

На правах рукописи

БОЖКОВ Василий Васильевич



**АГРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ
СТРУКТУРЫ И КОНСТРУКЦИИ НАСАЖДЕНИЙ ЯБЛОНИ
НА СРЕДНЕРОСЛЫХ ПОДВОЯХ В УСЛОВИЯХ
ПРИКУБАНСКОЙ ЗОНЫ САДОВОДСТВА**

4.1.4. Садоводство, овощеводство, виноградарство
и лекарственные культуры

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Краснодар 2025

Работа выполнена в федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина»

Научный руководитель **Дорошенко Татьяна Николаевна**
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Официальные оппоненты: **Трунов Юрий Викторович**
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, кафедра садоводства,
биотехнологий и селекции
сельскохозяйственных культур ФГБОУ
ВО «Мичуринский ГАУ, профессор

Тутберидзе Циала Владимировна
кандидат сельскохозяйственных наук,
ведущий научный сотрудник, лаборатория
интродукции и сортоизучения субтропиче-
ских и южных плодовых культур
ФГБУН «Федеральный исследовательский
центр «Субтропический научный центр
Российской академии наук», заведующий

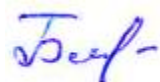
Ведущая организация ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства, виноградарства,
виноделия»

Защита диссертации состоится «04» июля 2025 года в 10:00 на заседании диссертационного совета 35.2.019.08 при ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина» по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13 (главный корпус, 1 этаж, ауд. 106)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке университета и на сайтах: ФГБОУ ВО «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина» – [http:// www.kubsau.ru](http://www.kubsau.ru). и ВАК – www.vak.ed.gov.ru

Автореферат разослан «____» _____ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук,
доцент

 Е. Н. Благородова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы и степень её разработанности. В современных условиях важнейшим фактором повышения эффективности отрасли является создание высокоурожайных плодовых насаждений интенсивного типа, обеспечивающих быструю окупаемость затрат, высокую производительность труда и низкую себестоимость продукции (Егоров, 2012; Соловьев, 2022; Трунов, 2024). Основным принцип создания таких насаждений – увеличение количества деревьев на единице площади. Однако, чрезмерное уплотнение деревьев приводит к ухудшению некоторых показателей их жизнедеятельности, а сорта неоднозначно реагируют на этот прием (Кудрявец, 1976; Фесенко, 1990). Известно, что использование клоновых подвоев, отличающихся довольно интенсивными ростовыми процессами, обеспечивает возможность реализации принципа ресурсосбережения при создании и эксплуатации плодовых насаждений. Между тем до настоящего времени не сформулированы принципы определения оптимальной для конкретных территории степени уплотнения деревьев, обуславливающей не только их скороплодность, но и дальнейшее эффективное функционирование на протяжении жизни сада. Отсутствие такой информации затрудняет принятие обоснованного решения по оптимизации схемы посадки деревьев различных сортов яблони, в том числе в насаждениях на среднерослых подвоях. Весьма ограничены сведения о подборе сортов-опылителей (взаимоопылителей) и их размещения в кварталах (клетках) сада яблони (Куренной, 1985).

Цель исследований – агробиологическое обоснование возможной степени уплотнения деревьев в ряду, а также особенностей подбора и размещения сортов – взаимоопылителей в связи с созданием устойчиво функционирующих и высокопродуктивных насаждений яблони на среднерослых подвоях, обеспечивающих реализацию принципа ресурсосбережения в условиях прикубанской зоны садоводства.

Исходя из поставленной цели решались следующие **задачи**:

1. Определить лучший сортимент для насаждений яблони на среднерослом клоновом подвое ММ106 для специфических природных условий прикубанской зоны садоводства.
2. Определить морфофизиологические параметры молодых растений яблони, связанные с возможной степенью уплотнения насаждений.
3. Изучить влияние подвоя на показатели компактности кроны деревьев яблони и их теневыносливость.
4. Уточнить возможную степень уплотнения (в ряду) деревьев различных сортов яблони, привитых на среднерослом подвое ММ106 (почвы – чернозем выщелоченный).
5. Определить критерии подбора лучших пар сортов-взаимоопылителей.
6. Обосновать конструкцию сада, обеспечивающую эффективное опыление сортов яблони на среднерослом подвое ММ106.
7. Дать оценку эффективности функционирования сада яблони предлагаемого типа.

Научная новизна исследований. Предложены критерии оценки теневыносливости плодового дерева, защищенные патентом РФ.

Определены индикаторы лучших сортов-взаимоопылителей с учетом показателя «содержание сахаров в цветках растений».

Введено понятие «бисады». Обоснованы особенности конструкции насаждений яблони на среднерослом подвое ММ106 по типу «бисад».

Теоретическая значимость работы. Расширены представления о морфофизиологических особенностях привойно-подвойной комбинации яблони, определяющих потенциальную теневыносливость деревьев в создаваемых агроэкосистемах сада.

Практическая значимость. Уточнен промышленный сортимент, обеспечивающий устойчивое функционирование насаждений яблони на среднерослом подвое ММ106 в условиях юга европейской России (почвы – чернозем выщелоченный).

Определена возможная степень уплотнения деревьев в ряду в насаждениях яблони на среднерослом подвое ММ106, обеспечивающая существенное увеличение урожайности.

Определены сорта-опылители (взаимоопылители) яблони, обеспечивающие успешное перекрестное опыление цветков. Обосновано наиболее рациональное их размещение на территории квартала сада.

Методология и методы диссертационного исследования. Методологической основой работы явились опубликованные ранее научные труды российских и зарубежных ученых, посвященные рассматриваемой проблеме. При организации процесса исследований предусмотрены его проектирование, проведение и оценка полученных результатов. При этом использованы общепринятые агробиологические методы исследования.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Подбор и использование ценных сортов яблони, привитых на среднерослом подвое ММ106, – важное условие создания устойчиво функционирующих и высокопродуктивных насаждений с возможностью реализации ресурсосберегающих технологий выращивания.

2. Допустимая степень уплотнения насаждений яблони в конкретных почвенно-климатических условиях, обеспечивающая существенное увеличение урожайности, определяется теневыносливостью деревьев, зависящей от генетической специфичности используемых сортов и характера влияния применяемого подвоя. Прогнозирование теневыносливости растений яблони осуществляется по предлагаемым диагностическим критериям с учетом средней длины побегов продолжения центрального проводника и боковых ветвей первого порядка ветвления.

3. Подбор лучших сортов-опылителей (взаимоопылителей), осуществляемый на основе особенностей цветения (продолжительности, морфобиологических характеристик цветков, в том числе содержания в них сахаров), и их рациональное размещение на территории квартала сада обеспечивают наиболее полную реализацию потенциальной продуктивности яблони на подвое ММ106 в условиях прикубанской зоны садоводства.

