

На правах рукописи



Клюкина Анна Васильевна

**СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ СОРТОВ ГРУШИ НА
ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ИХ АДАПТИВНОСТИ К ЛИМИТАМ СРЕДЫ И
ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ В АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ
УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ**

Специальность 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 научном учреждении «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Драгавцева Ирина Александровна

Официальные оппоненты: **Ноздрачева Раиса Геннадьевна,**
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, кафедра плодового и
овощеводства, ФГБОУ ВО «Воронежский
государственный аграрный университет»,
заведующий

Трунов Юрий Викторович,
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор, кафедра садоводства, биотехнологий и
селекции сельскохозяйственных культур ФГБОУ
ВО «Мичуринский государственный аграрный
университет», профессор

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

Защита диссертации состоится «23» декабря 2025 г. в 10:00 часов на заседании диссертационного совета 24.1.209.01 на базе ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39.

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в научной библиотеке ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства, виноделия» по адресу: 350901, г. Краснодар, ул. им. 40-летия Победы, 39 и на сайтах: <https://www.kubansad.ru> и Высшей аттестационной комиссии – <https://vak.gisnauka.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2025 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
кандидат сельскохозяйственных наук



Е.Н. Якименко

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Сельское хозяйство (и, особенно, плодоводство) представляет собой сложную систему, связанную с биологическими особенностями культур, сортов и с различными природными условиями, в которых происходит их выращивание. Растения проявляют различные реакции на особенности климата, почв, рельефа территории их выращивания и обладают индивидуальными защитно-приспособительными реакциями на проявление факторов среды, лимитирующих успешное протекание продукционного процесса и, соответственно, влияющими на количество и качество урожая (Драгавцев и др., 2016). Чаще всего урожайность плодовых культур на юге России зависит от температурных стрессов зимне-весеннего и летне-осеннего периодов. Уровень приспособления, сложившийся в процессе их эволюционного развития (или изменен у сортов при селекции) свой в каждой фазе онтогенеза. То есть каждая культура и сорт обладают внутренним механизмом устойчивости (адаптивности) и гомеостаза (саморегуляции) к лимитам среды выращивания. Знания типичных лимитов среды, критических для урожая сортов на конкретной территории произрастания и степени адаптации растений к ним по каждой фазе развития в сочетании с новыми наукоемкими цифровыми технологиями, позволяет разработать усовершенствованный способ управления продукционным процессом и продуктивностью конкретных сортов плодовых культур для оптимизации их размещения в различных агроклиматических условиях.

В данной работе представлено исследование по оптимизации размещения сортов плодовых культур (на примере груши) в трех зонах садоводства Краснодарского края – территории с размещением садов в относительно выровненном рельефе. Учитывая, что перспектива развития плодоводства Северного Кавказа тесно связана с горными и предгорными землями (Драгавцев, 1958; Драгавцева и др., 2011), в изучение также взяты также три зоны садоводства Кабардино-Балкарии («страны гор») с изрезанным рельефом. Работа построена на изучении требований агроэкосистемы – взаимодействию свойств генотипов сортов груши с температурными особенностями окружающей среды. Изучение этого «взаимодействия «генотип-среда» (ВГС) – сложная и актуальная задача плодоводства. Ее решение позволит управлять продукционным процессом сортов и, следовательно, их урожаями.

Исследования проводятся в рамках новой ветви общей биологии – *эпигенетики* («epi» с древнегреческого «над») – науки, изучающей регуляцию систем деятельности растений на надгенном уровне их жизни (Waddington, 1942, 1953; Holliday, 1994; Lederberg, 2001; Paszkowski, 2011; Мелони и др., 2015; Kakoulidou et al., 2021; Krishnaswami et al., 2022). Использование данного направления биологии позволяет на современном уровне подойти к созданию технологии рационального размещения сортов на фоне разных динамик факторов внешней среды, лимитирующих получение урожаев, а также к переориентации селекции на создание новых сортов с повышенной пластичностью их онтогенезов.

Исследование выполнено в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства и виноделия» (ФГБНУ СКФНЦСВВ) в соответствии с тематическим планом НИР, номер государственной регистрации 0498-2022-0003.

Степень разработанности темы. Разработкой элементов технологии оптимального размещения плодовых культур занимались многие отечественные ученые. Большой вклад в исследования внес Давитая Ф.Ф. (1964), оценив агроклиматические ресурсы различных зон садоводства на территории СССР для возделывания различных плодовых культур. Иванов В.Ф. (1989, 1998) разработал систему оценки пригодности земель для выращивания многолетних плодовых культур. Данному вопросу посвящены также исследования Лархера В. (1978), Руденко А.И. (1980), Култиасова И.М. (1982), Одума М. (1986), Кирюшина В.И. (1996), Бестаева В.И. (2000), Баркинхоева М.М. (2002), Драгавцевой И.А. (2005, 2007, 2016), Гордеева А.В. (2008), Загирова Н.Г. (2010), Дьякова А.Б. (2019) и многих

других. За пределами страны известны работы Bandyopadhyay S. с соавторами (2009), Abdel-kawy O.R., Ismail H.A., Rod J.K. at al. (2010).

Вопросу геоинформационного моделирования размещения культур в сельском хозяйстве в России посвящены работы Савина И.Ю. (2000, 2001), Каличкина В.К., Павловой А.И. (2018) и др. За рубежом – работы Hammond C.M. and Walker B.H. (1984), Konecny M., Rais K. (1985), Burrough P.A. (1986), Chidly T.R.E., Egly J. (1993), El-Kawy, O.R.A. (2010), Chelaru D.A. at al. (2011).

Однако, совокупность методов оценки пригодности земель на основе цифровых технологий для конкретных сортов в пределах плодовых культур ранее не применялась, и поэтому актуальна для развития современного садоводства.

Цель исследований. Совершенствование способа управления адаптационным потенциалом сортов груши для повышения их устойчивости к комплексу абиотических стрессоров и оптимизации их рационального размещения в различных условиях среды на юге России (Краснодарский край и Кабардино-Балкария) с помощью цифровых технологий.

Основные задачи исследований:

1. Определить требования сортов груши к факторам внешней среды по каждой фазе развития в количественных показателях.

2. Определить критические значения температуры в разрезе фаз развития, вызывающие гибель цветковых почек сортов груши и провести вероятностный анализ их проявления за длительный период лет в различных зонах садоводства юга России.

3. Выявить у сортов груши наличие резервов повышения их морозостойкости по конкретным фазам развития для использования их при корректировке зонирования территории.

4. Оценить генетически обусловленную устойчивость каждой фазы зимне-весеннего развития цветковых почек груши к температурному режиму с помощью графического моделирования.

5. Разработать алгоритм качественно нового управления адаптивностью груши в меняющихся погодных условиях.

6. Разработать научные подходы рационального размещения сортов плодовых культур (на примере груши) с использованием численных методов компьютерного моделирования.

7. Подготовить рекомендации оптимального размещения сортов груши в различных зонах садоводства Краснодарского края и Республики Кабардино-Балкария на основе наглядных компьютерных карт с учетом флуктуации климата.

Научная новизна исследований:

1. Дано новое понимание системы взаимодействия «генотип-среда» на примере сортов плодовых культур (груша).

2. Предложены новые подходы к выявлению генетически обусловленных адаптивных резервов сортов груши к среде их выращивания для рационального размещения на примере Краснодарского края и Республики Кабардино-Балкария.

3. Впервые созданы цифровые карты рационального размещения *сортов* груши с учетом цикличности климата за два длительных периода лет (1985-2000 гг. и 2001-2024 гг.) с целью прогноза их отклика на меняющиеся температурные условия выращивания.

4. Разработан алгоритм выявления устойчивости сортов плодовых культур по фазам их развития к температурным лимитам внешней среды (на примере сортов груши).

Теоретическая значимость. Впервые получены новые знания о продукционном процессе сортов груши по фазам их развития в меняющихся температурных условиях среды на основе раскрытия взаимодействия в системе «генотип-среда» для рационального их размещения.

Практическая значимость. Даны предложения по рациональному размещению сортов груши на юге России, эффективного управления их продуктивностью на фонах

разных динамик лимитирующих факторов внешней среды (температурных зимне-весеннего периода).

Личный вклад автора состоит в участии на всех этапах планирования эксперимента, проведения исследований, выполнении самостоятельно обзора и анализа научной литературы, экспериментальных исследований, обработке и обобщении полученных результатов, позволивших сделать обоснованное заключение и разработать методические рекомендации для практического использования в промышленном производстве в публикациях по материалам диссертационной работы.

Методология и методы исследований базировались на системном анализе и комплексном решении ключевой проблемы диссертационной работы. Использованы современные полевые, аналитические и цифровые методы и методики исследований.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Роль температурного режима в прохождении фенологических фаз и формировании устойчивости к низким температурам зимне-весеннего периода сортов груши.
2. Реакция сортов груши на динамику температурных факторов внешней среды, лимитирующих получение хозяйственно-ценных урожаев.
3. Цифровые карты рационального размещения сортов груши разного срока созревания и морозостойкости с учетом цикличности климата.

