Краснодарского края достаточно благоприятны для развития плодового садоводства. В период исследований отмечены сильные годовые колебания среднемесячной температуры воздуха в сравнении с многолетними с многолетними данными среднемесячной температуры воздуха. Минимум температуры воздуха составил $-17,5$ °С в

январе 2021 г. Максимум температуры воздуха доходил до 38,4 °С в июле 2020 г., сентябре 2022 г. и августе 2023 г. Установлено, что в последнее время (2019–2023 гг.) в условиях г. Краснодара наблюдается неравномерное выпадение осадков в энергоемкие фазы развития растений – период цветения, завязывания, роста и созревания плодов (в сравнении со средними многолетними данными). В годы исследований неустойчивый режим увлажнения отмечен в период вегетации с марта по октябрь; серьезный дефицит осадков – в апреле 2020, 2022 гг., в июне 2019 и 2020 гг., в августе 2020 г., в сентябре 2023 г., отсутствие осадков отмечено в августе 2023 г. В 2022 году отмечено более 120 дней в году, когда максимум температуры воздуха превысил отметку в 30 °С.

Место проведения исследований – исследовательская работа выполнена в 2019–2023 гг. в ФГБНУ СКФНЦСВВ в полевых и лабораторных условиях. Для выполнения НИР использовался ЦКП «Исследовательско-селекционная коллекция генетических ресурсов садовых культур». Насаждения яблони расположены в АО ОПХ «Центральное» города Краснодара (Прикубанская зона садоводства). Сад 2004 г. посадки, без орошения; подвой М 9. Схема посадки 5×1,5.

Объекты и методы исследований. Объекты исследований: 30 сортов и форм яблони (*Malus × domestica* Borkh.) различного происхождения и плоидности, в том числе: 8 сортов, 22 элитные формы яблони, из них: летнего срока созревания: Веста, Кокетка, 12/3-20-11, 12/1-21-79, 12/3-21-8; осеннего срока созревания: Джин, Памяти Евдокимова, Розовый закат, Экзотика, 12/1-20-16, 12/2-20-19, 12/2-20-23, 12/3-20-36, 12/1-21-6, 12/1-21-11, 12/1-21-19, 12/2-21-4, 12/2-21-15, 12/2-21-72, 12/3-21-28; зимнего срока созревания: Азимут, Аланское, Анита, Гранатовое, Любимое Дутовой, 12/1-20-34, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/1-21-77, 12/2-21-59. В качестве контроля использованы районированные сорта; для сортов и форм летнего срока созревания – Союз, осеннего – Персиковое, зимнего – Орфей.

В работе использованы полевые, лабораторные, статистические методы исследования. Схема выполнения исследований приведена на рисунке 1.

Исследования проводили согласно: «Программе Северо-Кавказского центра по селекции плодовых, ягодных, цветочно-декоративных культур и винограда на период до 2030 года» (2013), «Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1999), «Программе и методике селекции плодовых, ягодных и орехоплодных культур» (1995), «Методике опытного дела и методическим рекомендациям Северо-Кавказского зонального НИИ садоводства и виноградарства» (2002), «Методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность» (2010), «Современным методологическим аспектам организации селекционного процесса в садоводстве и виноградарстве» (2012), «Современные методология, инструментарий оценки и отбора селекционного материала садовых культур и винограда» (2017).

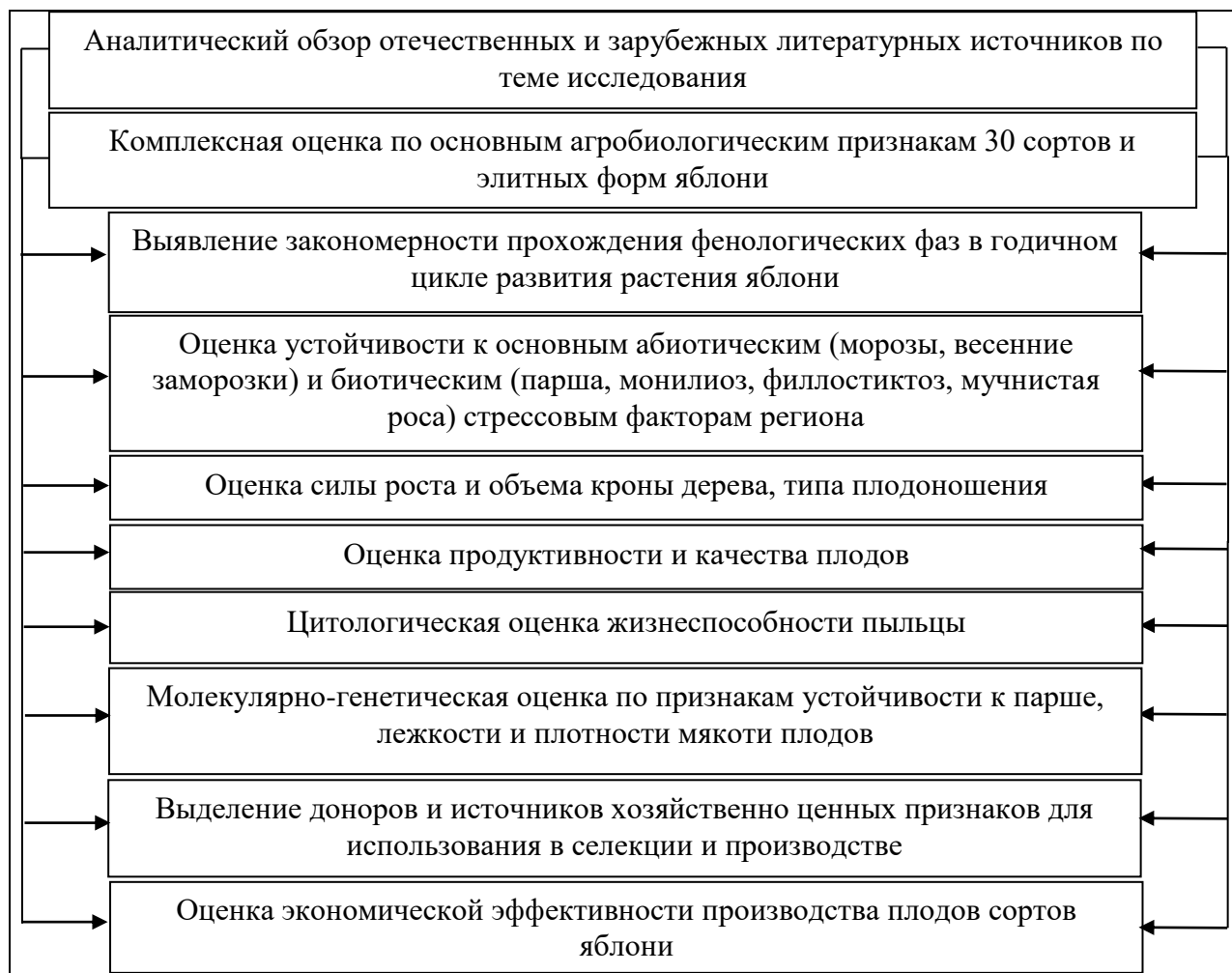


Рисунок 1 – Схема выполнения научных исследований

Лабораторные исследования проведены на базе ЦКП технологичным оборудованием СКФНЦСВВ; в том числе цитологический анализ по методикам (Паушева, 1980; Ульяновская и др., 2017); ДНК-анализ по методикам (Murray, Thompson, 1980; Patocchi et al., 2005) с модификацией метода СТАВ, выполненной в СКФНЦСВВ (Супрун, 2017) путем применения 1 %-ного раствора поливинилпирролидона в лизирующем буфере, что дает возможность провести более качественно очистку проб ДНК от полифенольных соединений.