Личный вклад соискателя в проведение научного исследования и получение наиболее существенных научных результатов состоит в следующем:

- определении актуальной задачи современного садоводства на юге европейской России;
- закладке опытов и проведении научного эксперимента;
- участии в анализе и интерпретации полученных результатов;
- личном участии в апробации исследований;
- подготовке публикаций в различных изданиях, в том числе рецензируемых, доля личного участия в которых пропорциональна числу соавторов.

Степень достоверности результатов. Достоверность и обоснованность результатов подтверждается постановкой значительного числа опытов, большим объемом многолетних экспериментальных данных, применением общепринятых методов исследований, соответствием представленных выводов поставленным задачам и статистическим анализом.

Апробация результатов. Результаты исследований представлены на международных и Всероссийских научно-практических конференциях: «Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК» (Брянск, 2021), «Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии» (Рязань, 2021), «Юбилейная конференция КубГАУ» (Краснодар, 2022), «Теория и практика современной аграрной науки» (Новосибирск, 2022, 2023), «Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии» (Краснодар, 2023), «Актуальные вопросы научно-технологического развития агропромышленного комплекса» (Махачкала, 2023), «Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК» (Ярославль, 2024), а также в отчете НИР кафедры плодоводства Кубанского ГАУ в рамках программы «Приоритет- 2030» (Краснодар, 2024). Результаты исследований по мере поэтапного их выполнения внедрены в хозяйстве ОАО «Агроном», на общей площади 67 га.

Публикации результатов исследований. По теме диссертации опубликовано 11 научных работ, в том числе 2 работы в рецензируемых научных журналах, определенных ВАК РФ; 2 патента Российской Федерации. Общий объем публикаций 2,8 п. л., в т. ч. доля участия автора – 1,9 п. л.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 124 страницах машинописного текста, состоит из введения, основной части (3 главы), заключения, списка литературы и приложения; содержит 21 таблицу и 24 рисунка. Список литературы включает 248 источников, в том числе 22 – на иностранных языках.

Автор выражает искреннюю благодарность за помощь в проведении исследований и подготовке диссертации научному руководителю доктору с.-х. наук, профессору, заслуженную деятелю науки РФ Т. Н. Дорошенко.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОСТОЯНИЕ И ИЗУЧЕННОСТЬ ВОПРОСА ИССЛЕДОВАНИЯ

В ходе анализа литературных источников (Агафонов, 1982; Колтунов, Черепяхин, 1972; Бабук, 1987; Кудрявец, 1987; Кладь, 2001; Дорошенко, 2006, 2021 и др.) определено, что для создания высокопродуктивных садов яблони необходимы оптимальные в специфических почвенно-климатических условиях конструкция и структура насаждений. С учетом этого обоснованы задачи исследований.

2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнялась на кафедре плодоводства Кубанского государственного аграрного университета (КубГАУ) в соответствии с тематическим планом НИР (номер госрегистрации АААА–А16–116021110064–3).

Исследования проведены в 2018–2024 годах в условиях лабораторного и полевых опытов, поставленных в плодоносящих насаждениях яблони ОАО «Агроном» (закладки 2016-2019 гг.), расположенного в условиях прикубанской плодовой зоны (Динской район Краснодарского края). Объектом исследования являлись растения яблони районированных сортов. Схемы полевых опытов представлены ниже.

Опыт 1. Подбор сортов для интенсивных насаждений яблони на среднерослом подвое ММ106

Исследовали районированные и перспективные сорта яблони: Голден Делишес, Кубанское багряное, Флорина, Фуджи, привитые на подвой ММ106, схема посадки 5,0 x 2,0 м.

Опыт 2. Особенности размещения (схема посадки) деревьев яблони в зависимости от типа подвоя

Исследовали сорт яблони местной селекции Кубанское багряное, привитый на подвоях разной силы роста:

- карликовом М9 и полукарликовом СК 2У. Растения размещали в ряду через 1,5 м (контроль), 1,0 м и 0,5 м расстояние между рядами 4 м;
- среднерослом ММ106. Растения размещали в ряду через 2,0 м (контроль), 1,5 м и 1,0 м, расстояние между рядами 5 м.

Опыт 3. Изучение реакции растений яблони различных сортов на уплотнение деревьев в ряду (оценка теневыносливости).

Исследовали районированные сорта яблони: Голден Делишес, Кубанское багряное, Флорина, привитые на подвой ММ106. Предметом исследования было расстояние между деревьями в ряду: 2,0 м; (контроль); 1,5 м; 1,0 м; 0,75 м; 0,5 м. Расстояние между рядами составляло 5 м. В варианте по 12 деревьев в 3-х кратной повторности.

Опыт 4. Принцип подбора лучших опылителей (взаимоопылителей) в насаждениях яблони на подвое ММ106

Исследовали сорта: Гала (основной сорт) и сорта-опылители: Голден Делишес, Дейтон и креб Любимица Гросса с различным размещением расте-

ний на территории квартала. В варианте по 12 деревьев в 3-х кратной повторности.

Агротехника на опытных участках соответствовала рекомендованной для плодовых культур (Система земледелия в садоводстве и виноградарстве Краснодарского края, 2015). Сады неорошаемые.

Климат на территории хозяйства умеренно-континентальный. Среднегодовая температура воздуха по данным метеостанции «Круглик» колеблется в пределах $+10,6^{\circ}\text{C}$. Самый холодный месяц – январь, среднемесячная температура минус $2,0\text{--}2,3^{\circ}\text{C}$. Годы проведения эксперимента были различными по погодным условиям.

Полевые опыты проводили в соответствии с Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999). В условиях полевого опыта определяли биометрические характеристики растений, учитывали продуктивность и качество плодов.

При проведении исследований были использованы общепринятые физиологические методы, изложенные в специальной литературе (Методическое и аналитическое обеспечение исследований по садоводству, 2015).

Содержание фитогормона стимулирующего действия – индолилуксусной кислоты (ИУК) в боковых и верхушечных почках яблони определяли – методом капиллярного электрофореза (Комаров, 2006), засухоустойчивость по модифицированной методике М.Д. Кушниренко (1984), жаростойкость листьев – по методике Мацкова (Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур, 1999), концентрацию сахаров в цветках – методом капиллярного электрофореза (Комаров, 2006), этапы органогенеза яблони – по методу И.С. Исаяевой (2009). Фертильность пыльцы определяли до и после промораживали цветков в фазу «расхождение лепестков - начало цветения» в течение 3 ч. в климатической камере «Binder» KB 53 при температуре $-3\pm 0,2^{\circ}\text{C}$, с использованием раствора йода в йодистом калии, Повторность анализов – двух-трехкратная. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по методикам В. Ф. Моисейченко, А. Х. Заверюхи и М. Ф. Трифонова (1994), Б. А. Доспехова (1985) с использованием прикладных программ «Statistica», «Excel».