Степень достоверности подтверждается значительным объемом экспериментальных материалов, проанализированных и обобщенных с помощью статистических методов, использованием современных методов цифрового анализа массива данных, достоверным заключением, обоснованными рекомендациями для плодового хозяйства и научными публикациями, отражающими основные результаты диссертационного исследования и согласующихся с аналогичными исследованиями других отечественных и зарубежных авторов.

Апробация. Основные положения диссертационной работы заслушаны и одобрены на заседаниях методического совета ФНЦ «Растениеводство и земледелие» и ученого совета ФГБНУ СКФНЦСВВ в 2020-2024 гг., а также представлены на международных, научно-практических конференциях и семинарах: «Биотехнологии в организации процессов селекции и размножения многолетних культур» (ФГБНУ СКФНЦСВВ, Краснодар, 6-8 октября, 2020), «Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве» (ФГБНУ АФИ, Санкт-Петербург, 16-17 сентября, 2021), Фруткон-2021 (ИА FruitNews, 9-17 декабря, 2021), «Цифровые и биологизированные технологии в агропромышленном комплексе» (ФГБНУ СКФНЦСВВ, 27 января, 2022), «Теория эколого-генетического устройства признаков продуктивности многолетних плодовых культур и новые технологии селекции» (Курчатовский институт, ФГБНУ ГНБС ННЦ, GenBio 2024, Москва, 7-11 октября, 2024), «Новые научные знания о закономерностях проявления генотипов плодовых культур в фенотипе на фоне разных динамик лимитирующих факторов внешней среды с целью управления урожайностью» (Алаутский ГННП, Казахстан, 29-30 апреля, 2025).

Публикации. По теме диссертации в соавторстве опубликованы 1 монография, 1 методическое пособие и 1 база данных, 14 научных статей, в том числе 7 в изданиях перечня ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 132 страницах, содержит 27 таблиц, 21 рисунок, состоит из введения, 3 глав и заключения. Список литературы включает 134 наименования, в том числе 31 на иностранном языке.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна и практическая значимость, основные положения, выносимые на защиту, представлена степень апробации результатов исследований, состав и структура диссертационной работы.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Анализ литературы позволил сделать выводы о том, что управление продуктивностью плодовых культур на основе их рационального размещения -непрерывный процесс, имеющий длительную историю своего развития. Современные методы исследований позволяют перейти на более результативный уровень данной технологии за счет рационального размещения не культур, а сортов с учетом пластичности их конкретных фаз онтогенеза с помощью цифровых технологий.

2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследование проведено в трех зонах садоводства Краснодарского края:

- *Прикубанская зона садоводства* (метеостанция Краснодар (Круглик), высота над уровнем моря (h) = 32 м)). Климат умеренно-континентальный. Здесь находятся основные плодовые насаждения, возделываемые в специализированных хозяйствах края (около 58% площадей всех его плодовых насаждений). Абсолютный минимум температур может опускаться до -27°C .

- *Предгорная зона края* (метеостанция Горячий Ключ, h = 142 м). Климат меняется по мере подъема. Абсолютный минимум температуры может достигать до -20°C и ниже, особенно в нижней части зоны.

- *Степная зона края* (метеостанция Тихорецк, h = 88 м). Ежегодно температура воздуха опускается до $-15...-20^{\circ}\text{C}$, один-два раза за 10 лет морозы достигают до $-24...-28^{\circ}\text{C}$, а в суровые зимы, что бывает очень редко, до $-32...-35^{\circ}$

В трех зонах садоводства Республики Кабардино-Балкария:

- *Степная зона* (Прохладненский район, метеостанция Прохладный. Высота над уровнем моря, h = 208 м). Климат континентальный. Абсолютный минимум температур достигает -29°C (2012).

- *Предгорная зона* (Нальчикский район, метеостанция Нальчик, h = 512 м). Климат умеренно-континентальный, теплый. Абсолютный минимум достигает $-25...-26^{\circ}\text{C}$ (2006).

- *Горно-Степная зона* (Эльбрусский район, метеостанция Тырныауз, h = 1300 м). Климат умеренно-континентальный, теплый. Абсолютный минимум $-21,4$ (1982).

Объекты проведения исследований – культура груши и 12 ее сортов разного срока созревания, уровня морозостойкости и происхождения (таблица 1).

Таблица 1 – Сроки созревания и происхождение изучаемых сортов груши

Группа сортов летнего срока созревания, происхождение	Группа сортов осеннего срока созревания, происхождение	Группа сортов зимнего срока созревания, происхождение
Вильямс (<i>сеянец неизвестного происхождения, Англия</i>).	Киффер (<i>сеянец Киффера х Бере Анжу х Вильямс, США</i>).	Левен (<i>Александрин Дульяр х Бере Наполеон, Краснодар</i>)
Люберская (<i>Любимица Клаппа х Бере Арданпон, Краснодар</i>).	Бере Клержо (<i>сеянец неизвестного происхождения, Франция</i>).	Джанкойская поздняя (<i>Фердинанд х Бере Боск, Крым</i>).
Кубанская сочная (<i>Кубанка х Оливье де Серр, Краснодар</i>).	Дево (<i>сеянец неизвестного происхождения, США</i>).	Зимняя млиевская (<i>Александровка х Деканка дю Комис, Украина</i>).
Краснодарская летняя (<i>сеянец неизвестного происхождения, Краснодар</i>).	Аббат Фетель (<i>сеянец неизвестного происхождения, Франция</i>).	Александрин Дульяр (<i>сеянец неизвестного происхождения, Франция</i>).

Предмет исследований – реакция сортов груши на температурные факторы зимне-весеннего периода по параметрам их морозостойкости в малом годовом цикле онтогенеза.

База проведения исследований

Исследования по изучению сортов груши проведены в условиях неустойчивого увлажнения на базе ОПХ «Центральное» Прикубанской зоны садоводства Краснодарского

края (г. Краснодар, селекционно-сортоседеческий участок, кв. №6) на черноземе выщелоченном, начиная с 2021 года. Сад посадки 2007 г. Схема посадки 5х2.

Работа строилась на:

- учете данных температурного режима 3-х вышеописанных зон садоводства Краснодарского края (данные метеостанции Краснодар (Круглик), Усть-Лабинск, Тихорецк)) и в Республике Кабардино-Балкария (метеостанции Нальчик, Прохладный, Тырныауз) за длительный период лет (1985-2024 гг.);

- ретроспективном анализе наступления температурных стрессов в зимне-весенний период на основе изучения метеорологических данных за длительный период по методике Драгавцевой И.А., Кузьминой А.А. и др. (2011);

Методики проведения исследований

1. Анализ погодных условий

- изучение соответствия ритмов прохождения фенологических фаз сортов груши и декадного изменения температурных условий – по методике Драгавцевой И.А., Теренько Г.Н. (1996);

- оценка степени пригодности земель Краснодарского края по температурным условиям для сортов культуры груши на основе вероятности проявления лимитов среды проводился по методике Драгавцевой И.А., Савина И.Ю., Марченко Н.Н. (2009).

2. Учеты и наблюдения за развитием сортов груши

- фенологические учеты внешних фаз развития цветковых почек - покой, набухание, распускание, появление чашелистиков, появление лепестков, цветение (сроки, балл) в соответствии с общепринятой «Программой и методикой сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур (1999);

- Изучение развития археспоральной ткани пыльников у сортов груши проведено по методике С.И. Елманова (1959);

- учет урожая плодов груши (глазомерный и весовой) проведен по методике Красовой Н.Г. и др. (1999);

- закладка и проведение полевого опыта – по методике Б.А. Доспехова (1985).

3. Оценка адаптивности сортов груши к температурным условиям зимне-весеннего периода

- анализ функционирования генетико-физиологической системы (ГФС) адаптивности сортов на основе их взаимоотношений с лим-факторами внешней среды в разрезе фаз развития проведен по методике Драгавцева В.А. с коллегами (1984).

4. Цифровая визуализация полученных результатов

- Построение компьютерных карт рационального размещения сортов груши с учетом фаз их развития на основе полученных данных (критические температурные лимиты среды, привязанные к географическим координатам Краснодарского края и Кабардино-Балкарии) выполнено на основе методики Савина И.Ю., Федоровой Е.Г. (2000) с использованием пакета прикладных программ ILWIS (1998).

- Использованы микроправки температурных данных на высоту, крутизну и экспозицию склонов для разработки экологических карт размещения сортов груши в рельефе проводилось по методике Драгавцевой И.А. (1996).

Схема исследований представлена на рисунке 1.