Для создания баз данных использована программа Microsoft Access. Отбор проб для анализа, определение технических показателей и органолептическая оценка выполнена согласно программам и методикам селекции и сортоизучения (Программа и методика..., 1995, 1999).

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Основные фенофазы растения яблони в годичном цикле развития. Выделены сорта и формы с ранним сроком начала вегетации: 12/2-20-19, 12/1-21-6, 12/1-21-11, 12/3-21-8; со средним сроком начала вегетации: Анита, Веста, Джин, Кокетка, Любимое Дутовой, Розовый закат,

Экзотика, Эльф, 12/1-20-34, 12/2-20-23, 12/3-20-11, 12/3-20-36, 12/1-21-79, 12/2-21-4; с поздним сроком: Азимут, Аланское, Гранатовое, Памяти Евдокимова, 12/1-20-16, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/1-21-77, 12/2-21-15, 12/2-21-59, 12/2-21-72, 12/3-21-28. В ранние сроки цветут (средние даты начала цветения 7–14.04): 12/2-20-19, 12/1-21-6, 12/1-21-11, 12/3-21-8; в средние сроки (средние даты начала цветения 15–21.04): Анита, Веста, Джин, Любимое Дутовой, Розовый закат, Экзотика, Эльф, 12/1-20-34, 12/3-20-11, 12/3-20-36, и др.; поздноцветущие (средние даты начала цветения 22–26.04): Азимут, Аланское, Гранатовое, Памяти Евдокимова, 12/1-20-16, 12/1-21-67, 12/1-21-74 и др. Выявлены формы яблони со стабильно высокой степенью цветения (4–5 баллов) и смешанным типом плодоношения: Аланское и 12/2-21-59, 12/2-21-50. Сроки цветения по культуре составили: в 2019 г. – 24 дня, в 2020 г. – 36 дней (в связи с негативным воздействием весеннего заморозка в апреле до – 2,7 °С), в 2021 г. – 26 дней, в 2022 г. – 27 дней, в 2023 – 28 дней. По срокам окончания вегетации сорта и формы яблони разделены на три группы: с ранним сроком окончания вегетации: 12/2-20-19, 12/2-20-23, 12/1-21-6, 12/1-21-79, 12/3-21-8 (средние даты 16.10–10.11; длительность 22–30 дня); со средним сроком: Аланское, Анита, Веста, Гранатовое, Джин, Кокетка, Любимое Дутовой, Памяти Евдокимова, Экзотика, Эльф, 12/1-20-34, 12/3-20-11, 12/3-20-36, 12/1-21-11 (средние даты 21.10–20.11; длительность 27–35 дней); с поздним: Азимут, Розовый закат, 12/1-20-16, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/1-21-77, 12/2-21-4, 12/2-21-15, 12/2-21-59, 12/2-21-72, 12/3-21-28 (средние даты 26.10–27.11; длительность 30–34 дня).

3.2 Оценка устойчивости генотипов яблони к стрессовым факторам зимнего и весеннего периодов. По многолетним результатам оценки устойчивости к стрессорам зимнего периода и весенним заморозкам (до –2,7 °С в апреле 2020 года) выделены генотипы: Аланское, 12/2-21-59, 12/1-21-77 и др., с поздним и очень поздним сроком вегетации и цветения, что позволило уменьшить степень подмерзания цветковых почек, гибель которых была низкой и составила 10–25 %, что существенно не повлияло на показатели продуктивности.

3.3 Оценка устойчивости к комплексу грибных патогенов. Создание сортов с иммунитетом и высокой устойчивостью к основным грибным патогенам – одно из приоритетных направлений селекции яблони. По степени устойчивости к парше сорта разделены на три группы: высокоустойчивые, среднеустойчивые и слабоустойчивые (таблица 1).

К первой группе (93,33 % или 28 образцов из 30 изученных) отнесены: Азимут, Аланское, Анита, Веста, Эльф, 12/3-20-36, 12/1-21-67, 12/2-21-15, 12/3-21-28 и др. За годы исследования повреждения паршой у них не выявлено, так как по данным ДНК-анализа большинство сортов и форм имеют ген *Rvib* иммунитета к парше. Среднеустойчивые к парше (балл поражения не более 1,0 в годы эпифитотий) включена форма 12/1-20-34. Слабая устойчивость к парше (поражение на 4,0 баллов) у формы 12/2-20-19.

Таблица 1 – Максимум степени поражения паршой (балл) образцов яблони, 2019–2023 годы

4 балла	12/2-20-19
3–2 балла	–
1 балл	12/1-20-34
0 баллов	Азимут, Аланское, Анита, Веста, Гранатовое, Джин, Кокетка, Любимое Дуговой, Памяти Евдокимова, Розовый закат, Экзотика, Эльф, 12/1-20-16, 12/2-20-23, 12/3-20-11, 12/3-20-36, 12/1-21-6, 12/1-21-11, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/1-21-77, 12/1-21-79, 12/2-21-4, 12/2-21-15, 12/2-21-59, 12/2-21-72, 12/3-21-8, 12/3-21-28

По максимальной степени поражения монилиозом все анализируемые сорта и формы яблони можно разделить на пять групп (таблица 2). Наиболее многочисленны группы с высокой устойчивостью к монилиозу, повреждения отсутствуют у 43,33 % изученных генотипов, до 1 балла – у 46,67 %.

Таблица 2 – Максимальная степень поражения монилиозом (в баллах) сортов и форм яблони (2019–2023 гг.)

4 балла	12/3-20-11
3 балла	Анита, Гранатовое
2 балла	Джин, Кокетка, Экзотика, Эльф, 12/1-21-74, 12/2-21-72
1 балл	Азимут, Любимое Дуговой, Розовый закат, 12/1-20-34, 12/2-20-23, 12/3-20-36, 12/1-21-11, 12/1-21-79
0 баллов	Аланское, Веста, Памяти Евдокимова, 12/1-20-16, 12/2-20-19, 12/1-21-6, 12/1-21-67, 12/1-21-77, 12/2-21-4, 12/2-21-15, 12/2-21-59, 12/3-21-8, 12/3-21-28

За период исследований не выявлено генотипов яблони, не имеющих повреждений филлостиктозом. В 2019–2023 гг. поражение листьев яблони этим заболеванием от 1 до 3 баллов отмечено у всех анализируемых сортов и форм (таблица 3).

Таблица 3 – Максимальная степень поражения филлостиктозом (в баллах) сортов и форм яблони (2019–2023 гг.)