Экономическую оценку результатов исследований рассчитывали на основе фактических затрат и денежной выручки (Говдя, 2012).

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Обоснована необходимость создания насаждений яблони, обеспечивающих стабильное плодоношение на достаточно высоком уровне в различные по погодным условиям годы (Кашин, 2003)

На фоне проявления стресс-факторов летнего периода: высокой температуры воздуха ($+30\text{--}40^{\circ}\text{C}$) и недостатка влаги в условиях прикубанской зоны садоводства достаточно высокой устойчивостью к неблагоприятному воздействию отличались сорта Кубанское багряное и Флорина, привитые на

подвое ММ106. Даже при повышении температуры до 65°C повреждение тканей листьев яблони этих сортов не превышало 55 %.

Важным показателем (Соловьева, 1988; Кашин, 2002), характеризующим пригодность сорта для выращивания в конкретной зоне, является его устойчивость к отрицательным температурам. На юге нашей страны это прежде всего устойчивость растений к понижению температуры в весенний период (к весенним заморозкам), которыми могут быть повреждены органы распускающегося цветка.

Для оценки заморозкоустойчивости растений использовали метод искусственного промораживания в камере «Binder». Определяли фертильность пыльцы в фазу массового цветения яблони сортов Голден Делишес, Флорина, Кубанское багряное и Фуджи до и после 3-часового промораживания цветков при температуре –3 °C (рисунок 1).

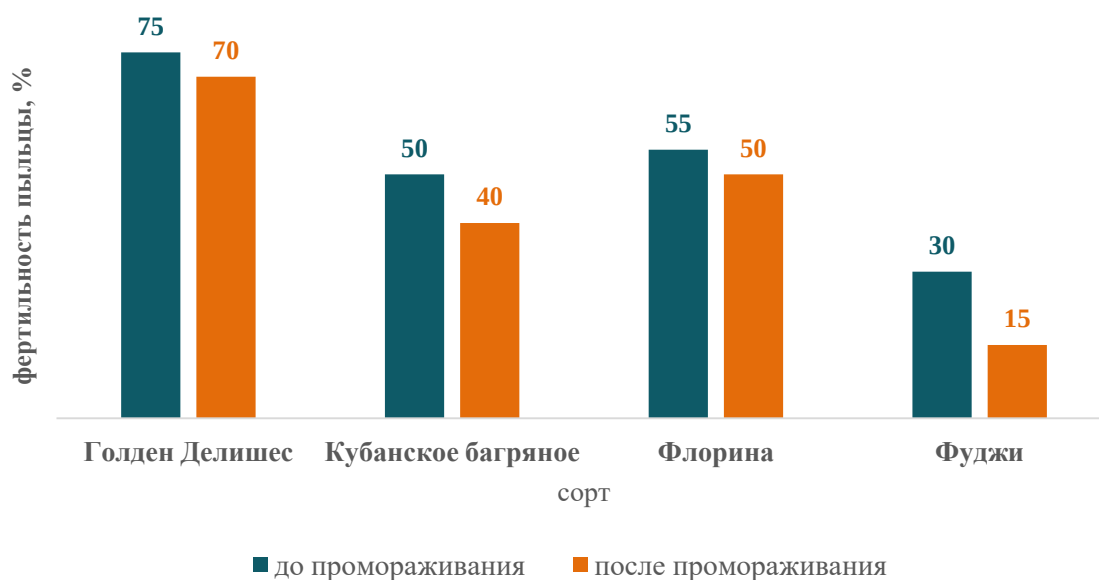


Рисунок 1 – Влияние кратковременного снижения температур до отрицательных значений на фертильность пыльцы растений яблони различных сортов, привитых на подвое ММ106 (15.04.2024 г.)

По нашим данным, на фоне неблагоприятных погодных условий весеннего периода 2024 года (сильный ветер до 20 м/с, низкая влажность воздуха: 42-48 %, повышение температуры воздуха до 30°C и более) самую высокую фертильность пыльцы (75 %) имели растения яблони сорта Голден Делишес. После воздействия низкой температурой, данный показатель снизился всего на 8,7 %.

Предельно низкая фертильность пыльцы была зафиксирована у сорта Фуджи. После воздействия низкими температурами рассматриваемый показатель не превысил 15 %. Средние значения фертильности пыльцы и ее слабое повреждение смоделированными низкими температурами были отмечены у сортов Флорина и Кубанское багряное.

Исходя из представленных материалов, сорта Голден Делишес, Флорина, и Кубанское багряное, привитые на подвое ММ106, способны обеспечивать более полное проявление потенциальной продуктивности в аномальных погодных условиях весеннего периода.

Результаты оценки устойчивости сортов яблони на подвое ММ106 к неблагоприятным факторам среды подтверждаются данными по урожайности и регулярности плодоношения (периодичности) в различные по погодным условиям годы (таблица 1).

Таблица 1 – Урожайность зимних сортов яблони на подвое ММ106, т/га (сады закладки 2016 г, схема посадки 5х2 м)

Сорт	Годы исследований						В среднем за 2019-2024 гг.	Индекс периодичности плодоношения
	2019	2020	2021	2022	2023	2024		
Голден Делишес	35,5	24,7	47,2	27,8	50,2	26,7	35,4	0,2 – 0,3
Кубанское багряное	20,0	15,0	40,0	28,7	51,1	20,0	28,5	0,2 – 0,4
Флорина	22,0	15,3	35,2	17,8	35,9	20,9	24,5	0,2 – 0,3
Фуджи	21,2	10,0	28,5	5,9	45,5	17,3	21,4	0,4 – 0,8
НСР ₀₅	1,3	1,9	2,8	1,0	1,7	2,3	—	—

По результатам многолетнего эксперимента, получение достаточно высокого и относительно стабильного урожая плодов, независимо от условий года, обеспечили сорта Голден Делишес, Кубанское багряное и Флорина, привитые на подвое ММ106. В тех же условиях отмечена резкая периодичность плодоношения сорта Фуджи на этом подвое (индекс достигает 0,8).

Таким образом, для закладки насаждений яблони, на подвое ММ106 устойчиво функционирующих в почвенно-климатических условиях прикубанской зоны и обеспечивающих получение регулярных и высоких урожаев плодов, лучшими (из числа изучаемых) являются сорта Флорина и Кубанское багряное. Для достижения указанных результатов при выращивании яблони сорта Голден Делишес потребуются применение соответствующих корректирующих агроприемов, особенно на фоне проявления погодных аномалий летнего периода.