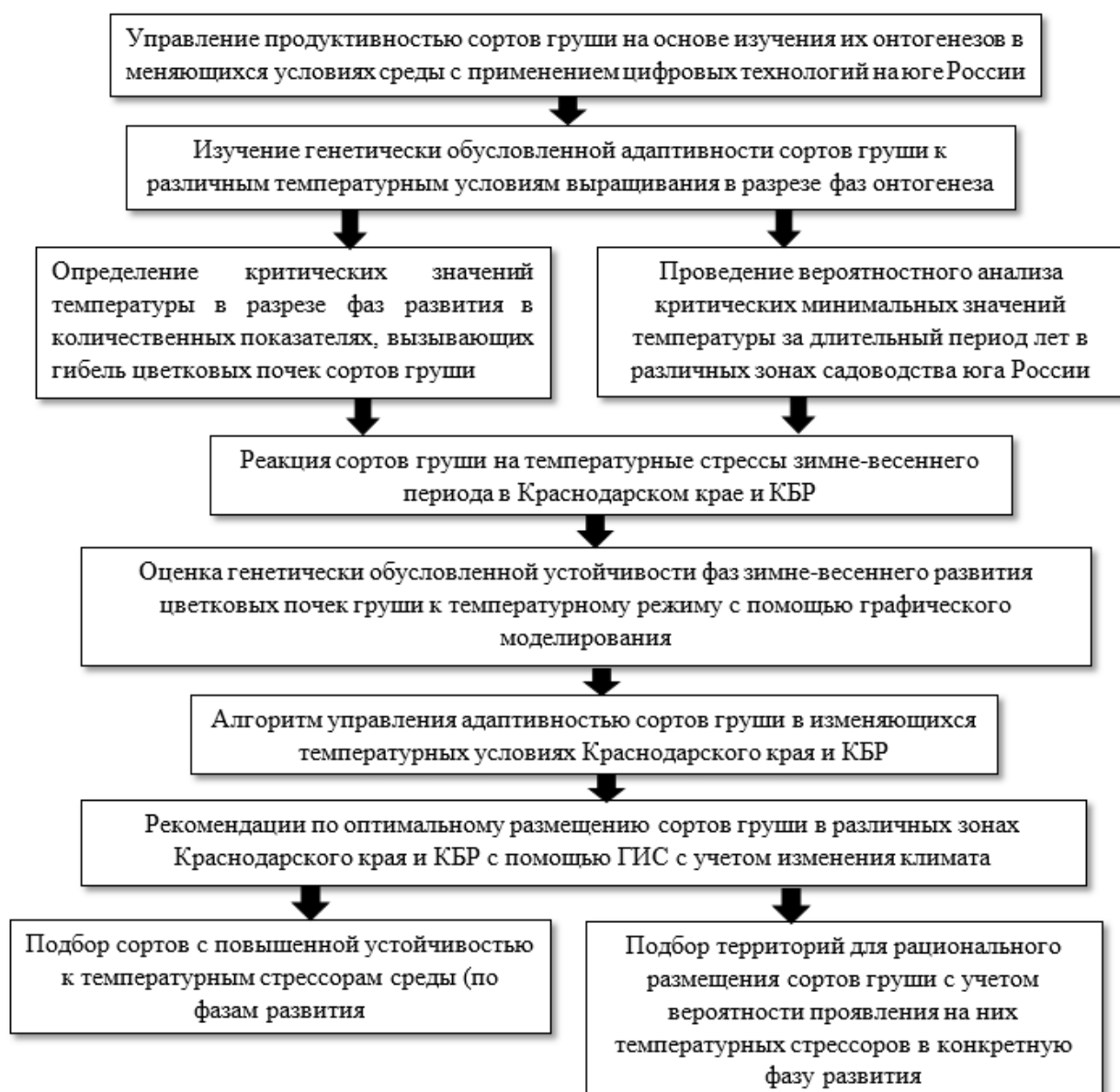


Рисунок 1– Схема исследований по рациональному размещению сортов груши

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Изучение закономерностей взаимодействия сортов груши с температурными условиями зимне-весеннего периода. Изучение морозостойкости сортов плодовых культур проводится полевыми и лабораторными методами. В связи с тем, что в годы исследования абсолютный минимум температур в зимний период не опускался ниже - 14,9 °С, выполнено промораживание цветковых почек груши изучаемых сортов различных фазах их развития (таблица 2).

Выявлено, что изучаемые сорта отличаются морозостойкостью в зависимости от фазы развития. Например, сорт Вильямс имеет повышенную морозостойкость по сравнению с другими сортами в фазах вынужденного покоя и набухания цветковых почек. Александрин Дульяр более морозостоек в фазе набухания; Люберская – в фазе вынужденного покоя. Сорт Дево – в фазе почка лопнула – видны чашелистики, Левен – в фазе вынужденного покоя.

Таблица 2 - Результаты промораживания цветковых почек сортов груши за 2021-2024 гг. в различные фазы развития

Название сорта	Результаты промораживания											
	12.03.21			31.03.22			28.03.23			26.03.24		
	Фаза развития цв. почек*	температура, (С°)	% гибели цв. почек	Фаза развития цв. почек	температура, (С°)	% гибели цв. почек	Фаза развития цв. почек	температура, (С°)	% гибели цв. почек	Фаза развития цв. почек	температура, (С°)	% гибели цв. почек
Сорта летнего срока созревания												
Вильямс	4	-15	58	3	-6	23	1	-5	24	1	-3	15
Люберская	4	-15	97	1	-6	44	1	-5	11	1	-3	12
Кубанская сочная	4	-15	68	4	-6	100	4	-5	23	1	-3	17
Краснодарская летняя	4	-15	88	3	-6	100	3	-5	73	1	-3	14
Сорта осеннего срока созревания												
Киффер	4	-15	70	3	-6	66	3	-5	51	3	-3	24
Бере Клержо	4	-15	75	3	-6	100	3	-5	42	1	-3	20
Дево	4	-15	41	3	-6	53	1	-5	23	1	-3	25
Аббат Фетель	4	-15	37	1	-6	100	3	-5	23	1	-3	27
Сорта зимнего срока созревания												
Левен	4	-15	100	3	-6	71	3	-5	20	1	-3	19
Джанкойская поздняя	5	-15	67	3	-6	68	3	-5	63	3	-3	34
Зимняя млиевская	5	-15	64	3	-6	56	3	-5	48	1	-3	12
Александрин Дульяр	5	-15	72	3	-6	61	1	-5	19	3	-3	13

**фенологические фазы развития цветковой почки груши: 1 - органический и вынужденный покой; 2 - начало вегетации; 3 - набухание цветковой почки; 4 - почка лопнула, видны чашелистики; 5 - появление лепестков.*

В целях более точного анализа степени адаптивности конкретных фаз груши к температурному режиму зимне-весеннего периода изучено развитие мужского археспория в пыльниках их сортов.

3.2 Изучение развития археспориальной ткани цветковых почек сортов груши в связи с их морозостойкостью. Продуктивность сортов плодовых культур зависит от свойств, «возникающих» у них в системе взаимодействия «генотип-среда» (ВГС). При этом возникают новые (эмерджентные свойства), от которых зависит более 80 % формирования продукции (Драгавцева и др., 2002). Следовательно, для повышения урожайности плодовых культур необходимо изучение эффектов возникновения данных свойств при сдвигах ВГС.

Этот процесс требует точного анализа прохождений фаз развития каждого изучаемого сорта в период онтогенеза. В первую очередь, развития археспориальной ткани пыльников в зимне-весенний период.

В настоящем исследовании впервые не для плодовых культур в целом, а для конкретных 12 сортов груши проведено изучение степени развития археспориальной ткани в пыльцевых зернах в зимне-весенний период за 2021-2024 гг. в условиях Краснодарского края в связи с их морозостойкостью (таблица 3).

В результате выявлено, что более быстрым темпом развития археспориальной ткани обладает сорт: Александрин Дульяр. Замедленным – Вильямс, Аббат Фетель, Бере Клержо, Краснодарская летняя и Левен.

Таблица 3 - Развитие археспориальной ткани в пыльцевых зернах сортов груши в весенний период (2021-2024 гг. Краснодар, ОПХ «Центральное»)

период (2021-2024 гг.: Краснодар, СГА «Центральное»)					
№	Сорта	Фазы развития археспория, март			
		01.03.2021	31.03.2022	01.03.2023	01.03.2024
Сорта летнего срока созревания					
1	Вильямс	III археспорий	III археспорий	II археспорий	II археспорий
2	Люберская	МКП*	МКП	III археспорий	II археспорий
3	Кубанская сочная	МКП	Тетрады	II археспорий	II археспорий
4	Краснодраская летняя	МКП	МКП	I-Пархеспорий	II археспорий
Сорта осеннего срока созревания					
5	Киффер	II археспорий	III археспорий	III археспорий	РД
6	Бере Клержо	II археспорий	МКП	II археспорий	I археспорий
7	Дево	III археспорий	МКП	II-III археспорий	II археспорий
8	Аббат Фетель	II археспорий	II-III археспорий	II-III археспорий	II археспорий
Сорта зимнего срока созревания					
9	Левен	МКП	МКП	МКП	МКП
10	Джанкоская поздняя	III археспорий	РД	II-III археспорий	III археспорий
11	Зимняя млиевская	III археспорий	Тетрады	II-III археспорий	I-Пархеспорий
12	Аалександрин Дульяр	Тетрады	МКП	II археспорий	РД

*МКП – материнские клетки пыльцы; РД – редукционное деление

Выделенный сорт Александрин Дульяр с ускоренным прохождением фаз развития цветковых почек обладает повышенной морозостойкостью в фазу редукционного деления. Повышенная морозостойкость остальных сортов связана с удлинением фаз их развития.

3.3 Многовариантность проявления генетического потенциала сортов груши в зимне-весенний период по фазам их развития в меняющихся температурных условиях среды в Краснодарском крае.