4 балла	–
3 балла	Азимут, Памяти Евдокимова, 12/2-20-19, 12/3-20-11
2 балла	Любимое Дуговой, Эльф, 12/1-20-34, 12/2-20-23, 12/1-21-6, 12/2-21-59, 12/2-21-72
1 балл	Аланское, Анита, Веста, Гранатовое, Джин, Кокетка, Розовый закат, Экзотика, 12/1-20-16, 12/3-20-36, 12/1-21-11, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/1-21-77, 12/1-21-79, 12/2-21-4, 12/2-21-15, 12/3-21-8, 12/3-21-28
0 баллов	–

Полученные многолетние данные оценки устойчивости к грибным патогенам позволили выявить сорта и элиты с комплексной устойчивостью к патогенам (парша, монилиоз – 0 баллов, филлостиктоз – до 1 балла): Аланское, Веста, 12/1-21-67, 12/1-21-77, 12/2-21-4, 12/2-21-15, 12/3-21-8 и

12/3-21-28, перспективные для использования в селекционном процессе и в производстве.

3.4 Биометрические показатели роста и развития дерева. Сила роста дерева – один из основных признаков при выборе сорта яблони для интенсивной технологии возделывания. По результатам оценки силы роста дерева все сорта и формы яблони были включены в две группы: слаборослые и среднерослые. Наиболее многочисленна группа, включающая среднерослые генотипы – 73,33 % или 22 образца среди изученных (рисунок 2).

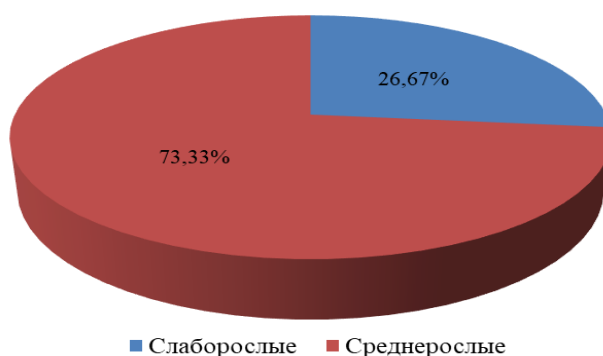


Рисунок 2 – Распределение изученных генотипов по силе роста дерева (2019–2023 гг.)

В группу слаборослых отнесены сорта и формы яблони: Гранатовое, Розовый закат, Экзотика, 12/1-20-34, 12/3-20-11, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/3-21-28. Сила роста дерева в этой группе варьирует от 2,20 м (Гранатовое) до 2,45 м (12/1-20-34 и 12/1-21-67); средний диаметр кроны – от 1,35 м (Розовый закат) до 1,92 м (12/1-20-34). Для большинства генотипов яблони этой группы характерна компактная крона, за исключением формы 12/1-20-34. Объем кроны у них варьирует в основном в пределах от 1,15 м³ (Розовый закат) до 2,08 м³ (12/3-20-11), за исключением формы 12/1-20-34 (2,36 м³) с широко-округлой кроной.

В группу сортов со средней силой роста дерева (2,45–3,00 м) и объемом кроны от 1,27 до 2,69 м³ включены сорта яблони: Азимут, Аланское, Анита, Веста, 12/3-20-36, 12/1-21-77, 12/3-21-28 и др. Для всех генотипов в этой группе характерна пирамидальная, широко-округлая и округлая форма кроны, за исключением сорта Любимое Дутовой, имеющего вертикальную форму кроны.

Выделены новые слаборослые сорта и формы яблони с компактной кроной (высота дерева 2,20–2,45 м; объем кроны 1,15–2,08 м³): Гранатовое, Розовый закат, Экзотика, 12/1-20-34, 12/3-20-11, 12/1-21-67, 12/1-21-74 и 12/3-21-28, перспективные для использования в селекционном процессе для создания новых отечественных сортов для современных интенсивных насаждений яблони.

3.5 Оценка продуктивности генотипов яблони. Все изученные сорта и формы яблони были разделены на три группы по срокам созревания плодов: летнего, осеннего и зимнего (таблица 4).

Таблица 4 – Средняя урожайность и УПОК сортов и элит яблони (за 2019–2023 гг.)

Название сорта, элиты	Средняя урожайность, т/га	+/- к контролю (отклонение средней урожайности), т/га	УПОК, кг/м ³	+/- к контролю (отклонение УПОК), кг/м ³
летний срок созревания				
Веста	20,98	-1,62	16,52	+8,12
Кокетка	16,75	-5,85	9,52	+1,12
12/3-20-11	17,92	-4,68	8,62	+0,22
12/1-21-79	19,53	-3,07	13,11	+34,71
12/3-21-8	14,51	-8,09	10,08	+1,68
Союз (к)	22,60	–	8,40	–
НСР 05	1,74	–	1,38	–
осенний срок созревания				
Джин	29,47	+6,26	13,90	+5,58
Памяти Евдокимова	14,55	-8,66	6,61	-1,71
Розовый закат	10,66	-12,55	9,27	-0,95
Экзотика	25,69	+2,48	13,74	+5,42
Эльф	21,06	-2,15	13,68	+5,36
12/1-20-16	8,51	-14,70	4,75	-3,57
12/2-20-19	16,83	-6,38	8,09	-0,23
12/2-20-23	24,79	+1,58	17,58	+9,26
12/3-20-36	26,93	+3,72	10,01	+1,69
12/1-21-6	18,22	-4,99	11,53	+3,21
12/1-21-11	24,39	+1,18	16,94	+8,62
12/2-21-4	21,96	-1,25	12,69	+4,37
12/2-21-15	16,33	-6,88	9,55	-1,23
12/2-21-72	18,23	-4,98	10,24	+1,92
12/3-21-28	18,26	-4,95	12,42	+4,10
Персиковое (к)	23,21	–	8,32	–
НСР 05	1,23	–	1,00	–
зимний срок созревания				
Азимут	21,11	-6,42	12,63	+1,44
Аланское	27,55	+0,02	12,87	+1,68
Анита	24,99	-2,54	10,16	-1,03
Гранатовое	18,94	-8,59	13,93	+2,74
Любимое Дуговой	26,66	-0,87	13,19	+2,00
12/1-20-34	28,05	+0,52	11,89	+0,70
12/1-21-67	27,05	-0,48	16,49	+5,30
12/1-21-74	17,48	-10,05	11,28	+0,09
12/1-21-77	21,61	-5,92	8,61	-2,58
12/2-21-59	25,92	-1,61	11,22	+0,03
Орфей (к)	27,53	–	11,19	–
НСР 05	1,32	–	0,99	–

Выделены сорта, элитные и отборные формы яблони с высокой урожайностью: летнего срока созревания – Веста и 12/3-20-11; осеннего срока созревания – Джин, Экзотика, 12/2-20-23, 12/3-20-36 и 12/1-21-11;

зимнего срока созревания – Аланское, Любимое Дутовой, 12/1-20-34 и 12/1-21-67.

По результатам исследований среди сортов и элитных форм выделены с высокой урожайные: осеннего – Джин (29,47 т/га), Экзотика (25,69 т/га), 12/2-20-23 (24,79 т/га), 12/3-20-36 (26,93 т/га) и 12/1-21-11 (24,39 т/га), превышающие контрольный сорт Персиковое (23,21 т/га); зимнего срока созревания – Аланское (27,55 т/га) и 12/1-20-34 (28,05 т/га); практически на уровне с контрольным сортом Орфей (27,53 т/га) выделены: Любимое Дутовой (26,66 т/га) и 12/1-21-67 (27,05 т/га). Отмечена форма 12/2-20-23 осеннего срока созревания со стабильным плодоношением.