Важнейшим приемом ускорения начала плодоношения яблони является увеличение плотности размещения деревьев (Кудрявец, 1987).

Очевидно, при определении возможной степени уплотнения насаждений конкретной привойно-подвойной комбинации яблони необходимо учитывать их теневыносливость. Отмечено также, что критериями теневыносливости являются густота и компактность кроны (Дорошенко, Рязанова, Горбунов, Гегечкори, Божков, 2019).

По результатам экспериментов, строение кроны деревьев зависит от типа используемого подвоя и схемы их размещения (таблица 2).

Таблица 2 – Особенности строения кроны деревьев яблони сорта Кубанское багряное в зависимости от конструкции насаждений (третий год после посадки, 2019 г.)

Схема посадки, м х м	Вегетативные побеги 3-го порядка ветвления		
	количество, шт./дер.	с углом отхождения $\leq 60^\circ$, % от общего количества	средняя длина, см
Подвой М9			
4,0 х 1,5 (к)	22	64	25,8
4,0 х 1,0	20	50	34,0
4,0 х 0,5	16	51	24,6
Подвой СК2У			
4,0 х 1,5(к)	17	76	25,4
4,0 х 1,0	30	70	24,3
4,0 х 0,5	32	69	28,1
Подвой ММ106			
5,0х2,0(к)	21	59	50,0
5,0 х 1,5	17	46	67,0
5,0 х 1,0	13	43	66,3
НСР ₀₅ (подвой)	3	–	3,5
НСР ₀₅ (размещение)	2	–	3

При уменьшении расстояния между деревьями сорта Кубанское багряное на подвое СК 2У до 1,0 м в кроне в 1,8 раза увеличивается (в сравнении с контролем) количество относительно коротких весенних побегов. При этом 70 % из них отходят от ветвей второго порядка ветвления под углом (угол отхождения) не больше 60° . При дальнейшем уплотнении посадки отмеченная тенденция сохраняется. Вместе с тем при использовании в качестве подвоя карлика М9 растения того же сорта яблони по-иному реагируют на загущение в ряду.

По мере сокращения расстояния между деревьями в кроне уменьшается количество весенних побегов, а также возрастает доля побегов (ветвей) с углом отхождения, превышающим $60-65^\circ$. Еще сильнее проявляется эта закономерность при использовании среднерослого подвоя ММ106

Очевидно, в случае применения подвоя ММ106 даже при незначительном (по сравнению с контролем) уплотнении посадки в ряду утрачивается компактность кроны, связанная с теневыносливостью деревьев.

Таким образом, подвой влияет на образование и особенности размещения побегов в кроне испытуемой сорто-подвойной комбинации и, в конечном счете, на перспективность ее выращивания в насаждениях с высокой плотностью размещения деревьев.

Формирование хозяйственного урожая яблони также неразрывно связано с особенностями конструкции насаждений. Это объясняется зависимостью эффективности генеративной деятельности дерева от уровня освещения листовой поверхности. При использовании подвоя М9 максимальный в опыте хозяйственный урожай яблони сорта Кубанское багряное достигается в контрольном варианте (через 1,5 м). Тем не менее, учитывая вполне приемлемые условия для жизнедеятельности растений, допустимо размещение деревьев этой привойно-подвойной комбинации и по более плотной схеме – 4,0 х 1,0 м (рисунок 2).

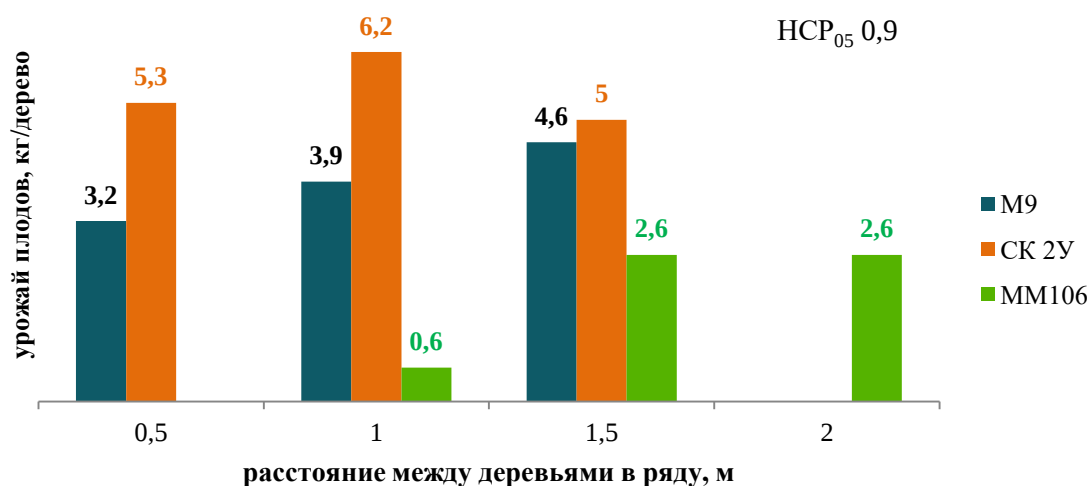


Рисунок 2 – Хозяйственный урожай деревьев яблони сорта Кубанское багряное в зависимости от типа подвоя и схемы посадки деревьев, кг/дерево, (в среднем за 2022–2023 гг.) (сады посадки 2019 г.)

В случае применения подвоя СК2У лучшие результаты (с точки зрения получения хозяйственного урожая) получены при размещении деревьев сорта Кубанское багряное в ряду через 1,0 м (ширина междурядья – 4,0 м).

Растения яблони этого сорта, привитые на подвое ММ106, обеспечили получение максимального урожая с дерева в контрольном варианте (через 2,0 м), а также при размещении деревьев через 1,5 м (ширина междурядья – 5,0 м).

Таким образом, чем больше интенсивность роста деревьев яблони, тем меньше допустимая степень их уплотнения в ряду. Очевидно, такой подход к размещению привойно-подвойной комбинации обеспечивает реализацию принципа ресурсосбережения (уменьшения количества посадочного материала, исключение установки опорных сооружений и т. д.).

По результатам наблюдений, испытываемые сорта одинаково реагируют на уплотнение деревьев в ряду (сходны по признаку теневыносливости).