Для оценки морозостойкости сортов плодовых культур необходима дифференцированная система их эколого-генетической адаптивности к лимитирующим факторам среды (в данном случае к низким температурам зимне-весеннего периода). В настоящей работе предложен принцип вкладывания метеоданных в рамки периодов онтогенеза различных сортов груши, что позволяет приблизиться к раскрытию механизма ВГС в различных условиях среды. С этой целью в таблице 4 представлены вероятности проявления критических (пороговых) температур для сорта Вильямс в Прикубанской садоводства Краснодарского края за длительный период лет.

Таблица 4 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Вильямс* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Периоды (по десятилетиям)						
Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Годы проявления	Абс. мин.	Годы проявления	Абс. мин.
I	Январь I II III	<-25	1988	-26,5	2006	-27,7
	Февраль I		-	-	-	-
II	Февраль II	<-25	-	-	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
III	Март I II III	<-10	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
IV	Апрель I II	<-8	-	-	-	-
V	Апрель III	<-1,5	1999	-2,8	2020	-2,7
					2009	-1,8
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			4		3	
Вероятность гибели урожая (%)			26.6		13.0	

*Условные обозначения: I – органический покой, II – вынужденный покой, III – набухание цветковых почек, IV – почка лопнула, видны чашелистики, V – начало цветения

В Прикубанской зоне вероятность повреждения цветковых почек сорта летнего срока созревания Вильямс уменьшилась. В Предгорной и Степной – увеличилась. Аналогичные исследования проведены для всех изучаемых сортов.

На основе полученных данных создана сводная таблица вероятностей проявления критических низких температур всех изучаемых сортов груши в двух временных периодах лет, трех зонах садоводства Краснодарского края (таблица 5).

Таблица 5 – Вероятности проявления критических минимумов температур, лимитирующих урожайность сортов груши на территории Краснодарского края за длительный период лет (1985-2024 гг.)

Сорт	Вероятность проявления, %					
	Прикубанская зона		Предгорная зона		Степная зона	
	Метеостанция Краснодар (Круглик)		Метеостанция Горячий Ключ		Метеостанция Тихорецк	
	1985-2000	2001-2024	1985-2000	2001-2024	1985-2000	2001-2024
Летние сорта						
Вильямс	26,6	13,0	6,6	14,3	6,7	27,3
Люберская	20,0	17,4	13,3	17,4	6,7	26,1
К. сочная	25,0	21,7	21,4	21,7	13,3	34,8
К. летняя	20,0	4,5	20,0	30,4	6,7	21,7
Осенние сорта						
Киффер	40,0	13,0	13,3	30,4	20,0	38,1
Аббат Фетель	20,0	21,7	20,0	26,1	13,3	34,8
Бере Клержо	26,7	17,4	20,0	30,4	13,3	39,1
Дево	26,7	21,7	20,0	21,7	20,0	43,5
Зимние сорта						
Левен	20,0	8,7	13,3	17,4	6,7	4,3
Дж. поздняя	26,6	21,7	20,0	17,4	13,3	26,1
З. млиевская	20,0	21,7	26,6	27,3	13,3	26,1
А. Дульяр	26,6	13,6	26,6	26,1	13,3	39,1

*Примечание: жирным начертанием выделен контроль

Из таблицы следует, что для сортов летнего срока созревания условия Прикубанской зоны во втором периоде значительно улучшились. В Предгорной и Степной – ухудшились. Наибольшую устойчивость к неблагоприятным температурным условиям зимне-весеннего периода во II периоде лет показал сорт Краснодарская летняя. Для сорта Киффер условия улучшились в Прикубанской зоне садоводства во II периоде лет. В Предгорной и Степной ухудшились. Для Аббат Фетель ухудшились в Предгорной зоне и Степной (значительно), улучшились в Прикубанской; для Бере Клержо и Дево условия перезимовки ухудшились в Предгорной зоне (незначительно), преимущественно на 50 % и значительно в Степной зоне. Для сортов зимнего срока созревания ситуация выглядит следующим образом: для Левен улучшились условия во втором периоде лет в Прикубанской и Степной зонах садоводства. Для Джанкойской поздней и Александрин Дульяр – в Предгорной зоне. Сорт Зимняя млиевская показал практически идентичную устойчивость в обоих периодах лет в Прикубанской и Предгорной зонах. В Степной и Предгорной вероятность повреждения цветковых почек у него увеличилась.

Доказано, что под воздействием низкотемпературных стрессоров зимне-весеннего периода устойчивость сортов груши меняется во времени и в пространстве, то есть проявляется многовариантность систем их адаптивности на изменение климата (в разрезе фаз развития). Это позволяет сделать выводы о размещении сортов груши с учетом цикличности климата (см. подраздел 3.8) в разных условиях среды.

3.4 Графические модели оценки уязвимости конкретных фаз развития сортов груши в меняющихся условиях Краснодарского края. Установленные изменения ВГС в обоих временных периодах позволили выявить реакцию сортов (в разрезе фаз развития) на условия перезимовки. Показаны графические модели, раскрывающие изменения ВГС в разрезе фаз онтогенеза в меняющихся условиях зимне-весеннего периода (Краснодарский край) на примере сорта Вильямс (рис. 2-4). Аналогичная работа проведена для всех изучаемых сортов.



Рисунок 2 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимне-весеннего периода для груши сорта Вильямс в *Прикубанской* зоне садоводства Краснодарского края



Рисунок 3 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимне-весеннего периода для груши сорта Вильямс в *Предгорной* зоне садоводства Краснодарского края



Рисунок 4 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимне-весеннего периода для груши сорта Вильямс в *Степной* зоне садоводства Краснодарского края

В группе летних сортов Вильямс наиболее уязвим во всех 3-х зонах к низким температурам в фазах органического и вынужденного покоя. Значит, его следует размещать в тех зонах и микрорайонах, где критические минимумы в фазе покоя бывают не чаще, чем в 30 % лет (Драгавцева и др., 2011). Сорта Люберская, Краснодарская летняя и Кубанская сочная более уязвимы в фазы цветения и распускания цветковых почек соответственно. Их следует высаживать на территориях, где повторяемость возвратных заморозков ниже, либо вообще отсутствует. Из группы осенних сортов цветковые почки сорта Киффер чаще всего погибают в фазах органического и вынужденного покоя, а также набухания и цветения. Аббат Фетель неустойчив к низким температурам в фазах органического покоя, распускания цветковых почек и цветения. Бере Клержо и Дево – в фазах органического покоя и распускания. В группе зимних сортов Левен везде показал повышенную устойчивость в фазы органического и вынужденного покоя и в фазе цветения. Для его размещения следует избегать условий с возвратными заморозками ниже $-1,5^{\circ}\text{C}$.

Представленную информацию следует использовать при размещении сортов груши в изучаемых зонах садоводства Краснодарского края, а научный подход использовать при необходимости для других территорий.

3.5 Многовариантность проявления генетического потенциала сортов груши в зимне-весенний период по фазам их развития в меняющихся температурных условиях среды в сложном рельефе Республики Кабардино-Балкария. По своим биологическим особенностям многолетние плодовые культуры более других приспособлены к произрастанию в горных и предгорных условиях. Изучены уровни губительных низких температур зимне-весеннего периода для 3-х сортов груши по фазам развития и вероятность их проявления за длительный период лет в сложном рельефе Кабардино-Балкарии для трех зон садоводства (таблица 6). Для примера показаны результаты по сорту Вильямс в Степной зоне садоводства.

Таблица 6 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Вильямс* в Степной зоне садоводства Кабардино-Балкарии в разных временных периодах (метеостанция Прохладный)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Годы проявления	Абс. мин.	Годы проявления	Абс. мин.
I	Январь I,II, III	<-25	1988	-24,1	-	-
			-	-	2008	-24,5
			-	-	2006	-25,5
II	Февраль I	<-25	-	-	2012	-29,5
	Февраль II	<-25	1991	-26,0	-	-
	Февраль III	<-22	-	-	-	-
III	Март I	<-18	-	-	-	-
	Март II	<-10	1997	-13,5	-	-
	Март III	<-10	-	-	-	-
IV	Апрель I	<-6	-	-	-	-
	Апрель II	<-4	1996	-4,0	-	-
V	Апрель III	<-1,5	-	-	2009	-2,6
					2019	-1,5
Количество лет проявления факт. абс. минимума			4		5	
Вероятность гибели урожая (%)			26,6		20,8	

*Условные обозначения: I – органический покой, II – вынужденный покой, III – набухание цветковых почек, IV – почка лопнула, видны чашелистики, V – начало цветения

Он показал повышенную устойчивость к низким температурам в I периоде лет во всех изучаемых зонах. Во II – гибель его цветковых почек наступала чаще всего в Предгорной и Горно-Степной зонах садоводства.

Сорта Киффер и Левен проявили аналогичную устойчивость к низким температурам. Следовательно, данные сорта целесообразно размещать в Степной зоне садоводства Кабардино-Балкарии, избегая низких температур в фазах набухания цветковых почек, распускания и цветения.

Таблица 7 показывает изменения эффектов ВГС для сортов груши различного срока созревания в условиях Кабардино-Балкарии.