Для интенсивного садоводства перспективны выделенные генотипы яблони, которые значительно превышают контроль по УПОК (от 11,22 до 17,58 кг/м³): Азимут, Аланское, Веста, Гранатовое, Джин, Любимое Дутовой, Экзотика, Эльф, 12/1-20-34, 12/2-20-23, 12/1-21-6, 12/1-21-11, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/1-21-79, 12/2-21-4, 12/2-21-59, 12/3-21-28.

3.6 Оценка комплекса показателей качества плодов. По результатам многолетних исследований выявлено, что размах изменчивости средней массы плода у генотипов летнего срока созревания составляет от 158,9 г (форма 12/1-21-79) до 184,7–252,4 г (форма 12/3-20-11 и контрольный сорт Союз) и максимальной массы – от 172,2 до 233,5–306,1 г у вышеназванных образцов соответственно (рисунок 3).

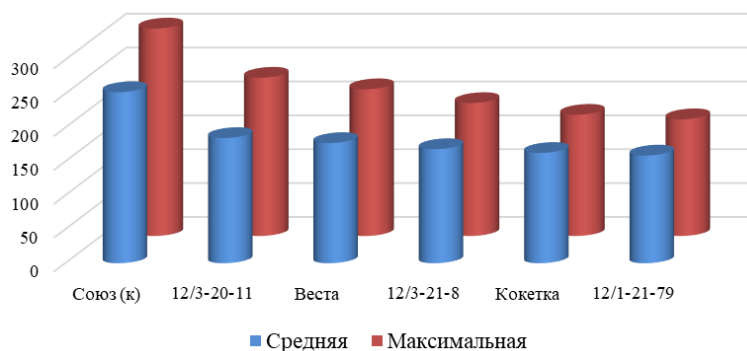


Рисунок 3 – Варьирование средней и максимальной массы плодов (г) образцов летнего срока созревания (2019–2023 гг.)

У сортов и форм яблони осеннего срока созревания размах изменчивости средней массы плодов составил от 19,5 г (Розовый закат) и 101,3 г (12/1-21-6) до 230,4–267,9 г (триплоиды Джин, Экзотика, 12/2-21-4 и контрольный диплоидный сорт Персиковое соответственно) (рисунок 4).

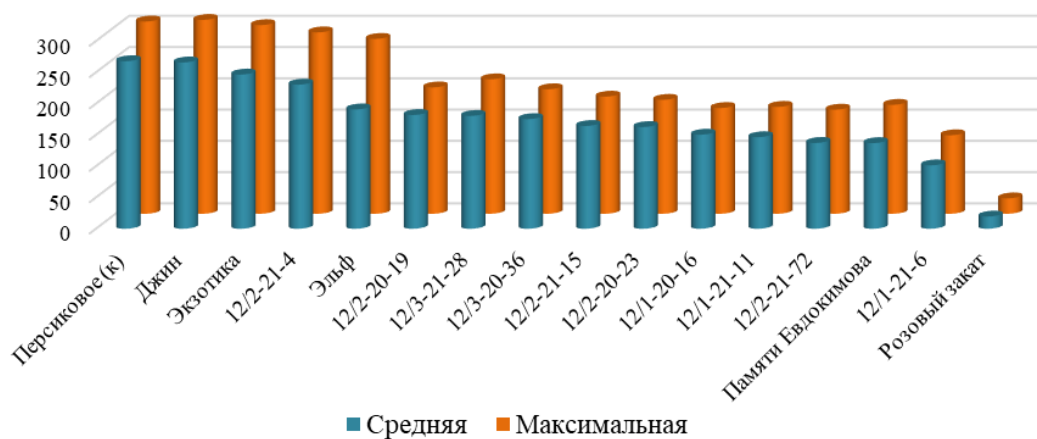


Рисунок 4 – Варьирование средней и максимальной массы плодов (г) сортов и форм яблони осеннего срока созревания (2019–2023 гг.)

В группе зимних сортов варьирование средней массы плода отмечено в пределах от 120,7 г до 192,9; максимальной – от 148,4 г до 218,8 г у форм 12/1-20-34 и 12/1-21-74 соответственно (рисунок 5).

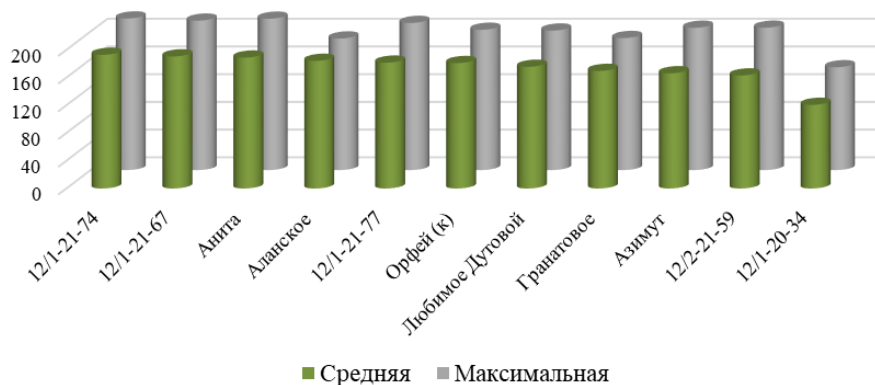


Рисунок 5 – Варьирование средней и максимальной массы плодов (г) сортов и форм яблони зимнего срока созревания (2019–2023 гг.)

Большинство образцов (66,7 % среди изученных) имеют плоды выше среднего размера. По многолетним данным крупные размеры плодов имеют Экзотика и 12/2-21-4; очень крупные плоды – у сорта Джин (таблица 5).

Таблица 5 – Группировка образцов яблони по показателю «Средняя масса плода» (среднее за 2019–2023 гг.)

Название сорта, формы	Средняя масса плода, г	Размер плодов (градация)
Розовый закат	16–40	очень мелкие
12/1-21-6	71–110	ниже среднего
Памяти Евдокимова, 12/1-20-16, 12/1-20-34, 12/1-21-11, 12/2-21-72	111–150	средние
Азимут, Аланское, Анита, Веста, Гранатовое, Кокетка, Любимое Дуговой, Эльф, 12/2-20-19, 12/2-20-23, 12/3-20-11, 12/3-20-36, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/1-21-77, 12/1-21-79, 12/2-21-15, 12/2-21-59, 12/3-21-8, 12/3-21-28	151–200	выше среднего размера
Экзотика, 12/2-21-4	201–250	крупные
Джин	251–350	очень крупные

По форме плода сорта разделены на три группы: продолговатые, округлые и плоскоокруглые. К первой группе (индекс формы 0,90–1,08) отнесены: Аланское, Любимое Дутовой, Памяти Евдокимова, Эльф, 12/2-20-23, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/1-21-77, 12/2-21-59.

Во вторую группу (индекс 0,81-0,89) вошли сорта с округлой формой плодов: Азимут, Анита, Веста, Гранатовое, Джин, Кокетка, Экзотика, 12/1-20-16, 12/2-21-15 и др.; в третью группу – формы с плоскоокруглой формой плодов (индекс $\leq 0,80$): 12/1-21-11 и 12/3-21-28.