Для оценки теневыносливости необходимо принимать в расчет предлагаемый нами коэффициент компактности кроны (ЦП/БВ) – соотношение средней длины побегов продолжения центрального проводника (ЦП) и боковых ветвей первого порядка ветвления (БВ) (таблица 3) (Дорошенко Т. Н., Рязанова Л. Г., Гегечкори Б. С., Божков В. В. и др., 2022). Возможным пределом уплотнения (в сравнении с контролем) считают то расстояние между

растениями, при котором ЦП и ЦП/БВ достигают максимальных в оценочных испытаниях значений, а ЦП/БВ не опускается ниже 1,2.

Таблица 3 – Показатели габитуса кроны двулетних растений яблони различных сортов на подвое ММ106 в зависимости от расстояния между ними в ряду при ширине междурядий 5,0 м (в среднем за 2020–2021 гг.)

Расстояние между рас- тениями в ряду, м	Длина побега продолжения, см		Коэффициент компактности кроны
	центрального проводника	боковой ветви	
Голден Делишес			
2,00 (контроль)	96,7	72,7	1,3
1,50	89,7	62,4	1,4
1,00	96,0	63,8	1,5
0,75	88,0	61,0	1,4
0,50	94,0	61,0	1,5
НСР ₀₅	1,0	0,8	–
Кубанское багряное			
2,00 (контроль)	82,3	72,3	1,1
1,50	80,3	69,5	1,2
1,00	75,0	71,8	1,0
0,75	71,7	57,8	1,2
0,50	72,0	57,9	1,2
НСР ₀₅	2,2	2,5	–
Флорина			
2,00 (контроль)	102,7	66,8	1,5
1,50	87,3	68,0	1,3
1,00	89,3	72,0	1,2
0,75	79,7	65,2	1,2
0,50	79,3	60,6	1,3
НСР ₀₅	5,1	3,1	–

По совокупности диагностических критериев деревья яблони сортов-Голден Делишес, Кубанское багряное и Флорина на подвое ММ106 допустимо уплотнять до 1,5 м. Эти данные подтверждают результаты изучения некоторых биометрических показателей и особенности плодоношения растений яблони в молодом саду (таблица 4).

Как показал опыт, реакция сортов на уплотнение деревьев в ряду была идентична. При увеличении количества деревьев на единице площади до 1333 (в контрольном варианте 1000 дер./га) обеспечивается повышение урожайности (в среднем за три года) на 41–50 %, дальнейшее уплотнение деревьев в ряду не приводит к желаемому результату. При увеличении количества деревьев на гектаре до 2000–4000 штук урожайность насаждений снижается в 1,5–3,5 раза (по сравнению с оптимальной схемой посадки 5,0х1,5 м) не зависимо от сорта.

Таблица 4 – Хозяйственный урожай сортов яблони на подвое ММ106 в зависимости от расстояния деревьев в ряду при ширине междурядий 5,0 м (сад закладки 2019 г.)

Схема посадки м х м	Урожай плодов, кг/дер			Средняя уро- жайность, т/га
	2022 г.	2023 г.	суммарный за 2022-2024 гг.	
Голден Делишес				
5,0 х 2,0(к)	10,7	20,2	60,2	20,1
5,0 х 1,5	8,7	24,6	67,4	29,9
5,0 х 1,0	4,2	10,4	32,4	21,6
5,0 х 0,75	2,1	5,5	16,5	14,7
5,0 х 0,5	0,6	2,6	8,9	11,6
НСР ₀₅	–	1,7	–	–
Кубанское багряное				
5,0 х 2,0(к)	2,6	12,8	35,1	11,7
5,0 х 1,5	2,6	17,1	36,8	16,5
5,0 х 1,0	0,6	8,7	18,4	12,2
5,0 х 0,75	0	4,6	12,4	10,9
5,0 х 0,5	0	1,1	4,5	6,0
НСР ₀₅	–	2,1	–	–
Флорина				
5,0 х 2,0(к)	2,5	23,0	28,6	9,5
5,0 х 1,5	2,2	28,0	32,3	14,3
5,0 х 1,0	0,9	11,2	12,9	8,6
5,0 х 0,75	0	4,6	4,6	3,9
5,0 х 0,5	0	3,2	–	4,4
НСР ₀₅	–	1,9	–	–

Общеизвестно, что большинству сортов ведущей культуры яблони свойственно явление ксеногамии. Практически все они самобесплодны. Такие сорта требуют для формирования высоких урожаев плодов успешного перекрестного опыления и, соответственно, эффективного оплодотворения, как ведущего фактора реализации потенциальной продуктивности растений (Колесников, 1979).

В этой связи проведен подбор лучших опылителей (комбинаций сортов-взаимоопылителей) яблони, характеризующихся способностью к эффективному оплодотворению даже в неблагоприятных условиях среды.

Отмечено сходство сроков цветения яблони основного сорта – Гала и всех изученных возможных опылителей: сортов Голден Делишес, Дейтон и сорта-креба Любимица Гросса (таблица 5).

Таблица 5 – Сроки и продолжительность цветения деревьев яблони основного сорта Гала и его возможных опылителей на подвое ММ 106

Сорт	2022 г.		2023 г.		2024 г.	
	сроки	продолжительность, сут.	сроки	продолжительность, сут.	сроки	продолжительность, сут.
Гала	21.04-25.04	5	18.04-26.04	9	18.04-24.04	7
Голден Делишес	23.04-28.04	6	20.04-27.04	8	16.04-22.04	7
Дейтон	20.04-26.04	7	18.04-25.04	8	18.04-26.04	9
Любимица Гросса (креб)	18.04-30.04	13	16.04-30.04	14	10.04-20.04	11

Вместе с тем, независимо от погодных «сценариев», наиболее полное совпадение начала и конца цветения растений зафиксировано у комбинации сортов «Гала-Дейтон».

Примечательно, что сорт-креб Любимица Гросса отличается самой продолжительной в опыте фазой цветения: от 11 до 14 суток (в зависимости от метеоусловий).

При достаточно активной закладке генеративных почек у растений яблони исследуемых сортов и креба (осенью 2023 года от 60 до 75%) отмечена и высокая интенсивность цветения, достигающая в 2024 году 3,5–4,8 балла. При этом фертильность пыльцы исследуемых растений была не ниже 40 %.

В неблагоприятных условиях весны 2024 года оптимальное функционирование системы «пыльца-рыльце-зигота» было достигнуто только при использовании комбинации сортов «Гала-Голден Делишес». Примечательно, что количество завязей, сохранившихся на деревьях этих сортов через две недели после цветения (после второй волны опадения) составило 43–45 % с учетом исходного количества цветков. Полученные данные свидетельствуют о сходстве адаптивных реакций растений сортов Гала и Голден Делишес на действие нерегулируемых климатических факторов (Дорошенко Т. Н., Чумаков С. С., Рязанова Л. Г., Пархоменко О. В., Рябко В. А., Божков В. В., 2024).