Таблица 7 – Оценка изменения эффектов ВГС для сортов груши различного срока созревания в условиях Кабардино-Балкарии (%).

Сорт, срок созревания	Вероятность проявления, %					
	Степная зона		Предгорная зона		Горно-Степная зона	
	Метеостанция Прохладная		Метеостанция Нальчик		Метеостанция Тырныауз	
	1985-2000	2001-2024	1985-2000	2001-2024	1985-2000	2001-2024
Вильямс (летний)	26,6	20,8	20,0	20,2	66,7	58,3
Киффер (осенний)	20,0	16,7	20,0	25,0	73,3	58,3
Левен (зимний)	20,0	16,7	13,3	17,5	66,7	58,3

Из нее следует, что в Предгорной и Горно-Степной зонах Кабардино-Балкарии во II периоде у изучаемых сортов повысилась вероятность гибели цветковых почек, в Степной, наоборот, понизилась. Это говорит о том, что изменения климата происходят пятнами, вероятно, связанными с высотой над уровнем моря. На более выровненных элементах рельефа произошло потепление климата, на возвышенных – похолодание в зимние месяцы

(январь-февраль). Данный факт следует учитывать при размещении сортов, связанных с их морозостойкостью на юге России с учетом цикличности изменений климата.

3.6 Графические модели оценки уязвимости конкретных фаз развития сортов груши в меняющихся условиях Кабардино-Балкарии. Показаны графические модели наиболее уязвимых периодов наступления критических температурных стрессов зимне-весеннего периода для сорта груши Вильямс в разных зонах садоводства Кабардино-Балкарии (рисунки 5-7).



Рисунок 5 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимне-весеннего периода для груши сорта Вильямс в *Степной* зоне Кабардино-Балкарии



Рисунок 6 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимне-весеннего периода для груши сорта Вильямс в *Предгорной* зоне Кабардино-Балкарии



Рисунок 7 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимне-весеннего периода для груши сорта Вильямс в *Горно-Степной* зоне Кабардино-Балкарии

Установлено, что сорт Вильямс устойчив к низким температурам в фазе вынужденного покоя, набухания и цветения. Сорт Киффер – в фазе набухания и цветения. При сравнении моделей по устойчивости к низким температурам зимне-весеннего периода сорта груши Вильямс, было выявлено, что его степень адаптивности по фазам развития оказалась практически одинаковой в условиях Краснодарского края и Республики Кабардино-Балкария. Степень адаптивности сорта Киффер при перезимовке повысилась в условиях Кабардино-Балкарии. Это также следует учитывать при размещении этих сортов в различных рельефах юга России.

3.7 Изучение эффектов возникновения новых свойств сортов плодовых культур в процессе взаимодействия «генотип-среда». В результате проведенной работы у разных сортов груши обнаружен эффект проявления ВГС в меняющихся температурных условиях среды. С изменением частоты лет при наступлении низкотемпературных стрессов на конкретных территориях происходят изменения системы ВГС, связанные с адаптивностью сортов к низким температурам зимне-весеннего периода. Основанный на этой теории подход, в отличие от традиционного аналитического, показывает, что предметом системного исследования каждого объекта является познание специфических системообразующих связей между элементами системы.

В настоящей работе изучены эффекты взаимодействия эмерджентных (вновь возникающих) свойств во временной динамике продукционного периода при сдвигах ВГС.

Эффект ВГС оценивался по изменению морозостойкости в двух временных периодах (1985-2000 гг.) и (2001-2024 гг.), в трех зонах Краснодарского края у 12 сортов груши различного срока созревания и разной степени адаптивности. Исходили из того, что если в одной зоне возделывания по уровню (рангу) морозостойкости сорта располагаются в определенной последовательности (например, 1-2-3), а в другой зоне аналогично, то можно утверждать, что изменения среды не вызвали изменений в реализации степени устойчивости

к морозу. В случае же если последовательность рангов изменилась, это означает, что проявился эффект ВГС.

Из таблиц 8-10 следует, что с изменением частоты лет и географических точек произошла смена уровня морозостойкости сортов в разных зонах садоводства на территории Краснодарского края.

Таблица 8 – Смена рангов морозостойкости сортов груши летнего срока созревания во времени и пространстве Краснодарского края

Сорт	Краснодар		Горячий Ключ		Тихорецк	
	Первый период лет (1985-2000гг.)					
Вильямс	26,6	3	6,6	1	6,7	2
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	13,0	1	14,3	2	27,3	3
Люберская	Первый период лет (1985-2000гг.)					
	20	3	13,3	2	6,7	1
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	17,4	1	17,4	1	26,1	2
Кубанская сочная	Первый период лет (1985-2000гг.)					
	25	3	21,4	2	13,3	1
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	31,7	2	21,7	1	34,8	3
Краснодарская летняя	Первый период лет (1985-2000гг.)					
	20,0	2	20,0	2	6,7	1
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	4,5	1	30,4	3	21,7	2

Так, сорт Вильямс показал повышение морозостойкости во II периоде лет в Прикубанской и Предгорной зонах садоводства Краснодарского края. В Прикубанской зоне сорт Люберская проявил себя более морозостойким, чем в Степной зоне в I периоде лет. Во II периоде, напротив, его цветковые почки подмерзали чаще (весной). Сорт Кубанская сочная показал повышенную морозостойкость в Степной зоне (I период лет) и Предгорной (II период лет). Сорт Краснодарская летняя обладает хорошим потенциалом для выращивания во всех зонах садоводства Краснодарского края.

Таблица 9 – Смена рангов морозостойкости сортов груши осеннего срока созревания во времени и пространстве Краснодарского края

Сорт	Краснодар		Горячий Ключ		Тихорецк	
	Первый период лет (1985-2000гг.)					
Киффер	40,0	3	13,3	2	20,0	1
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	13,0	1	38,1	2	38,1	2
Аббат Фетель	Первый период лет (1985-2000гг.)					
	30,0	3	20,0	2	13,1	1
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	21,7	1	26,1	2	39,1	3
Бере Клержо	Первый период лет (1985-2000гг.)					
	26,7	3	20,0	2	13,3	1
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	17,4	1	30,4	2	30,1	2
Дево	Первый период лет (1985-2000гг.)					
	26,7	2	20,0	1	20,1	1
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	21,7	1	21,7	1	43,5	2

Из таблицы следует, что, в Прикубанской зоне садоводства сорт Киффер повысил морозостойкость во II периоде, но понизил в Предгорной и Степной зонах. Сорт Аббат Фетель в I периоде лет показал повышенную морозостойкость в Степной зоне. Во II периоде лет он был более морозостоек в Прикубанской зоне. Перспективен для выращивания в Степной и Предгорной зонах. Аналогичная картина сложилась и для сортов Бере Клержо и Дево. Сорт Дево оказался более морозостойким в Прикубанской зоне садоводства во II периоде лет.

Таблица 10 – Смена рангов морозостойкости сортов груши зимнего срока созревания во времени и пространстве Краснодарского края

Сорт	Краснодар		Горячий Ключ		Тихорецк	
	Первый период лет (1985-2000гг.)					
Левен	20,0	3	13,3	2	6,7	1
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	8,7	1	23,8	3	13,6	2
Джанкойская поздняя	Первый период лет (1985-2000гг.)					
	16,6	2	20,0	3	13,3	1
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	21,7	2	17,4	1	26,1	3
Зимняя млиевская	Первый период лет (1985-2000гг.)					
	20,0	2	20,2	2	13,3	1
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	21,7	1	26,1	2	34,8	3
Александрин Дульяр	Первый период лет (1985-2000гг.)					
	26,6	2	26,6	3	13,3	1
	Второй период лет (2001-2024гг.)					
	13,6	1	26,1	2	39,1	3

Для сортов Левен, Зимняя млиевская и Александрин Дульяр во II периоде лет условия перезимовки улучшились в Прикубанской зоне садоводства. Для сорта Джанкойская поздняя – в Предгорной. Сорта Левен и Александрин Дульяр будут перспективны для выращивания в Степной и Предгорной зонах. Сорта Зимняя млиевская и Джанкойская поздняя – во всех трех изучаемых зонах садоводства.

Данная информация использована для изучения реакции сортов груши на температурные условия зимне-весеннего периода, связанные с цикличностью изменения климата.

3.8 Перспектива рационального размещения сортов груши в связи с цикличностью климата. Существующая цикличность климата и прогноз реакции растений на эти процессы – одна из наиболее насущных проблем современной экологии и селекции. Последние научные исследования, проведенные на юге России (Ермоленко и др., 2022; Корсакова, 2019) показали, что последний цикл климатических изменений наступил в 1998 г. (поэтому в настоящей работе рассчитываются два периода 1985-2000 – до изменений климата и 2001-2024 – в его процессе).

Учитывая, что рациональное размещение культур и сортов должно упреждать цикличность климата в настоящей работе сделано предположение по размещению сортов груши на период 2032-2035 гг. (таблица 11).

Таблица 11 - Предполагаемая перспектива размещения изучаемых сортов груши по зонам садоводства Краснодарского края в связи с ожидаемым изменением климата в 2030-2035 гг.