В результате многолетних исследований были выделены образцы яблони с яркой красной и малиновой окраской плодов различной интенсивности по большей части плода: Азимут, Джин, Веста, Гранатовое, Любимое Дутовой, 12/1-21-11, 12/1-21-79, 12/1-20-34, 12/3-20-11, 12/3-21-28; желтоплодные: Анита и Памяти Евдокимова; с плодами чисто зеленой окраски: 12/2-21-15 (рисунок 6).



Рисунок 6 – Сорта и формы с яркой красной, малиновой, желтой и зеленой окраской плодов

Выделены генотипы с эффектной удлиненной округло-конической или кандилевидной формой плодов: Эльф, 12/2-20-23, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/1-21-77.

Оценка биохимических показателей качества плодов сортов и форм яблони различного срока созревания позволила выделить наиболее ценные генотипы среди изученных (таблица 6).

Таблица 6 – Биохимическая оценка плодов яблони (2019–2023 гг.)

Название сорта, формы	Сумма сахаров, %	Раств. сухие вещества, %	Общая кислотность, %	С/к индекс	Вит. С, мг/100г	Вит. Р, мг/100г
1	2	3	4	5	6	7
летний срок созревания						
Веста	8,4	12,0	0,26	32,3	7,04	69,6
12/3-20-11	9,2	13,2	0,60	15,4	8,4	48,0
12/1-21-79	9,0	12,8	0,53	16,9	7,0	94,8
12/3-21-8	8,3	11,9	0,46	18,1	5,7	63,4
Союз (к)	7,1	10,2	0,68	10,5	5,3	88,0
осенний срок созревания						
Джин	9,1	13,0	0,31	29,4	7,7	88,0
Памяти Евдокимова	10,7	15,3	0,27	39,7	6,0	88,8
Экзотика	10,4	14,9	0,23	45,3	5,3	86,0

Продолжение таблицы 6

1	2	3	4	5	6	7
Эльф	10,4	14,8	0,20	51,8	4,8	116,1
12/2-20-19	10,1	14,4	0,58	17,4	10,6	35,4
12/2-21-4	8,3	11,8	0,73	11,3	3,2	57,1
12/2-21-72	9,4	13,4	0,20	46,9	7,9	108,0
12/3-21-28	9,8	14,0	0,68	14,4	4,4	48,0
Персиковое (к)	9,2	13,1	0,57	16,1	5,8	82,8
зимний срок созревания						
Азимут	11,0	15,7	0,60	18,3	4,9	69,6
Аланское	9,8	14,0	0,40	24,5	5,8	100,8
Анита	10,5	15,0	0,32	32,8	6,8	141,0
Гранатовое	8,8	12,5	0,64	13,7	7,5	50,8
12/1-20-34	8,7	12,4	0,57	15,2	7,9	86,0
12/2-21-59	9,7	13,9	0,38	27,0	4,6	60,4
Орфей (к)	9,5	13,5	0,47	20,1	6,6	79,0

По данным биохимического анализа выделены: Азимут, Анита, Памяти Евдокимова, Экзотика, Эльф – с высоким содержанием в плодах растворенных сухих веществ (14,8–15,7 %) и сахаров (10,4–11,0 %); Анита, Эльф, 12/2-21-72 – с высоким содержанием в плодах витамина Р (108,0–141,0 мг/100 г); 12/2-20-19 – витамина С (10,6 мг/100 г), перспективные для включения в современные программы селекции на улучшение биохимического состава плодов.

В результате выполненных совместно с научным центром «Виноделие» СКФНЦСВВ по оценке пригодности новых сортов и форм яблони для переработки на сидр, выделены наиболее перспективные образцы для производства сидра и слабоалкогольной продукции (органолептическая оценка 86–88 баллов): Союз, Персиковое, Орфей, Азимут, Экзотика.

3.7 Цитологические особенности генотипов яблони. Цитологические особенности (жизнеспособность пыльцы) сортов и форм яблони изучали с целью выявления наиболее перспективных сортов-опылителей и отцовских исходных форм; выявлена высокая степень варьирования по данному показателю (рисунок 7, 8).

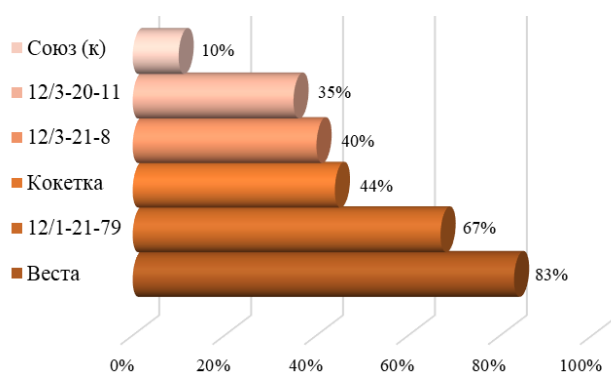
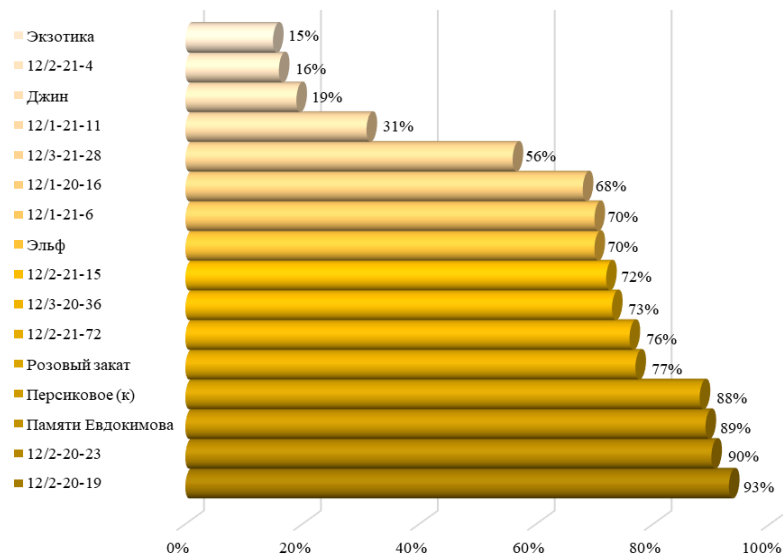
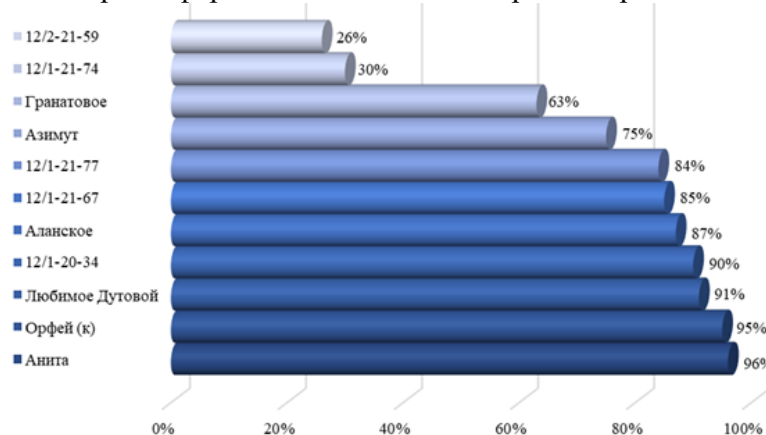


Рисунок 7 – Жизнеспособность пыльцы (%) изучаемых сортов и форм летнего срока созревания, среднее за 2019–2023 гг.



Сорта и формы яблони осеннего срока созревания



Сорта и формы яблони зимнего срока созревания

Рисунок 8 – Жизнеспособность пыльцы (%) изучаемых сортов и форм, среднее за 2019–2023 гг.

Низкая жизнеспособность пыльцы выявлена у триплоидов: Джин, Экзотика и 12/2-21-7 (15,0–19,0 %). Низкие показатели качества жизнеспособности пыльцы триплоидов в сравнении с диплоидными генотипами согласуются с данными, полученными ранее другими исследователями (Седов, Седышева, 2008; Седов, 2011; Горбачева, Клименко, 2019).

Выделены диплоидные сорта и формы различных сроков созревания с высокой жизнеспособностью пыльцы (67–96 %): Азимут, Аланское, Анита, Веста, Гранатовое, Любимое Дутовой, Памяти Евдокимова, Розовый закат, Эльф, 12/1-20-16, 12/1-20-34, 12/2-20-19, 12/2-20-23, 12/3-20-36, 12/1-21-6, 12/1-21-67, 12/1-21-77, 12/1-21-79, 12/2-21-15 и 12/2-21-72, перспективные в качестве исходных отцовских форм для использования в селекционном процессе, а также в качестве лучших сортов-опылителей при создании многолетних промышленных насаждений.

3.8 Молекулярно-генетический анализ сортов и элит яблони по признакам устойчивости к парше, лежкости и плотности мякоти плодов.

С помощью метода ДНК-анализа проводили изучение новых сортов и форм яблони: Азимут, Анита, Веста, Гранатовое, Джин, Любимое Дутовой, Памяти Евдокимова, Розовый закат и 12/3-20-36 для выявления наличия 12 генов устойчивости к парше: *Rvi1*, *Rvi2*, *Rvi3*, *Rvi5*, *Rvi6*, *Rvi8*; *Rvi9*, *Rvi11*, *Rvi14*, *Rvi15*, *Rvi16*, *Rvi17*; генов показателей качества, плотности мякоти, длительного периода хранения плодов: *Md-ACS1*, *Md-ACO1*, *MdEXP7*, *Md-PG1*. Полученные результаты ДНК-анализа представлены в таблицах 7, 8.

Таблица 7 – Результаты ДНК-анализа целевых генов устойчивости к парше

Ген	Сорт, форма	Азимут	Анита	Веста	Гранатовое	Джин	Любимое Дутовой	Орфей (к)	Памяти Евдокимова	Персиковое (к)	Союз (к)	12/3-20-36
	Маркер											
<i>Rvi1</i>	CH01D03	+	+	+	+	-	+	-	-	-	-	-
<i>Rvi2</i>	CH02b10	-	-	+	-	-	-	+	-	-	-	+
<i>Rvi3</i>	Hi08e04	+	-	+	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Rvi4</i>	CH02c02a	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rvi5</i>	Hi07h02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rvi6</i>	CH-Vf1	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+
	VfC	+	+	+	+	+	-	+	-	-	+	+
<i>Rvi8</i>	OPL19	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rvi9</i>	CH05e03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Rvi11</i>		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rvi12</i>	SSR 24.91	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	-
<i>Rvi13</i>	CH04f03	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rvi14</i>	HB09	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rvi15</i>	CH02f06	-	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+
<i>Rvi16</i>	NH030a	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Rvi17</i>	CH-Vf1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

В результате молекулярно-генетической оценки новых сортов и селекционного материала яблони выделены наиболее перспективные для селекции на долговременную устойчивость к парше носители нескольких генов системы *Rvi* в различных сочетаниях: Веста (*Rvi1*, *Rvi2*, *Rvi3*, *Rvi6*, *Rvi15*), 12/3-20-36 (*Rvi2*, *Rvi3*, *Rvi6*, *Rvi15*), Азимут, Гранатовое (*Rvi1*, *Rvi3*, *Rvi6*), Анита (*Rvi1*, *Rvi6*, *Rvi14*).

Таблица 8 – Результаты ДНК-анализа целевых генов лежкости и качества плодов

Сорт, форма	<i>Md-EXP7</i>	<i>Md-PG1</i>	<i>Md-ACS1</i>	<i>Md-ACO1</i>
Анита	202/202	288/298 Аа	1/2	2/2
Веста	202/202	298 аа	1/1	1/2
Гранатовое	202/202	291/298 Аа	1/1	1/2
Джин	198/214	298 аа	1/1	1/2
Любимое Дутовой	202/202	291/298 Аа	1/2	1/2
Орфей (к)	202/214	291/298 Аа	1/2	1/1
Памяти Евдокимова	204/204	291/298 Аа	1/1	1/1
Персиковое (к)	198/202	298 аа	2/2	1/2
Союз (к)	204/204	298 аа	1/2	1/2
12/3-20-36	210/210	298 аа	1/1	1/2

Выделен сорт Азимут с ценным аллельным сочетанием по генам *Md-ACSI-2/2* и *Md-ACO1-1/1*, характеризующим длительное хранение плодов.

3.9 Перспективные генотипы для дальнейшей селекции и совершенствования южного сортимента культуры. Систематический анализ и обобщение полученных многолетних данных оценки генотипов яблони селекции СКФНЦСВВ и ВНИИСПК в условиях Краснодарского края позволили выделить доноры иммунитета к парше с высокой устойчивостью к монилиозу и филлостиктозу, а также источники важных признаков: позднего срока начала цветения, крупного размера плодов, насыщенной красной и малиновой покровной, желтой и зеленой основной окраски плодов, привлекательной удлинённой и округло-конической формы плодов, ценного биохимического состава плодов, включая повышенное содержания витаминов С и Р (таблица 9).

Таблица 9 – Систематизация источников и доноров яблони по ценным для селекции признакам

Признак	Название сорта, элиты
доноры долговременной устойчивости к парше (сочетающие несколько генов <i>Rvi</i>)	Азимут, Анита, Веста, Гранатовое, 12/3-20-36
доноры долговременной устойчивости к парше и источники устойчивости к монилиозу	Аланское, Веста, 12/1-21-67, 12/1-21-77, 12/2-21-4, 12/2-21-15, 12/3-21-8, 12/3-21-28
источники позднего срока цветения	Памяти Евдокимова, 12/1-21-67, 12/1-21-77
источники слаборослости с компактной кроной	Гранатовое, Розовый закат, Экзотика, 12/3-20-11, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/3-21-28
источники крупноплодности	Джин, Экзотика, 12/2-21-4
источники удлинённой округло-конической или кандилевидной формы плода	Любимое Дуговой, Памяти Евдокимова, Эльф, 12/1-21-67
источники яркой красной и интенсивной малиновой окраски плодов яблони	Азимут, Джин, Веста, Гранатовое, Любимое Дуговой, 12/1-20-34, 12/1-21-11, 12/1-21-79, 12/3-21-28
источники желтой окраски плодов	Анита, Памяти Евдокимова
источники зеленой окраски плодов	12/2-21-15
источники ценного биохимического состава плодов, высокое содержание: – витамина Р	Анита, Эльф, 12/2-21-72
– витамина С	12/2-20-19
источники раннего срока созревания	Веста, 12/3-20-11
источник длительного срока хранения плодов (гены <i>Md-ACSI-2/2</i> и <i>Md-ACO1-1/1</i>)	Азимут

Выделенные доноры и источники ценных агробиологических признаков будут способствовать ускорению и повышению эффективности

селекционного процесса; созданию сортов яблони нового поколения с улучшенными показателями качества, устойчивости, адаптивности.

3.10 Экономическая эффективность производства плодовой продукции перспективных сортов и элитных форм яблони. Анализ экономической эффективности выращивания новых сортов яблони (прибыль от реализации, тыс. руб./га; рентабельность, %) в условиях Краснодарского края показал, что наиболее экономически эффективно возделывание в регионе сортов и форм: летнего срока созревания – Веста с рентабельностью производства плодов 47,5 %; осенних – Джин и Экзотика (рентабельность – 47,3–92,9 %); зимних – Аланское (60,2 %). (таблица 10).

Таблица 10 – Экономическая эффективность производства плодов яблони

Сорт	Производственные затраты, тыс. руб./га	Выручка от реализации, тыс. руб./га	Прибыль от реализации, тыс. руб./га	Рентабельность, %	Рост рентабельности, п.п.
Летний срок созревания					
Веста*	713,3	1052,4	339,1	47,5	-6,3
Союз* (к)	736,8	1133,7	396,9	53,9	х
Осенний срок созревания					
Джин*	716,3	1382,1	665,8	92,9	58,0
Экзотика*	716,3	1055,1	338,8	47,3	12,4
Эльф*	714,4	907,5	193,2	27,0	19,5
Персиковое (к)	713,4	1045,3	332,0	46,5	х
Зимний срок созревания					
Аланское*	697,0	1116,5	419,5	60,2	6,8
Анита*	672,5	1012,8	340,3	50,6	-2,8
Любимое Дутовой	714,5	1035,3	320,8	44,9	-8,5
Орфей* (к)	696,8	1069,0	372,3	53,4	х
Примечание: * – наличие гена <i>Rvib</i> (иммунитет к парше), возможно снижение затрат на 26,4 % на защитные мероприятия					

Совершенствование промышленного южного сортимента на основе новых сортов и форм яблони с наличием иммунитета к парше: Аланское, Веста, Джин, Экзотика позволит оптимизировать экологическую среду региона, повысить экономическую эффективность отрасли садоводства путем сокращения применения средств химической защиты агроценоза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выделены сорта и элитные формы с поздним сроком начала цветения (средние даты – 28.04–29.04), что даст возможность избежать повреждений от весенних заморозков: Памяти Евдокимова, 12/1-21-67, 12/1-21-77, ценные для селекции и производства. Установлено, что регулярное обильное цветение (на уровне 4,0–5,0 балла) характерно для генотипов: Аланское, Джин, Любимое Дутовой, Розовый закат, Экзотика, 12/1-21-11, 12/2-21-50, 12/2-21-59.

2. Выделены генотипы с комплексной устойчивостью к грибным заболеваниям яблони: Аланское, Веста, 12/1-21-67, 12/1-21-77, 12/2-21-4,

12/2-21-15, 12/3-21-8 и 12/3-21-28 (степень повреждения в годы эпифитотий паршой и монилиозом – 0 баллов, филлостиктозом – 1 балл). Установлено, что большинство комплексно устойчивых генотипов получено в гибридной семье Айдаред × Балсгард 0247Е.

3. Выделены слаборослые сорта и элиты с компактной кроной (сила роста дерева 2,20–2,45 м; объем кроны 1,15–1,87 м³): Гранатовое, Розовый закат, Экзотика, 12/1-21-67, 12/1-21-74, 12/3-21-28 перспективные для селекции и производства.

4. Установлена высокая урожайность в условиях Краснодарского края сортов и форм региональной селекции со средней урожайностью за период 2019–2023 гг.: летнего срока созревания – Веста (20,38 т/га); осеннего срока созревания выделены Джин (29,47 т/га), Экзотика (25,69 т/га), 12/2-20-23 (24,79 т/га), 12/3-20-36 (26,93 т/га) и 12/1-21-11 (24,39 т/га); в группе зимнего срока созревания – Аланское (27,55 т/га), Любимое Дутовой (26,66 т/га), 12/1-20-34 (28,05 т/га) и 12/1-21-67 (27,05 т/га).

5. Установлено значительное превышение контроля по УПОК (11,22–17,58 кг/м³) у сортов и форм: Азимут, Аланское, Веста, Гранатовое, Джин, Любимое Дутовой, Экзотика, Эльф, 12/1-20-34, 12/2-20-23, 12/1-21-6, 12/1-21-67, 12/1-21-11, 12/2-21-4, 12/1-21-74, 12/2-21-59, 12/1-21-79, 12/3-21-28, перспективные для создания насаждений интенсивного типа.

6. В качестве источников крупноплодности выделены триплоидные сорта и формы: Джин, Экзотика и 12/2-21-4 (средняя масса плода 230,4–265,9 г, максимальная 290,1–313,5 г). Выделены с яркой покровной красной и малиновой различной интенсивности окраской плодов: Азимут, Джин, Веста, Гранатовое, Любимое Дутовой, 12/1-21-11, 12/1-21-79, 12/1-20-34, 12/3-21-28; желтоплодные: Анита и Памяти Евдокимова; с плодами чисто зеленой окраски: 12/2-21-15, а также генотипы с коммерчески востребованной удлиненной и округло-конической формой плодов: Любимое Дутовой, Памяти Евдокимова, Эльф, 12/1-21-67 (индекс плода 0,96–1,01).

7. По данным биохимического анализа выделены: Азимут, Анита, Памяти Евдокимова, Экзотика, Эльф – с высоким содержанием в плодах растворенных сухих веществ (14,8–15,7 %) и сахаров (10,4–11,0 %); Анита, Эльф, 12/2-21-72 – с высоким содержанием в плодах витамина Р (108,0–141,0 мг/100 г); 12/2-20-19 – витамина С (10,6 мг/100 г).

8. Выделены диплоиды с высокими показателями жизнеспособности пыльцы (56–96 %): Анита, Веста, Гранатовое, Любимое Дутовой, Памяти Евдокимова, Розовый закат, Эльф, 12/2-21-15 и др., перспективные в селекционной работе как исходные отцовские формы, а в производстве – в качестве сортов-опылителей.

9. На основе ДНК-анализа установлены носители целевых аллелей генов *Md-ACS1*, *Md-PG1* и *Md-ACO1* (качество, лежкость плодов) и носители 3–5 генов системы *Rvi* устойчивости яблони к парше: Азимут, Анита, Веста, Гранатовое, 12/3-20-36 для дальнейшего применения в селекции яблони и совершенствования сортимента.

10. Выделены перспективные генотипы по основным биолого-хозяйственным признакам и их комплексу для селекционного использования: Азимут, Аланское, Анита, Веста, Джин, Экзотика, Эльф, 12/1-21-67 и др.

11. По данным оценки показателей экономической эффективности выделены: Веста – летний сорт (рентабельность производства плодов – 47,5 %, прибыль от реализации – 339,1 тыс. руб./га); осенние сорта Джин и Экзотика (рентабельность производства плодов – 47,3–92,9 %, прибыль от реализации – 338,8–665,8 тыс. руб./га); зимняя элита Аланское (рентабельность производства плодов – 60,2 %, прибыль – 419,5 тыс. руб./га), пригодные для возделывания в Краснодарском крае (Прикубанская зона).

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ И ПРОИЗВОДСТВА

1. В селекцию на иммунитет и долговременную устойчивость к *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter. рекомендуются сорта яблони: Азимут, Анита, Веста, Гранатовое и форма 12/3-20-36, имеющие наличие нескольких генов системы *Rvi*.

2. В селекцию на высокую устойчивость к комплексу грибных патогенов (парша, монилиоз, филлостиктоз) рекомендуются сорта и формы яблони: Аланское, Веста, 12/1-21-67, 12/1-21-77, 12/2-21-4, 12/2-21-15, 12/3-21-8 и 12/3-21-28.

3. В селекцию на компактную крону и слаборослость рекомендуются: Гранатовое, Розовый закат, Экзотика, 12/1-20-34, 12/3-20-11, 12/1-21-67, 12/1-21-74 и 12/3-21-28.

4. В селекцию на комплекс ценных агробиологических признаков рекомендуются: триплоиды Джин, Экзотика ($2n=3x$); диплоиды: Азимут, Анита, Аланское, Веста, 12/1-21-67 ($2n=2x$).

5. Для промышленного возделывания рекомендуются: Аланское, Веста, Джин и Экзотика, отличающиеся комплексом ценных агробиологических признаков: урожайность и регулярное плодоношения, устойчивость к грибным заболеваниям региона, высокое качество и стандартность плодов, что обуславливает высокие показатели экономической эффективности выращивания плодов.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Научные публикации в изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. Ульяновская, Е.В. Пути повышения конкурентоспособности отечественных сортов яблони / Е.В. Ульяновская, **Е.А. Беленко** // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2020. – № 85. – С. 255–259.

2. Ульяновская, Е.В. Генетические ресурсы рода *Malus* для создания современных адаптивных сортов яблони / Е.В. Ульяновская, **Е.А. Беленко** // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2021. – № 72(6). – С. 1–17.

3. Ульяновская, Е.В. Биологические особенности роста и плодоношения представителей рода *Malus* в условиях юга России /

Е.В. Ульяновская, **Е.А. Беленко** // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2021. – № 69(3). – С. 20–30.

4. Чернуцкая, Е.А. Цитологические особенности некоторых представителей *Malus* Mill. Генофонда ФГБНУ СКФНЦСВВ / **Е.А. Чернуцкая** // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2022. – № 102. – С. 222–228.

5. Ульяновская, Е.В. Современные мировые тенденции развития селекции яблони / Е.В. Ульяновская, **Е.А. Беленко** // Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2021. – № 92. – С. 177–182.

6. Ульяновская, Е.В. Оценка генетического разнообразия яблони по генам устойчивости к парше *Rvi2*, *Rvi3*, *Rvi5*, *Rvi15* / Е.В. Ульяновская, **Е.А. Чернуцкая**, И.М. Балапанов, С.В. Токмаков // Садоводство и виноградарство. – 2023. – № 2. – С. 21–27.

7. Агеева, Н.М. Физико-химические показатели яблок как сырья для производства сидров / Н.М. Агеева, Е.В. Ульяновская, А.А. Храпов, А.Н. Тихонова, **Е.А. Чернуцкая** // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2023. – № 80(2). – С. 211–225.

Публикации в других научных изданиях

8. Ulyanovskaya, E.V. Mobilization of genetic diversity of the genus *Malus* on the basis of information technologies for the breeding of varieties with complex resistance to fungal pathogens / E.V. Ulyanovskaya, S.N. Shcheglov, **Е.А. Belenko**, I.M. Balapanov // International Scientific Conference «Biologization of the Intensification Processes in Horticulture and Viticulture». – Krasnodar, 2021. – V. 34. – P. 02003.

9. Ulyanovskaya, E. Genetic resources of the genus *Malus* as the basis for the accelerated creation of domestic adaptive apple tree / E. Ulyanovskaya, **Е. Belenko** // E3S Web of Conferences. – 2021. – P. 01026.

10. Ulyanovskaya, E. Comprehensive study of *Malus* genus resources for the creation of adaptive grades / E. Ulyanovskaya, **Е. Belenko** // Vavilov readings-2021: Dedicated to the 101st anniversary of the discovery of the law of homological series and the 134th anniversary of the birth of N.I. Vavilov, 2022. – V. 43. – P. 58.

11. Ульяновская, Е.В. Совершенствование методов создания и оценки генофонда яблони / Е.В. Ульяновская, И.И. Супрун, К.М. Атабиев, Е.В. Лободина, **Е.А. Беленко** // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2019. – Т. 25. – С. 9–18.

12. Ульяновская, Е.В. Использование генетического разнообразия в селекции яблони на устойчивость к парше / Е.В. Ульяновская, И.И. Супрун, С.В. Токмаков, К.М. Атабиев, **Е.А. Беленко** // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2019. – № 133. – С. 211–216.

13. Ульяновская, Е.В. Сохранение, пополнение и изучение генофонда яблони ФГБНУ СКФНЦСВВ / Е.В. Ульяновская, **Е.А. Беленко** // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2020. – Т. 28. – С. 17–29.

14. Ульяновская, Е.В. Оценка потенциала продуктивности сортов и элитных форм яблони в условиях юга России / Е.В. Ульяновская, **Е.А. Беленко** // АгроФорум. – 2021. – № 7. – С. 84–86.

15. Ульяновская, Е.В. Изучение и оцифровка по комплексу морфологических признаков согласно международной методике УПОВ источников целевых признаков яблони / Е.В. Ульяновская, С.Н. Щеглов,

Е.А. Беленко, И.М. Балапанов // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2021. – Т. 31. – С. 25–33.

16. Ульяновская, Е.В. Сохранение, пополнение и изучение генресурсов яблони для совершенствования современного южного сортимента / Е.В. Ульяновская, **Е.А. Беленко** // Научные труды СКФНЦСВВ. – 2021. – Т. 31. – С. 17–24.

Научное издание

Чернуцкая Евгения Анатольевна

**КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННОГО МАТЕРИАЛА
ЯБЛОНИ РАЗНОЙ ПЛОИДНОСТИ ДЛЯ СОЗДАНИЯ УСТОЙЧИВЫХ
К ПАРШЕ ГЕНОТИПОВ**

Подписано в печать 2024 г. Формат 60x84 1/16
Усл. печ. л. – 1,0. Тираж 100 экз. Заказ №

Типография ООО «Издательский Дом – Юг»
350072, г. Краснодар, ул. Зиповская, 9, литер «Г», оф 41/3,
Тел. +7(918)41-50-571, e-mail: id.yug2016@gmail.com