Результаты оценки хозяйственного урожая основного сорта Гала при использовании в качестве опылителей сортов Голден Делишес, Дейтон и сорта-креба Любимица Гросса подтверждают изложенные выше факты (таблица 6).

Таблица 6– Мониторинг урожая плодов яблони основного сорта Гала на подвое ММ 106 при использовании разных опылителей, кг/дереву (сад закладки 2018 г., схема посадки 5х2 м)

Сорт опылитель	Годы наблюдения			
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Голден Делишес (контроль)	13,4	24,0	15,5	36,9
Дейтон	14,8	24,9	15,7	33,0
Любимица Гросса (по схеме посадки)	12,9	23,1	13,4	29,0
Любимица Гросса (как уплотнитель)	13,2	22,9	14,0	28,2
НСР ₀₅	F _ф <F ₀₅		0,9	1,0

Следует заметить, что в первые годы плодоношения существенной разницы между вариантами по величине хозяйственного урожая исследуемых сортов не зафиксировано. Однако в год вступления в пору товарного плодоношения (6-й год после закладки насаждений) урожай плодов яблони сорта Гала существенно менялся в зависимости от используемого опылителя.

Максимальное значение этого показателя было достигнуто при выращивании пары сортов «Гала – Голден Делишес», а минимальное – в варианте с применением в качестве опылителя сорта-креба Любимица Гросса при любом его размещении на территории сада. В этом случае рассматриваемый показатель на 21,5–23,6% ниже, чем в контроле. По-видимому, внедрение в производство односортовых посадок с использованием кребов, не решает проблему эффективного оплодотворения и соответственно реализации продукционного потенциала растений яблони. Напротив, применение в насаждениях правильно подобранных сортов-опылителей (взаимоопылителей) обеспечивает более высокую результативность функционирования насаждений в целом. В этом нас убеждают следующие результаты. Продуктивность сорта Голден Делишес (как опылителя сорта Гала) даже на фоне экстремальных погодных условий весны 2024 года достигала 38 кг/дереву, в то время как у опылителя -сорта Дейтон этот показатель составлял только 24 кг/дереву. Следовательно, совместное использование комбинации сортов «Гала – Дейтон» следует считать менее эффективным.

Таким образом, исходя из представленных материалов, использование существующих до настоящего времени критериев успешности опыления и оплодотворения яблони (совпадение сроков цветения основного сорта и сорта-опылителя, продолжительность цветения, фертильность пыльцы и т. д.) не обеспечивает точного подбора сортов-взаимоопылителей, к тому же равноценных по своей хозяйственной значимости и востребованности производителями и потребителями плодовой продукции.

По нашему мнению, говоря об эффективности опыления и оплодотворения яблони, следует, в первую очередь, обратить внимание на морфо-

биологические показатели цветка как основного органа растения, привлекающего насекомых-опылителей (таблица 7).

Как видно из приведенных данных, по совокупности морфо-биологических показателей цветков явно выделяется сорт Голден Делишес. При этом рассматриваемые характеристики (количество цветков в соцветии, их размер и масса пыльца) иных изучаемых сортов *Malus domestica* и сорта-креба не имеют существенных различий. Более того, по мнению отдельных авторов (Исаева, 1989; Коломиец, 1976), они могут быть и не связаны с частотой посещения цветков насекомыми-опылителями (пчелами).

Логично предположить, что причина высокой результативности взаимодействия отдельных сортов (в нашем опыте сортов Гала и Голден Делишес) имеет генетическую основу. Эта гипотеза подтверждена специальными экспериментами (Дорошенко, Чумаков, Рязанова [и др.], 2024). Минимальная генетическая дистанция выявлена между сортами Гала и Голден Делишес, отличающимися рядом хозяйственно ценных признаков, а также способностью к эффективному взаимоопылению, обеспечивающему более высокую результативность функционирования отдельных растений и насаждений в целом даже в неблагоприятных погодных условиях.

Таблица 7 – Морфо-биологические характеристика цветков (соцветий) яблони различных сортов на подвое ММ106 (апрель 2024 г.)

Сорт	Количество цветков в соцветии, шт.	Размер цветка, см	Масса пыльца, мг	Содержание сахаров, мг/г сухого вещества	
				сумма	сахароза
Гала	5,0	4,0	1,5	47,2	13,2
Голден Делишес	6,0	5,3	1,9	48,4	14,3
Дейтон	5,0	3,0	1,3	31,4	7,6
Любимица Гросса (креб)	5,5	4,0	1,5	28,3	7,4
НСР ₀₅	–	–	0,2	$S_{x, \%} \leq 5$	

Важным диагностическим критерием успешности взаимоопыления сортов яблони является сходство концентрации сахаров в цветках, связанное с их привлекательностью для насекомых-опылителей (пчел). В наших опытах у лучших сортов-взаимоопылителей этот показатель составляет 47–48 %, в том числе содержание сахарозы 13–14 %.

Отмечено (Кудрявец, 1987), что размещение сортов-опылителей в насаждениях следует считать одним из основных элементов их конструкции.

Исходя из полученных результатов было предложено оптимальное, как нам представляется, размещение основного сорта Гала и сорта-опылителя Голден Делишес в сортовых полосах (два ряда через два ряда), названное – «бисадом».

Для повышения эффективности опыления цветков основного сорта Гала (особенно в годы с аномальными проявлениями погоды), по нашему мнению, необходимо в конце каждого ряда (каждой клетки квартала) добавить по два растения лучшего опылителя креба, например, Любимица Гросса.

С учетом максимальной эффективности опыления и оплодотворения сортов-взаимоопылителей и направления лета пчел (преимущественно вдоль ряда, особенно в уплотненных посадках) предложена схема рационального размещения сортов на территории квартала (рисунок 3).

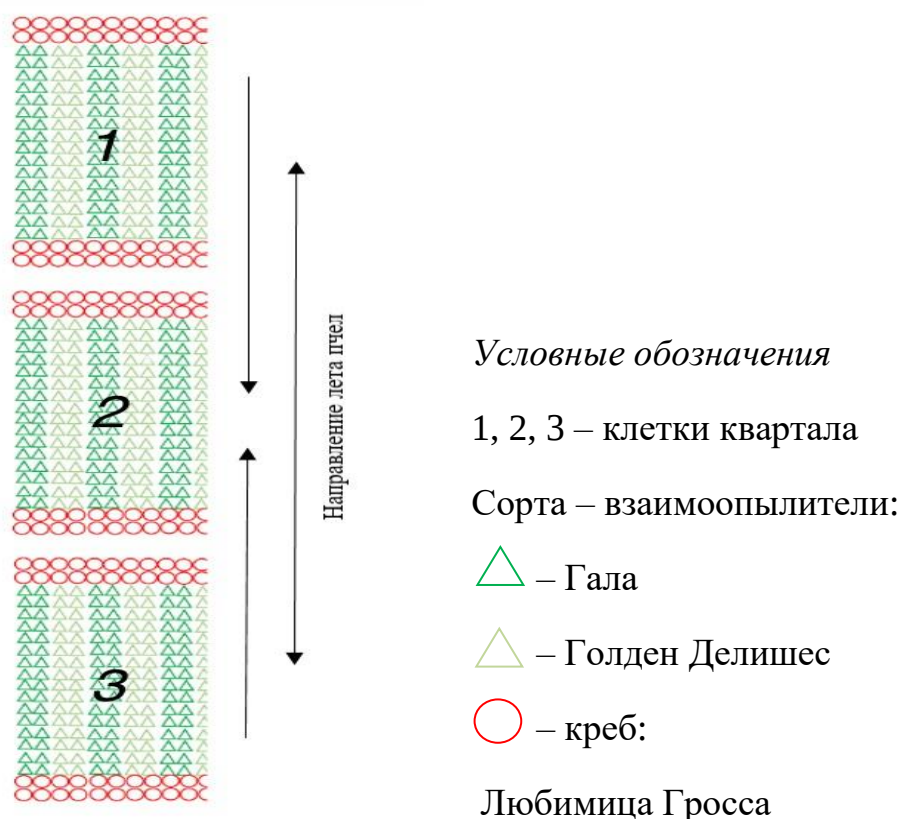


Рисунок 3 – Схема размещения сортов-взаимоопылителей и креба на территории квартала сада

(Божков В.В. и др. Способ создания интенсивного яблоневого сада

Дата подачи заявки 07 октября 2024 г № 2024130289)

Предложенное размещение сортов-взаимоопылителей яблони в саду («бисад») приводит к достоверному увеличению урожайности на 21,5 %, в сравнении с контрольным вариантом (с использованием традиционной комбинации «основной сорт – сорт-опылитель»), что обеспечивает повышение рентабельности производства на 32,8 %, при снижении себестоимости продукции на 19 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В результате многолетних экспериментов доказана перспективность создания в условиях прикубанской зоны умеренно уплотненных насаждений яблони на среднерослом клоновом подвое ММ106, обеспечивающих возможность регулярного плодоношения на достаточно высоком уровне в различные по погодным условиям годы при соблюдении принципа ресурсосбережения.

2. Лучшими промышленными сортами яблони зимнего срока созревания, обеспечивающими в сочетании с подвоем ММ106 устойчивое функционирование и получение высоких урожаев плодов в специфических природных условиях, являются Голден Делишес, Кубанское багряное, Флорина.

3. Образование и размещение побегов в кроне деревьев зависит от конструкции насаждений. По мере уменьшения расстояния между деревьями сорта Кубанское багряное на подвое СК2У в кроне увеличивается (в сравнении с контролем) количество относительно коротких весенних побегов. При этом 70% из них отходят от ветвей второго порядка ветвления под углом не больше 60°. Вместе с тем при использовании в качестве подвоев карлика М9 и, особенно, среднерослого подвоя ММ106 растения того же сорта яблони по-иному реагируют на загущение в ряду. Даже при незначительном (по сравнению с контролем) уплотнении посадки утрачивается компактность кроны, связанная с их теневыносливостью.

4. Достаточно высокая урожайность яблони сорта Кубанское багряное на слаборослых подвоях (М9, СК2У) достигается при размещении деревьев в ряду через 1,0 м (ширина междурядий – 4,0 м). В случае применения среднерослого подвоя ММ106 расстояние между деревьями яблони на черноземах выщелоченных не должно быть меньше 1,5 м (ширина междурядий – 5,0 м). Очевидно, при использовании подвоя такого типа будет реализован принцип ресурсосбережения (уменьшения количества посадочного материала, исключение установки опорных сооружений и т. д.).

5. Допустимая степень уплотнения в насаждениях яблони связана с теневыносливостью деревьев, определяемой по совокупности диагностических критериев, в частности по коэффициенту компактности кроны – соотношению средней длины побегов продолжения центрального проводника и боковых ветвей первого порядка ветвления. Возможным пределом уплотнения (в сравнении с контролем) является то расстояние между растениями, при котором этот коэффициент не опускается ниже 1,2.

6. По совокупности диагностических критериев деревья яблони сортов Голден Делишес и Флорина на подвое ММ106 допустимо размещать в ряду через 1,5 м. При увеличении количества деревьев на единице площади сада до 1333 (в контроле 1000 дер./га) обеспечивается повышение урожайности на 48-50 % по сравнению с контрольными значениями.

7. Урожай плодов яблони сорта Гала существенно меняется в зависимости от используемого опылителя. Максимальное значение этого показателя достигнуто при выращивании пары сортов «Гала-Голден Делишес», а минимальное – в варианте с применением в качестве опылителя сорта-креба Любимица Гросса при любом его размещении на территории сада. В этом случае рассматриваемый показатель на 21,3–23,6 % ниже, чем в варианте «Гала-Голден Делишес».

8. Применение в насаждениях яблони правильно подобранных сортов-взаимоопылителей, отличающихся рядом хозяйственно-ценных признаков, обеспечивает наиболее высокую результативность функционирования не только отдельных растений, но и насаждений в целом даже в неблагоприятных погодных условиях.

9. Определена совокупность показателей цветков сортов яблони, используемых для подбора лучших опылителей и пар сортов-взаимоопылителей. Важным диагностическим критерием успешности взаимопыления сортов яблони является сходство концентрации сахаров в цветках, связанное с их привлекательностью для насекомых-опылителей (пчел). У лучших сортов-взаимоопылителей этот показатель составляет 47–48 %, в том числе содержание сахарозы 13–14 %.

10. К пятилетнему возрасту сада, уровень рентабельности производства плодов при оптимальной схеме посадки (5,0x1,5 м) деревьев яблони сортов Голден Делишес, Кубанское багряное, Флорина на подвое ММ106 увеличивается на 14,7–15,5 %, а себестоимость снижается на 10,6 %, в сравнении с контролем.

11. Определена экономическая целесообразность использования предложенных принципов подбора сортов-взаимоопылителей, обеспечивающих повышение рентабельности производства на 32,8 %, при снижении себестоимости продукции на 19 % по сравнению с контрольным вариантом (традиционный подбор сортов опылителей).

Рекомендации по использованию результатов исследований

При закладке в условиях прикубанской зоны садоводства (почвы – черноземы выщелоченные) насаждений яблони на среднерослом клоновом подвое ММ106 использовать:

- высокоценные сорта: Голден Делишес, Кубанское Багряное, Флорина;
- возможность размещения деревьев в ряду через 1,5 м (при ширине междурядий 5,0 м);
- лучшие пары сортов-взаимоопылителей, например «Гала – Голден Делишес»;
- конструктивные решения, предполагающие наличие последовательно чередующихся двухрядных полос каждого из двух отобранных высокоценных сортов-взаимоопылителей и дополнительных растений – крбров, расположенных по два экземпляра в начале и конце каждого ряда в пределах каждой клетки квартала сада.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

Статьи в изданиях, рекомендуемых ВАК РФ:

1. Дорошенко Т. Н. Особенности создания уплотненных насаждений яблони на юге европейской части России: морфофизиологические аспекты / Т.Н. Дорошенко, Л. Г. Рязанова, И.В. Горбунов, Б.С. Гегечкори, В. В. **Божков** / Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2019. – № 4 (79). – С. 97–103.

2. Дорошенко Т. Н. Особенности подбора сортов-взаимоопылителей для современных промышленных насаждений яблони: биологические аспекты / Т.Н. Дорошенко, С.С. Чумаков, Л.Г. Рязанова, О.В. Пархоменко, В.А. Рябко,

В.В. Божков / Труды Кубанского государственного аграрного университета. – 2024. – № 5 (114). – С.124-131. DOI: 10.21515/1999-1703-114-124-131

Патенты :

3. Патент № 2765239 Российской Федерации, МПК А 01 G 1/00. Способ определения допустимого уплотнения деревьев в ряду при создании скороплодных насаждений яблони : № 2021116246 : заявл. 03.06.2021 : опубл. 27.01.2022 / Дорошенко Т. Н., Рязанова Л. Г., Гегечкори Б. С., **Божков В. В.**, Задорожний А. П., Зайнутдинов З. З.; патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И.Т. Трубилина». – 5 с.

4. Патент № 2810744 Российской Федерации, МПК А 01 G 1/00. Способ ранней диагностики компактности кроны сорто-подвойных комбинаций яблони : № 2023122736 : заявл. 31.08.2023 : опубл. 27.03.2024 / Дорошенко Т.Н., Рязанова Л. Г., **Божков В. В.**, Задорожний А. П.; патентообладатель федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Кубанский государственный аграрный университет имени И. Т. Трубилина». – 6 с.

Публикации в других изданиях:

5. Рязанова Л. Г. Влияние схемы посадки на показатели фотосинтетической деятельности деревьев яблони в условиях юга России / Л.Г. Рязанова, Т.Н. Дорошенко, В.В. **Божков**, А.А. Пинченкова // Агроэкологические аспекты устойчивого развития АПК: материалы XVIII международной научной конференции. Часть III. – Брянск: Изд-во Брянский ГАУ, 2021. – С. 188–194.

6 Дорошенко Т. Н. Продуктивность яблони в зависимости от размещения опылителя в саду / Т.Н. Дорошенко, Л.Г. Рязанова, В.В. **Божков** // Развитие научно-ресурсного потенциала аграрного производства: приоритеты и технологии : Материалы I Национальной научно-практической конференции с международным участием, посвященной памяти доктора технических наук, профессора Николая Владимировича Бышова. – Рязань : РГАТУ, 2021. – Часть III. – С.113– 116.

7. **Божков В. В.**, Адамов А. Г., Дубравина И. В Использование крбров в моносортных насаждениях яблони / В.В. Божков, А.Г. Адамов, И.В. Дубравина // Теория и практика современной аграрной науки: Сб. V национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием (г. Новосибирск, 28 февраля 2022 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. – С. 21– 23.

8. **Божков В. В.**, Рязанова Л. Г. Влияние плотности посадки деревьев в ряду на скороплодность яблони различных помологических сортов /В.В. Божков, Л.Г. Рязанова // Материалы Юбилейной научно-практической конференции, посвященной 100-летию Кубанского ГАУ. – Краснодар, 2022. – С. 398–400.

9. **Божков В. В.**, Рязанова Л. Г., Валиева О. А. Скороплодность различных помологических сортов яблони в зависимости от схемы посадки деревьев /В.В. Божков, Л.Г. Рязанова, О.В. Валиева // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: Сборник VII Всероссийской (национальной) научной конференции с международным участием (г. Новосибирск, 20 декабря 2022 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2022. – С. 5– 7.

10. **Божков В. В.** Особенности роста и плодоношения деревьев яблони на подвое ММ106 в зависимости от плотности размещения в насаждениях юга европейской России / В.В. Божков, Л.Г. Рязанова // Сб. VI национальной (всероссийской) научной конференции с международным участием (г. Новосибирск, 27 февраля 2023 г.) / Новосиб. гос. аграр. ун-т. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2023. – С. 20–22.

11. Рязанова Л. Г. Влияние конструкции насаждений на биометрические показатели деревьев яблони / **В.В. Божков**, Л.Г. Рязанова // Точки научного роста: на старте десятилетия науки и технологии : материалы ежегодной научно-практической конференции/ отв. за вып. А. Г. Кощаев. – Краснодар : КубГАУ, 2023. – С 527–529.

12. **Божков В. В.** Особенности конструкции современных насаждений яблони на юге России / В.В. Божков, Л.Г. Рязанова, О.В. Пархоменко /Актуальные вопросы научно-технологического развития агропромышленного комплекса // Материалы Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием) (г. Махачкала, 27апреля 2023 г.). – Махачкала: ФГБНУ «ФАНЦ РД». – С.30– 34.

13. Дорошенко Т. Н. Особенности создания насаждений яблони с использованием элементов ресурсосберегающих технологий на юге России/ Т.Н. Дорошенко, **В.В. Божков**, Л.Г. Рязанова / Роль аграрной науки в устойчивом развитии АПК // Материалы II Всероссийской научно-практической конференции (с международным участием)(г. Ярославль, 04 апреля 2024 г.) – Ярославль: Ярославский ГАУ. – С. 30–33. DOI 10.35694/YARCX.2024.04.04.24

БОЖКОВ Василий Васильевич

**Агrobiологические аспекты оптимизации структуры
и конструкции насаждений яблони на среднерослых подвоях
в условиях прикубанской зоны садоводства**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Подписано в печать «28» 04.2025 г. Усл. п. л. – 1.

Тираж 100 экз. Заказ № _____

Отпечатано в ИП Толмачев П.В.

г. Славянск-на-Кубани, ул. Больничная, 22

тел. 8(86146) 73-0-99