Сорт	Зона выращивания
<i>Летние сорта</i>	
Вильямс	Предгорная, Степная
Люберская	Предгорная, Степная
Кубанская сочная	Прикубанская, Степная
Краснодарская летняя	Прикубанская, Предгорная, Степная
<i>Осенние сорта</i>	
Киффер	Степная, Предгорная
Аббат Фетель	Степная, Предгорная
Бере Клержо	Степная, Предгорная
Дево	Прикубанская, Предгорная, Степная
<i>Зимние сорта</i>	
Левен	Прикубанская, Степная
Джакойская поздняя	Прикубанская, Предгорная, Степная
Зимняя млиевская	Прикубанская, Степная
Александрин Дульяр	Прикубанская, Предгорная

Данное направление работ требует дополнительных исследований и будет продолжено в дальнейшем.

3.9 Разработка алгоритма эколого-генетической инвентаризации сортов груши по степени их адаптивности к условиям выращивания. Результатом работы стал способ управления урожайностью сортов груши на основе изучения их адаптивности к температурам зимне-весеннего периода для рационального размещения по зонам садоводства юга России. Его сущностью является экологический анализ характеристики сорта с поиском устойчивых (или слабых) адаптивных генетико-физиологических систем на разных фазах онтогенеза и характеристики температурных условий, которые будут необходимы для получения регулярных устойчивых урожаев сортов.

Разработан алгоритм эколого-генетической инвентаризации сортов плодовых культур (на примере груши) по степени их адаптивности к условиям выращивания в зимне-весенний период. Он включает:

- выбор сортов с позиции степени их устойчивости к низким температурам зимне-весеннего периода.
- выявление критических минимальных температур (пороговых), вызывающих гибель цветковых почек по каждой фазе онтогенеза.
- вероятностный расчет наступления критических минимальных температур, губительных для урожая конкретных сортов в разных зонах садоводства.
- установление изменения времени наступления температурных стресс-факторов зимне-весеннего периода в наиболее уязвимые фазы развития анализируемых сортов
- выявление разбалансировки фаз развития, наиболее уязвимых для стресс-факторов при изменении климата
- проведение генетико-физиологической инвентаризации сортов плодовых культур с позиции их адаптивности к различным температурным условиям выращивания.

3.9 Цифровой пространственный анализ пригодности территорий Краснодарского края и Кабардино-Балкарии для рационального размещения сортов груши с учетом цикличности климата. Существующая система землепользования не всегда считается с проявлением температурных стрессоров на территории выращивания для получения заданных урожаев. Их проявление на разных этапах развития сортов многолетних культур (в данном случае сортов груши) во времени и пространстве может полностью снять

их урожаи или значительно их понизить, что, в свою очередь, негативно повлияет на рентабельность производства.

Для их рационального размещения с помощью цифровых технологий созданы экологические карты (на примере сортов Вильямс, Киффер и Левен) по их устойчивости к температурным условиям зимне-весеннего периода в различных зонах Краснодарского края (рисунки 8-10 (а,б)) и республики Кабардино-Балкария (рисунки 11,12 (а-г)). Проведенный цифровой анализ включает в себя программы статистической обработки данных, позволяющих осуществить построение ГИС-программ, корреляционный метод, вариационно-ковариационные зависимости и другие. Представленные цифровые когнитивные модели позволяют подбирать условия среды для сортов груши. Следует отметить, что впервые на примере сорта Вильямс цифровые карты рационального его размещения выполнены в разрезе фаз развития. По другим сортам – без их учета. Работа носит поисковый характер.

Из них следует, что количество территорий, пригодных на 100 % по температурным показателям и обеспечивающих регулярное получение хозяйственно значимых урожаев для выращивания сорта Вильямс увеличилось во II периоде лет (зеленый цвет) на 30-35 %. Территории, пригодные в фазу набухания сдвинулись в западном направлении края. Для фазы распускание и цветение количество территорий уменьшилось. Но увеличилась ограниченная пригодность территории края для всех фаз развития цветковых почек сорта в юго-западном и западном направлении. Для сорта Киффер увеличилось во II периоде лет в Краснодарском крае примерно 25-30 %. Для сорта Левен – уменьшились на 10-15 %, так как условия во втором периоде лет для него в Предгорной зоне ухудшились (стали чаще и сильнее проявляться низкие температуры в зимне-весенний период).

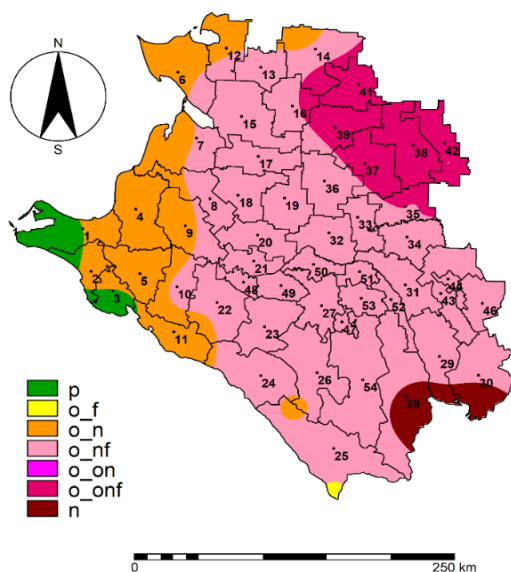


Рисунок 8а - Карта пригодности территорий Краснодарского края для груши сорта Вильямс 1986-2000 гг.

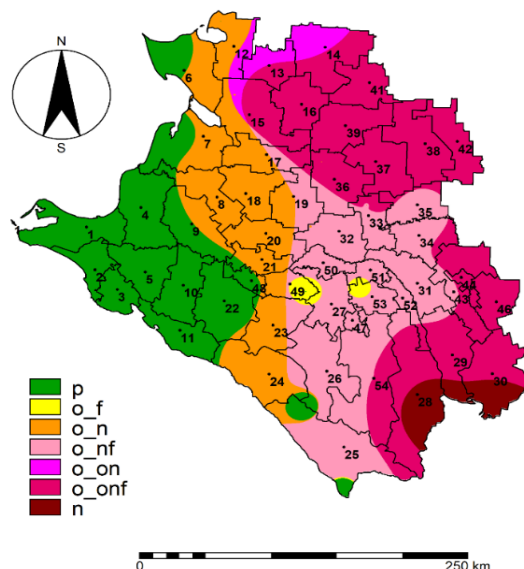


Рисунок 8б - Карта пригодности территорий Краснодарского края для груши сорта Вильямс 2001-2024 гг.

Условные обозначения:

р – пригодно без ограничений; п– непригодно; о_ф– ограниченно пригодно в фазу цветения; о_п– ограниченно пригодно в фазу набухания; о_нф– ограниченно пригодно в фазы распускания и цветения; о_он– ограниченно пригодно в фазы органического и вынужденного покоя; о_онф– ограниченно пригодно в фазы органического покоя, набухания и цветения

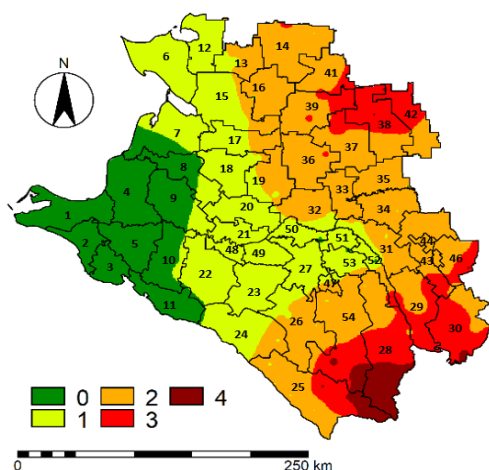


Рисунок 9а - Карта пригодности территорий Краснодарского края для группы сорта **Киффер** 1986-2000 гг.

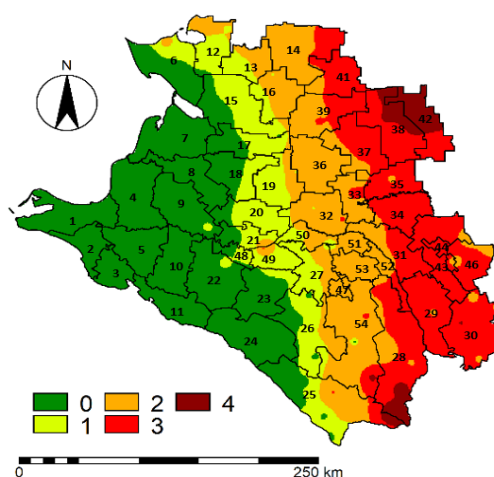


Рисунок 9б - Карта пригодности территорий Краснодарского края для группы сорта **Киффер** 2001-2024 гг.

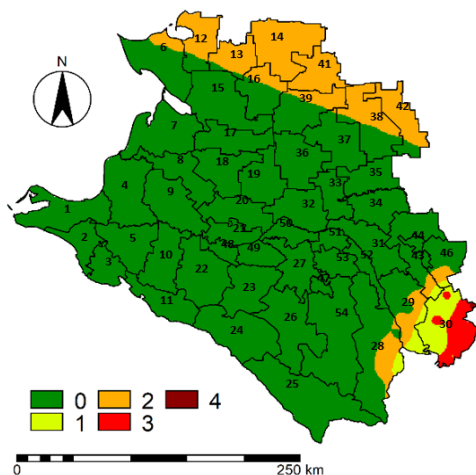


Рисунок 10а - Карта пригодности территорий Краснодарского края для группы сорта **Левен** 1986-2000 гг.

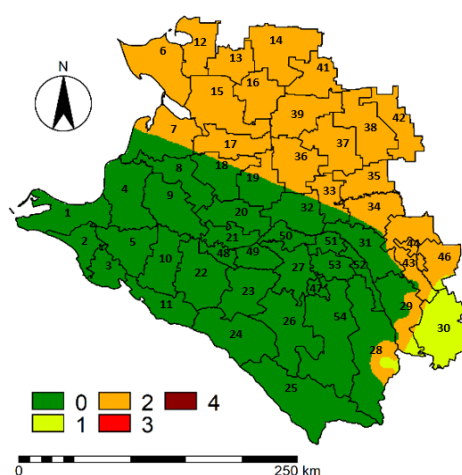


Рисунок 10б - Карта пригодности территорий Краснодарского края для группы сорта **Левен** 2001-2024 гг.

Условные обозначения: 0 – пригодно на 100%; 1 – пригодно на 75%; 2 – пригодно на 50%; 3 – пригодно на 25%; 4 – непригодно

В связи со сложностью рельефа Кабардино-Балкарии, где изменение температуры связано с высотой над уровнем моря, созданы экологические карты рационального размещения сортов группы по более коротким периодам лет (10 лет).

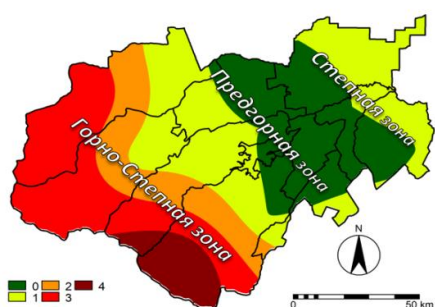


Рисунок 11а - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Киффер**, 1985-1995 гг.

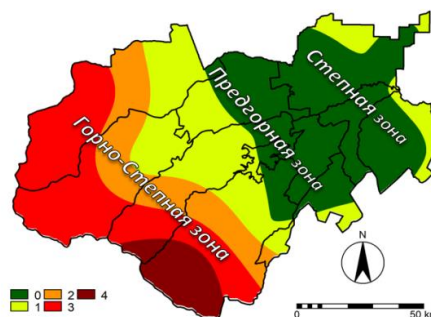


Рисунок 11б - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Киффер**, 1995-2005 гг.

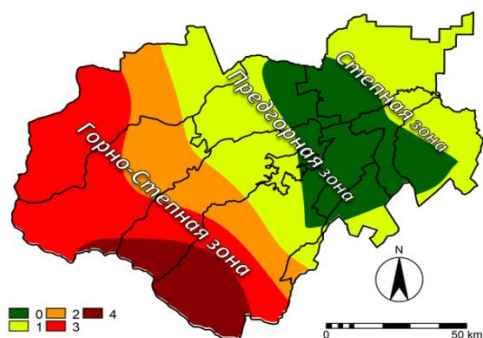


Рисунок 11в - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Киффер** 2005-2015 гг.

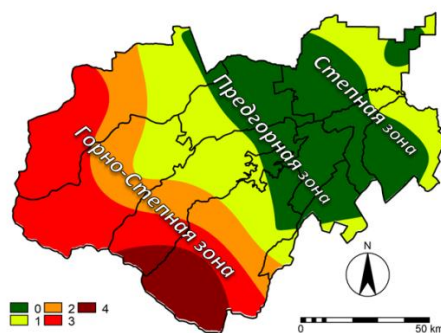


Рисунок 11г - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Киффер**, 2015-2022 гг.

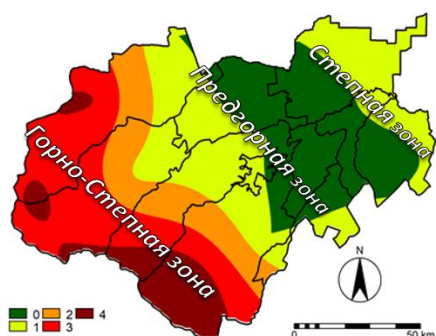


Рисунок 12а - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Левен**, 1985-1995 гг.

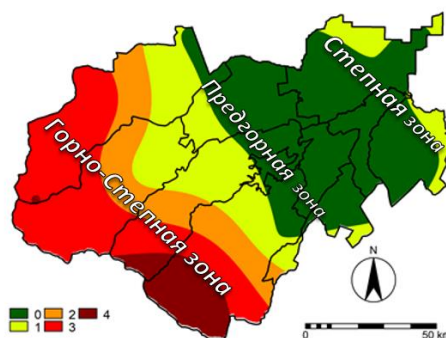


Рисунок 12б - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Левен**, 1995-2005 гг.

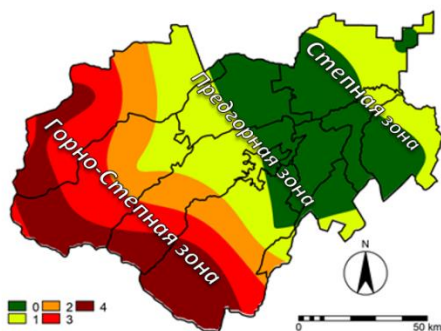


Рисунок 12в - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Левен**, 2005-2015 гг.

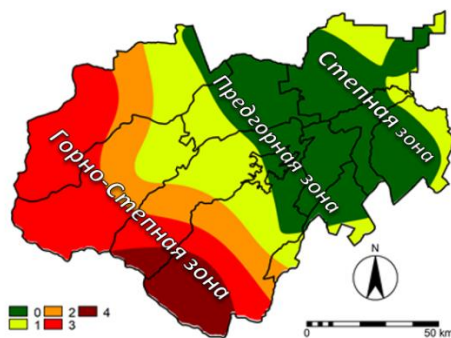


Рисунок 12г - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Левен**, 2015-2024 гг.

Из них видно, что для сорта Киффер в условиях Кабардино-Балкарии территории с полной пригодностью для его выращивания пригодны без ограничений территории Предгорной зоны садоводства. Не пригодна – Горно-степная зона. Аналогичная картина наблюдалась у сорта Левен, однако часть территорий Степной зоны также пригодна для его выращивания.

3.8 Оценка экономической эффективности производства сортов груши. Экономическая эффективность производства получаемой продукции в значительной степени обуславливается внедрением в практику научно обоснованной системы мероприятий, включающей с одной стороны подбор высокопродуктивных и качественных сортов, с другой –

эффективных способов их размещения и выращивания. Для снижения себестоимости производства плодов груши необходимо повышать урожайность ее насаждений и уменьшать затраты на единицу продукции. Этого можно достичь за счет «подгонки» сортов под условия выращивания и, наоборот, поиска зон и микрзон территорий, соответствующих требованиям сортов по конкретным фазам развития.

При оптимизации размещения сортов уровень реализации хозяйственной продукции увеличивается до 60% (Драгавцева и др., 2023). Для примера приведена таблица экономической эффективности сортов летнего срока созревания (таблица 12). Повышение урожайности с гектара за счет оптимального размещения сортов груши летнего срока созревания увеличивает выручку от реализации на от 115 тысяч рублей до 1845 тысяч рублей, прибыль – от 375,5 до 808,4 тыс. руб.

Таблица 12 – Экономическая эффективность производства груши (сорта летнего срока созревания) при правильном размещении насаждений

Показатель	Вильямс		Люберская		Кубанская сочная		Краснодарская летняя	
	Контроль	Расчетный	Контроль	Расчетный	Контроль	Расчетный	Контроль	Расчетный
Урожайность, т/га	12,6	18,3	17,9	26,9	18,3	28,4	16,2	25,9
Отклонение от контроля:								
абсолютное, т/га	х	5,7	х	9,0	х	10,1	х	9,7
относительное, %	х	45,0	х	50,0	х	55,0	х	60,0
Затраты на производство, тыс. руб./га	735,6	883,0	873,4	1106,1	883,8	1145,5	829,2	1081,9
Выручка от реализации, тыс. руб./га	867,9	1258,5	1233,0	1849,5	1260,6	1953,9	1115,9	1785,5
Прибыль от реализации, тыс. руб./га	132,3	375,5	359,6	743,4	376,8	808,4	286,7	703,6
Отклонение от контроля:								
абсолютное, тыс. руб./га	х	243,2	х	383,8	х	431,6	х	416,8
относительное, %	х	183,7	х	106,7	х	114,6	х	145,4
Рентабельность продукции, %	18,0	42,5	41,2	67,2	42,6	70,6	34,6	65,0
Отклонение от контроля:								
абсолютное, п.п.	х	24,5	х	26,0	х	27,9	х	30,5

Например, максимальная рентабельность производства сорта Кубанская сочная составит 70,6 %. При увеличении урожайности с гектара сортов осеннего срока созревания от 20,9 до 32,3 т/га выручка возрастает на 1393,1-2152,7 тыс. рублей. Прибыль – на 369,0-832,0 тыс. руб./га. Рентабельность продукции составит от 36,0 до 63,0 %. Увеличение урожайности сортов зимнего срока созревания в разрезе от 10,9 до 30,2 т/га повысит выручку от реализации на 972,9-2711,7 тысяч рублей с гектара, прибыль – на 1324,4 тыс. руб./га. Так, например, максимальная рентабельность продукции сорта Левен составит 95,5 %.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Изучены закономерности взаимодействия сортов груши с температурными условиями зимне-весеннего периода в различных географических точках Краснодарского края и Кабардино-Балкарии в разрезе фаз онтогенеза.

2. Доказана многовариантность проявления генетического потенциала сортов груши в зимне-весенний период по фазам их развития в меняющихся температурных условиях среды юга России.

3. Выявлено наличие резервов повышения уровня адаптивности сортов груши к низким температурам зимне-весеннего периода.

4. Дана оценка степени адаптивности фаз онтогенеза зимне-весеннего развития на основе теории эколого-генетической инвентаризации количественных признаков растений в условиях флуктуации климата.

5. Предложено использовать степень пластичности фаз онтогенеза для корректировки зонирования в целях обеспечения устойчивости протекания продукционного процесса.

6. Разработан алгоритм качественно нового управления адаптивностью сортов плодовых культур (на примере груши) в меняющихся погодных условиях.

7. Предложены рекомендации размещения сортов груши на территории Краснодарского края и Кабардино-Балкарии с помощью цифровых технологий.

8. Оценка экономической эффективности показала, что повышение урожайности с гектара за счет оптимального размещения сортов груши летнего срока созревания увеличивает выручку от реализации на от 115 тысяч рублей до 1845 тысяч рублей, прибыль – от 375,5 до 808,4 тыс. руб. Так, например, максимальная рентабельность производства сорта Кубанская сочная составит 70,6 %.

При увеличении урожайности с гектара сортов осеннего срока созревания от 20,9 до 32,3 т/га выручка возрастает на 1393,1-2152,7 тыс. рублей. Прибыль – на 369,0-832,0 тыс. руб./га. Рентабельность продукции составит от 36,0 до 63,0 %.

Увеличение урожайности сортов зимнего срока созревания в разрезе от 10,9 до 30,2 т/га повысит выручку от реализации на 972,9-2711,7 тысяч рублей с гектара, прибыль – на 1324,4 тыс. руб./га. Так, например, максимальная рентабельность продукции сорта Левен составит 95,5 %.

Дальнейшее развитие данной работы состоит в создании постоянно функционирующей службы экологического мониторинга с корректировкой во времени и пространстве рационального размещения не только плодовых, но и, в частности, их сортов.

РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ

Природный потенциал сортов груши будет максимально реализован на следующих территориях Краснодарского края:

1. Для сортов летнего срока созревания, таких как Вильямс и Люберская перспективны Предгорная и Степная зоны садоводства. Для сорта Кубанская сочная – Прикубанская и Степная. Для Краснодарской летней – все изучаемые зоны садоводства.

2. Осенние сорта целесообразно размещать следующим образом: Киффер, Аббат Фетель и Бере Клержо – в Степной и Предгорной зонах. Дево подходит для всех изучаемых зон садоводства.

3. Для сортов зимнего срока созревания Левен и Зимняя млиевская перспективны зоны Прикубанская и Степная. Проявлению генетического потенциала сорта Александрин Дульяр соответствуют Прикубанская и Предгорная зоны. Сорт Джанкойская поздняя пригоден для выращивания во всех зонах Краснодарского края.

Рекомендации могут быть использованы садоводческими хозяйствами всех форм собственности.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Список работ, опубликованных в научных журналах, рекомендованных ВАК при Минобрнауки России

1. Драгавцева И.А., Новый подход к стабилизации продукционного процесса сортов плодовых культур в условиях флуктуации климата / И.А. Драгавцева, А.П. Кузнецова, **А.В. Клюкина** // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 2020. – № 135. – С. 111-118.

2. Драгавцева И.А. Управление продуктивностью сортов плодовых культур на основе закономерностей проявления генотипа в фенотипе в меняющихся условиях среды с использованием

цифрового пространственного анализа / И.А. Драгавцева, И.Ю. Савин, Н.В. Можар, **А.В. Клюкина**, Е.Ю. Прудникова // Бюллетень Никитского ботанического сада. – 2022. – №143. – С. 96-106.

3. Драгавцева И.А. Новые подходы к управлению продукционным процессом сортов абрикоса в условиях сложного рельефа Кабардино-Балкарии / И.А. Драгавцева, З.П. Ахматова, И.Ю. Савин, **А.В. Клюкина**, Н.Г. Загиров // Бюллетень Никитского Ботанического сада. – 2023. – №148. – С. 22-30.

4. **Клюкина А.В.**, Научные подходы к изучению адаптационного потенциала плодовых культур в сложном рельефе Северного Кавказа (на примере груши в Кабардино-Балкарии) / А.В. Клюкина, И.А. Драгавцева, А.В. Сатибалов, З.П. Ахматова // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2023. – № 82 (4). – С. 69-83.

5. Драгавцева И.А. Новые подходы к селекции плодовых культур на основе изучения степени их адаптивности к стрессовым факторам среды / И.А. Драгавцева, В.А. Драгавцев, **А.В. Клюкина**, З.П. Ахматова // Бюллетень Никитского Ботанического сада. – 2023. – №153. – С. 29-36.

6. **Клюкина А.В.** Изучение потребности сортов плодовых культур в температурном режиме прохождения фаз их развития (на примере сортов груши) / А.В. Клюкина, И.А. Драгавцева, Р.А. Оплачко // Плодоводство и виноградарство Юга России. – 2024. – № 89(5). – С. 49-58.

7. Драгавцева И.А. К созданию инновационной технологии оптимизации размещения сортов плодовых культур на основе анализа их адаптивности к воздействию температурных стрессов / И.А. Драгавцева, Савин И.Ю., **А.В. Клюкина**, З.П. Ахматова, В.В. Николенко // Российская сельскохозяйственная наука. – 2025. – №3. – С. 3-8.

Свидетельство о регистрации базы данных:

Клюкина, А.В. База фенологических данных сортов груши, характеризующих устойчивость к температурным условиям зимне-весеннего периода в разных зонах садоводства Краснодарского края / А.В. Клюкина, Н.В. Можар // Свидетельство о регистрации базы данных RU 2024621900, 02.05.2024 г. Заявка № 2024621274 от 05.04.2024 г.

Публикации в других изданиях:

8. Savin I. About possibilities of apple trees flowering date detection based on MODIS data / I. Savin, **A. Klyukina**, I. Dragavtseva // В сборнике: 20th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2020. – Sofia, 2020. – С. 157-164.

9. Драгавцева И.А. Геоинформационное моделирование с использованием спутниковых данных для эффективного использования почв под плодовые насаждения / И.А. Драгавцева, Н.Н. Сергеева, **А.В. Клюкина**, И.Ю. Савин // В сборнике: Применение средств дистанционного зондирования Земли в сельском хозяйстве. Материалы III Всероссийской научной конференции с международным участием. – 2021. – С. 208-212.

10. Можар, Н.В. Влияние температурных изменений весеннего периода на продуктивность сортов груши в условиях Краснодарского края / Н.В. Можар, **А.В. Клюкина** // Научные труды Северо-Кавказского федерального научного центра садоводства, виноградарства, виноделия. – 2023. – Т. 36. – С. 100-104.

11. Драгавцева, И.А. Изучение многовариантности и реализации адаптивности сортов плодовых культур (на примере груши) в разрезе фаз развития при флуктуации климата / И.А. Драгавцева, И.Ю. Савин, **А.В. Клюкина**, В.В. Николенко // Известия сельскохозяйственной науки Тавриды. – 2024. – Т.40. – №203. С. 52-63.

Монографии и учебные пособия:

1. Драгавцев, В.А. К созданию инновационных высоких технологий конструирования сортов плодовых культур с максимальными урожаями и их оптимального размещения на фонах разных динамик лимитирующих факторов внешней среды / В.А. Драгавцев, И.А. Драгавцева, И.Ю. Савин, И.Л. Ефимова, **А.В. Клюкина** [и др.]. - Краснодар: Просвещение-Юг, 2022. – 95 с.

2. Драгавцева, И.А. Новые методы радикального повышения урожаев сортов плодовых культур на основе теории эколого-генетической организации количественных признаков в условиях флуктуации климата / И.А. Драгавцева, В.А. Драгавцев, И.Ю. Савин, А.П. Кузнецова, **А.В. Клюкина** [и др.] – Краснодар: Просвещение-Юг, 2023. – 55 с.

Клюкина Анна Васильевна

**СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТЬЮ СОРТОВ ГРУШИ НА
ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ИХ АДАПТИВНОСТИ К ЛИМИТАМ СРЕДЫ И
ОПТИМИЗАЦИИ РАЗМЕЩЕНИЯ В АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ
УСЛОВИЯХ КРАСНОДАРСКОГО КРАЯ И КАБАРДИНО-БАЛКАРИИ**

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук