

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства,
виноградарства, виноделия»

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

Диссертация на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
д-р с.-х наук, профессор
Драгавцева Ирина Александровна

Краснодар – 2025

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.....	12
1.1 Разработка системы анализа, прогноза и управления продуктивностью сортов плодовых культур (на примере груши) на основе изучения их адаптивности к температурным условиям зимне-весеннего периода.....	12
1.2 Требования культуры груши к условиям выращивания.....	15
1.3 Изучение степени адаптивности плодовых культур к условиям среды выращивания.....	19
1.3.1 Экологический оптимум роста плодовых растений.....	19
1.3.2 Определение уровней стресс-факторов, отрицательно влияющих на продуктивность культур и их формализация в количественных показателях.....	23
1.3.3 История моделирования системы взаимодействия «генотип- среда».....	25
1.4 Применение цифровых технологий в сельском хозяйстве для рационального размещения плодовых культур.....	26
1.4.1 Оценка рельефа Краснодарского края и Республики Кабардино- Балкария с помощью ГИС-технологий.....	28
2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	30
2.1 Условия проведения исследований.....	30
2.2 Объекты проведения исследований.....	31
2.3 Методики проведения исследований.....	34
3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.....	36
3.1 Анализ погодных условий в период проведения исследований.....	36

3.2 Изучение закономерностей взаимодействия сортов груши с температурными условиями зимне-весеннего периода.....	38
3.2.1 Изучение морозостойкости сортов груши в разрезе фаз их развития.....	38
3.2.2 Изучение развития археспориальной ткани цветковых почек сортов груши в связи с их морозостойкостью.....	41
3.3 Многовариантность проявления генетического потенциала сортов груши в зимне-весенний период по фазам их развития в меняющихся температурных условиях среды в Краснодарском крае.....	44
3.4 Графические модели оценки уязвимости конкретных фаз развития сортов груши в меняющихся условиях Краснодарского края.....	52
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.....	55
3.6 Графические модели оценки уязвимости конкретных фаз развития сортов груши в меняющихся условиях Кабардино-Балкарии.....	59
3.7 Изучение эффектов возникновения новых свойств сортов плодовых культур в процессе взаимодействия «генотип-среда».....	60
3.8 Перспектива рационального размещения сортов груши в связи с цикличностью климата.....	64
3.9 Разработка алгоритма эколого-генетической инвентаризации сортов груши по степени их адаптивности к условиям выращивания.....	66
3.10 Цифровой пространственный анализ пригодности территорий Краснодарского края и Кабардино-Балкарии для рационального размещения сортов груши с учетом цикличности климата.....	67
3.11 Оценка экономической эффективности производства сортов груши.....	73
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	78
РЕКОМЕНДАЦИИ ПРОИЗВОДСТВУ.....	80

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	81
ПРИЛОЖЕНИЕ А Определительная таблица ограниченной садопригодности почв по различным показателям для культуры груши.....	95
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Сравнительный анализ фаз цветения сортов груши в 2021-2024 гг.....	96
ПРИЛОЖЕНИЕ В Критические минимальные температуры для сортов груши в разрезе фенологических фаз развития в зимне-весенний период.....	97
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Вероятности проявления критических минимальных температур зимне-весеннего периода в Прикубанской зоне садоводства для сортов груши различного срока созревания.....	98
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Вероятности проявления критических минимальных температур зимне-весеннего периода в Предгорной зоне садоводства для сортов груши различного срока созревания.....	103
ПРИЛОЖЕНИЕ Е Вероятности проявления критических минимальных температур зимне-весеннего периода в Степной зоне садоводства для сортов груши различного срока созревания.....	108
ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Графические модели наиболее уязвимых периодов наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сортов различного срока созревания в Прикубанской зоне садоводства.....	114
ПРИЛОЖЕНИЕ З Графические модели наиболее уязвимых периодов наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сортов различного срока созревания в Предгорной зоне садоводства.....	117
ПРИЛОЖЕНИЕ И Графические модели наиболее уязвимых периодов наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сортов различного срока созревания в Степной зоне садоводства.....	120
ПРИЛОЖЕНИЕ К Вероятности проявления критических минимальных температур зимне-весеннего периода в Степной и Предгорной зонах	

садоводства Кабардино-Балкарии для сортов груши различного срока созревания.....	123
ПРИЛОЖЕНИЕ Л Графические модели наиболее уязвимых периодов наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сортов различного срока созревания в Кабардино-Балкарии.....	126
ПРИЛОЖЕНИЕ М Названия районов краев, областей и республик, отмеченных цифрами на картах.....	128
ПРИЛОЖЕНИЕ Н Свидетельство регистрации базы данных.....	129
ПРИЛОЖЕНИЕ О Акт внедрения.....	130

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 и 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 построены 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).

Различают три вида эпигенетики:

- эпигенетика развития в оптимальной комфортной среде. Изучает динамику онтогенезов вне влияния лимитов среды.
- эпигенетика развития на фоне смены лимитирующих факторов среды. Изучает их отклик на лимиты среды.
- эпигенетика наследования изучает все феномены возникновения и передачи по наследству физиологических и биохимических свойств растительного организма при полной и неизменности структуры ДНК.

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 ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный центр садоводства, виноградарства и виноделия» 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. et 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), Bandyopadhyay S. (2009), El-Kawy O.R.A. (2010), Chelaru D.A. et 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 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 фоне 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 плодородства 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 131 странице, содержит 27 таблиц, 21 рисунок, состоит из введения, 3 глав и заключения. Список литературы включает 134 наименования, в том числе 31 на иностранном языке.

1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

1.1 Разработка системы анализа, прогноза и управления продуктивностью сортов плодовых культур (на примере груши) на основе изучения их адаптивности к температурным условиям зимне-весеннего периода

В основе управления продуктивностью сельскохозяйственных культур лежит оценка соответствия ресурсного потенциала среды выращивания (климат, почва, рельеф) с требованиями культур, сортов. То есть для развития плодового хозяйства необходим учет и прогноз «взаимодействия генотип-среда» (понятие единства организма и среды). Данное направление имеет свою эволюцию.

Впервые философское понятие «единство организма и среды» возникло в 1763 г., когда Й.Г. Кельрейтер (1938) высказал мнение о том, что любой организм что-то берет из окружающей среды и что-то в нее выделяет.

Ч. Дарвин в своем монументальном труде «О происхождении видов путем естественного отбора» (1879) установил, что процесс эволюционного развития растений заключается в их взаимосвязи со средой.

В 1909 г. впервые В.Л. Йогансен вводит понятия «генотип» и «фенотип». Тогда же возникает новый термин «взаимодействие генотип-среда» (ВГС).

К.А. Тимирязев (1949) писал: «Пища служит источником силы в нашем организме только потому, что она – не что иное, как консерв солнечных лучей».

В 1928 г. под руководством В.В. Пашкевича проведено сортовое районирование видов и сортов плодовых культур с учетом условий среды.

В 1936 г. П.Г. Шитт впервые излагает теоретические основы размещения плодовых культур, и предлагает при этом учитывать в первую очередь морозостойкость, имеющую решающее значение при их размещении. То есть

температурный режим зимне-весеннего периода был отнесен им к основным, значимым для плодоношения, факторам среды выращивания. В книге «Плодоводство» (1940) он писал: «Каждый растительный организм складывается в борьбе за существование с комплексом внешней среды. Чем хуже внешние условия для развития той или иной формы в процессе эволюции, тем лучше выражение приспособленности этой формы как в построении органов, так и в характере развития».

В 1940 г. Н.И. Вавилов предложил «подходить к организму с учетом всей сложности комплекса признаков органов и функций их взаимоотношения со средой развития». С этой целью под его руководством в 1920-х годах организуются в СССР опытно-селекционные станции Всесоюзного института растениеводства (ОСС ВИРа). В Советском Союзе их было более двадцати. На Северном Кавказе – четыре. В Краснодарском крае – Крымская и Майкопская ОСС ВИРа, которые существуют до сих пор.

В 1952 г. И.М. Сеченов, И.П. Павлов и Н.Е. Введенский пишут: «Организм без среды, поддерживающей его существование, невозможен, поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него».

С появлением во второй половине XIX в. теории систем (Shannon, 1948; Ashby, 1959; Casper, 1960; Bertalanffy, 1962; Виннер, 1964) понятие ВГС уже рассматривается как система с существенными переменными, присущими как объектам живой природы, так и среде.

Таким образом установлено, что большинство систем в биологии являются целостными, внутренне связанными и при взаимодействии со средой необходимо учитывать вновь возникающие (эмерджентные) свойства. То есть постепенно понятие ВГС наполняется более глубоким смыслом.

Сорт в сельском хозяйстве (и в плодоводстве) становится основным биологическим инструментом производства продукции, и ключевую роль при повышении урожайности плодовых имеет степень его адаптивности к различным природным и климатическим условиям.

С целью раскрытия степени адаптивности новых сортов (на фоне районированных) в СССР организуется (1921-1924 гг.) система Государственного сортоиспытания. Появляются государственные сортоучастки (ГСУ) в различных природно-климатических зонах страны. По испытанию плодовых культур на Северном Кавказе было создано девятнадцать ГСУ, в том числе в Краснодарском крае – четыре (Белоглинский, Усть-Лабинский, Челбасский и Крымский). В Кабардино-Балкарии два (Прималкинский и Урванский).

К настоящему времени в Краснодарском крае остался только один госсортоучасток по испытанию плодовых культур на Крымской опытной станции ВИРа. Основная причина – степень адаптивности сортов испытывалась в конкретной точке с конкретными показателями температурного режима без интерполяции их на соседние территории. То есть не существовало раскрытия сложных систем приспособления сортов плодовых культур к меняющимся условиям среды выращивания в пространстве, для чего нужны были методы максимизации выхода конечного прогноза сложной системы ВГС.

Перечисленные подходы также не удовлетворяют прогноза продуктивности и связанного с ним районирования плодовых культур в сложных рельефах юга России.

Следовательно, для управления продуктивностью плодовых культур стали необходимы современные знания о взаимодействии между генетическими системами растений и конкретными компонентами среды (в количественных показателях). Только при их наличии возможна оценка многовариантности проявления ВГС и разработка методического подхода для поиска существенных переменных в биосистемах культур и сортов при их рациональном размещении.

1.2 Требования культуры груши к условиям выращивания

Многолетний опыт показал, что ошибки, допущенные при размещении садов, в дальнейшем, как правило, нельзя исправить никакими агротехническими методами.

Их закладка в оптимальных климатических и почвенных условиях гарантирует (при должном агротехническом уходе) высокую урожайность. Идеальными для садоводства являются территории, экологические условия которых (в первую очередь климат и почвы) обеспечивают требования плодовых культур и сортов (Трунов и др., 2023а; 2023б). Но на практике такое соответствие встречается редко. Рентабельными становятся насаждения, если соответствие требованиям культуры, сорта и почвенно-климатическим условиям составляет 70%.

В России и других странах СНГ культура груши не получила должного развития по нескольким причинам (Седов, Долматов, 1997):

- пониженная морозостойкость ее сортов;
- повышенные требования к условиям выращивания, в первую очередь к температурному режиму зимне-весеннего периода.

Требования к температурным условиям зимне-весеннего периода.
Устойчивость груши к низким температурам - один из основных факторов, от которых зависит ее плодоношение. Наибольшую опасность представляют низкие (критические) температуры зимне-весеннего периода, повреждающие в первую очередь ее цветковые почки, реже – плодовую древесину.

Характер повреждений зависит от возраста дерева, его состояния, урожайности предыдущего года, агротехники и совместимости подвоя с привоем. Важным отличием груши от яблони является механизм восстановления: если яблоня регенерирует за счет камбия и других тканей, то груша – исключительно за счет камбиальной активности. Сильное повреждение камбия делает заживление невозможным и ведет к отмиранию.

Молодые деревья (первые 2-3 года) особенно уязвимы из-за травмирования корневой системы при пересадке. Их зимостойкость возрастает с началом полного плодоношения, но снова снижается в стареющих посадках.

В рамках данного исследования впервые проведен комплексный анализ требований сортов груши к условиям перезимовки в контексте различных фаз их онтогенетического развития.

Световой режим. Груша – светлюбивая культура. Недостаточная освещенность негативно сказывается на ее развитии. Дефицит света приводит к ослаблению деревьев, снижению урожайности и формированию разреженной кроны с ярко выраженной ярусностью.

При загущенной посадке крона становится более высокой и узкой, а основания скелетных ветвей оголяются; плодовые образования (кольчатки) отмирают. Листья (хотя и достигают крупных размеров), имеют тонкую структуру и интенсивно-зеленую окраску, что свидетельствует о напряженной работе фотосинтеза в неблагоприятных условиях. Побег истончаются, а плоды мельчают и хуже окрашиваются.

В разреженных посадках деревья того же сорта оказываются ниже ростом, но с более широкой кроной и меньшим оголением ветвей. Листовые пластинки тоньше, а их окраска – более насыщенная.

Пик потребности в освещении у груши наблюдается во время цветения и закладки плодов, тогда как в период покоя он минимален. Недостаток света в критический период влияет на развитие цветковых почек – в соцветии формируется меньше цветков, а также встречаются аномалии в их строении (Рубцов, 1937; Седов, 2003).

Влажностный режим является критически важным для успешного выращивания груши. Она предъявляет повышенные требования как к влажности воздуха, так и к количеству осадков.

Согласно исследованиям (Ахматов, 1976; Загиров и др., 2022), оптимальные условия складываются в регионах, где летом относительная влажность воздуха составляет 65-70%, а за вегетационный период выпадает не менее 350-400 мм

осадков при годовой норме 700-900 мм. Однако, ключевое значение имеет не только их годовое количество, но и распределение по фазам развития растения. Наиболее критичны осадки не менее 200 мм в период цветения, роста завязей и закладки цветковых почек, а также 100-120 мм во время роста и созревания плодов.

Вместе с тем, груша чувствительна к переувлажнению. Повышение влажности воздуха свыше 80% создает идеальные условия для развития мучнистой росы и других грибковых заболеваний. Несмотря на перечисленные ограничения к влажностному режиму, груша демонстрирует высокую адаптивность. По некоторым данным, допустимый интервал годовых осадков для нее очень широк – от 300 до 2100 мм (Иванов, 1998).

Продуктивность культуры часто определяется не одним фактором, а их комбинацией. Например, сочетание высокой влажности воздуха (>80%) с высокими температурами (>18°C) многократно увеличивает риск эпидемий грибных болезней (Драгавцев и др., 2003).

Водный режим. Культура груши обладает сравнительно высокой засухоустойчивостью, однако крайне негативно реагирует на переувлажнение, особенно в глубоких слоях почвы.

Дефицит влаги в разные периоды вегетации имеет различные последствия: в начале сезона недостаток воды приводит к резкому сокращению ежегодного прироста, слабому развитию листовой, усыханию верхушек побегов и массовому опадению молодых завязей. Во второй половине лета засуха вызывает мельчание и преждевременное опадение плодов. Но что еще опаснее при засухе – нарушается процесс фотосинтеза, ухудшается накопление питательных веществ в зиму и снижается зимостойкость растения.

Избыток воды в почве не менее вреден. Он может провоцировать кислородное голодание корневой системы, нарушая процесс дыхания. В результате корни не могут эффективно поглощать минеральные вещества из почвы и получать продукты фотосинтеза из надземной части., что приводит к отмиранию корней. Для борьбы с этим на участке необходимо обустройство

дренаж и использовать такое агротехническое мероприятие, как культурное залужение.

Требования к почвам. Почвенные условия – фундаментальный фактор, определяющий рост, урожайность и качество плодов груши. Эта культура демонстрирует наибольшую продуктивность на структурных и плодородных почвах. Именно такая земля эффективно удерживает до 85% атмосферной влаги, в то время как бесструктурные, уплотненные почвы теряют более 70% дождевой воды из-за поверхностного стока.

Тип почвы критически влияет на стратегию питания. Так, например, суглинки и глины обладают высокой поглощательной способностью, что предотвращает резкие скачки концентрации солей при внесении удобрений и защищает питательные вещества от быстрого вымывания. Песчаные и супесчаные почвы, напротив, имеют низкую поглощательную способность. Минеральные удобрения здесь легко вымываются, поэтому вносить их следует часто, но небольшими дозами, в форме подкормок.

Груша относительно неприхотлива и может расти на разных типах почв, за исключением бедных песчано-щебенистых (Лобанов, 1960). Тем не менее, именно от свойств грунта напрямую зависят вкусовые качества и лежкость плодов. На бедных и сухих песчаных почвах плоды часто вырастают кислыми, с грубой, гранулированной мякотью и хуже хранятся.

Для полноценного развития груше необходим весь спектр макро- (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe) и микроэлементов (Mn, Zn, Cu, B, Mo, Al). Большинство из них поглощаются корнями из почвенного раствора. Оптимальной средой для этого являются слабокислые и нейтральные, хорошо аэрируемые почвы. На переувлажненных, заболоченных грунтах нарушается усвоение железа и развивается хлороз (Бисти, 1986).

Важную роль играет подвой. Сорта, привитые на карликовые подвои (например, айву), более требовательны к плодородию почвы, чем те же сорта на сильнорослых подвоях (например, груше лесной) (Иванов, 1998).

Наилучший эффект для роста и плодоношения дает совместное внесение органоминеральных удобрений. В засушливых условиях их применение обязательно должно сопровождаться орошением.

Почвенные условия в опытных садах ОПХ «Центральное» (г. Краснодар) и в Республике Кабардино-Балкария по основным показателям благоприятны для выращивания груши.

Определительная таблица ограничения садопригодности почв по различным показателям для культуры груши приведена в Приложении А.

1.3 Изучение степени адаптивности плодовых культур к условиям среды выращивания

1.3.1 Экологический оптимум роста плодовых растений

Каждое растение и, в том числе плодовые культуры, для своего развития требует оптимальных условий среды выращивания.

Оптимум факторов среды – это совокупность условий, при которой обеспечивается наиболее благоприятное прохождение всех фаз онто- и филогенеза для самосохранения и распространения культуры и сорта.

Одни и те же факторы среды оказывают различное влияние на протекание продукционного процесса. Степень его влияния зависит от синхронности наступления благоприятных условий среды с требованиями к ним каждой из фаз развития.

А.М. Воейков (1884) впервые высказывает верное мнение о том, что для оптимального развития каждого растения должно быть определено распределение температур воздуха, влаги, света, которое наиболее соответствует эволюционной природе.

В 1908 г. В.Н. Любименко в трудах Императорского общества естествоиспытателей пишет о требованиях к температурному режиму спящих почек плодовых растений, то есть он впервые говорит о связи фенологических фаз с уровнем температур.

В 1914 г. Красичков В.П. также впервые для плодовых культур связывает изменчивость фенологических фаз с погодными условиями. Однако автор ограничивается изменением отдельных фаз, случайно совпадающих с температурными оптимумами.

В середине XX в. появляется методика Ю.А. Селянинова для климатологической оценки для районированных сельскохозяйственных культур (Селянинов, 1928, 1937). В ней предлагается считать активными температурами все выше $+5^{\circ}\text{C}$, а эффективными все $\geq +10^{\circ}\text{C}$.

В дальнейшем она уточняется З.А. Мищенко (1962), Ф.Ф. Давитая (1964), Д.И. Шашко (1967).

Более глубокий анализ по влиянию температуры воздуха на развитие цветковых почек персика и абрикоса дают Е.А. Яблонский и Т.С. Елманова (1983). Авторы впервые анализируют влияние температуры на физиологическое состояние цветковых почек в разрезе фаз онтогенеза.

Ю.Е. Судакевич (1962) разработал методику определения сумм биологически активных температур в зимний и весенний период. Он исходил из того, что в первый период зимнего развития цветковых почек (от вхождения в фазу органического покоя до конца редуccionного деления) активными являются пониженные положительные температуры, во второй период (от конца редуccionного деления) необходимы более высокие температуры (см. гл. 3.2.2). Для нахождения пределов активных температур он предложил рассчитать по способу наименьших отклонений.

Для расчета суммы эффективных температур был применен метод И.А. Максимова (1958), согласно которому наиболее активная (оптимальная) температура для развития растений не соответствует медиане диапазона, а смещена приблизительно на $2/3$ к его верхней (более теплой) границе.

Суммирование оптимальных температур за оба периода (органического покоя и последующего развития) позволяет определить их совокупное значение, требуемое для прохождения растением пути от начала органического покоя до конкретной фазы онтогенеза.

Из иностранных авторов Дж. Р. Хикс и Р.Г.Д. Аллен (1934) указывали, что основной трудностью при изучении оптимума следует считать выбор критерия, который определяет во многом суть оптимума и методы его поиска. Он тесно связан с центром происхождения и имеет два вида – естественный и прагматический.

Дж. Р. Харлан (1971) считал, что центру происхождения вида, кроме указанных, присущи следующие признаки: наибольшая продуктивность и устойчивость урожая, направление изменчивости и сезонных признаков по радиусу от центра и некоторые другие. Поскольку центр происхождения вида тесно связан с его оптимумом, а иногда и отождествляется с ним, то перечисленные критерии могут быть полезны при поиске оптимума.

Н.И. Вавилов в своих экспедициях определил центры их происхождения в зонах экологического оптимума:

- Яблоня – отроги Тянь-Шаня (Заилийское и Джунгарское Ала-Тау).
- Груша – предгорья Северного Кавказа.

Поскольку настоящая работа связана с рациональным размещением культуры груши, следует сказать, что Кавказ – родина вида груши (*Pyrus*), в том числе дикой груши (*Pyrus caucasica*) и груши обыкновенной (*Pyrus communis*L.) – разновидности, от которой произошли культурные сорта, представленные в данном исследовании.

До сих пор в Республиках Дагестан и Кабардино-Балкария имеются заросли дикой груши. Например, в Гимринском районе Дагестана произрастает дикая груша под названием «Ишак-груша» с огромными плодами и каменистой мякотью, которые лежат без холодильника до нового урожая. Постепенно мякоть теряет твердость и обретает сладкий вкус. Местные жители называют ее плоды

«лежалками». В Верхней Балкарии произрастает дикая груша, устойчивая к грибным болезням, с ярко окрашенными плодами.

Вместе с тем, на Северном Кавказе площади под грушей невелики (менее 5% (около 1000 га) от общей площади под семечковыми плодовыми культурами)), а средняя урожайность составляет 30 килограммов с дерева.

Одной из современных работ об оптимальных условиях, требуемых для плодовых культур в разрезе фаз развития, следует отнести работу В.И. Рябова и И.А. Драгавцевой (Копылов и др., 2020) (таблица 1).

Таблица 1 - Уровни среднесуточных температур воздуха (°C) для успешного протекания развития растений груши в разрезе фаз развития

Культура	Фазы развития плодовых растений						
	Начало вегетации	Распускание плодовых почек	Начало цветения	Конец цветения	Созревание плодов	Расцветивание листьев	Листопад
Груша	8.0-9.2	11.0-12.5	12.0-13.5	14.0-15.0	20.0-18.0	11.0-12.0	8.0-9.0

В той же работе даны показатели сумм активных температур выше +10°C, необходимых для формирования ее урожаев (таблица 2).

Таблица 2 - Суммы температур воздуха и продолжительность теплого периода, необходимые для формирования урожаев культуры груши

Порода	Группы сортов	Суммы активных температур $\geq +10$ °C	Количество дней со среднесуточной температурой $\geq +10$ °C
Груша	Летние	1800-2500	90-110
	Осенние	2500-2800	110-120
	Зимние	2800-3200	120-155

Однако, в данной таблице за активные температуры взяты все выше +10°C. На сегодняшний день, в целях изучения адаптивности сортов к условиям среды, требуются более точные характеристики сумм температур, необходимых для нормального развития плодовых культур и сортов по каждой фазе развития.

Например, температура выше +35 °C (которая значительно выше +10 °C) является не только активной при дифференциации цветковых почек, но также и деструктивной, так как тормозит (или даже приостанавливает) их развитие в

фазах закладки чашелистиков и лепестков будущего цветка, что является стрессором для растения. В результате цветковые почки большинства сортов входят в период покоя ослабленными, их морозостойкость снижается.

Следовательно, каждая фаза развития плодовой культуры и сорта имеет свой температурный оптимум – верхний и нижний предел защитно-приспособительных реакций системы адаптивности к экстремальному температурному режиму, достижение которого может привести к гибели урожая.

Именно с этой позиции в настоящей работе рассматривается проблема адаптивности сортов груши к температурным лимитам среды выращивания.

1.3.2 Определение уровней стресс-факторов, отрицательно влияющих на продуктивность культур и их формализация в количественных показателях

К стресс-факторам относятся показатели внешней среды, вызывающие неспецифическую реакцию на них растительных организмов.

Лимитирующие факторы – факторы, ограничивающие жизнедеятельность растения. Их существует множество, но основное внимание следует уделить тем, от которых чаще зависит плодоношение.

Наиболее опасны для стабильной урожайности плодовых культур низкие температуры (пороговые) зимне-весеннего периода, вызывающие гибель растения или его частей (чаще цветковых почек).

Каждая фаза онтогенеза обладает определенной устойчивостью к температурным лимитам среды, наследственно закрепленной в процессе эволюции (эволюционные ограничения) (Драгавцева и др., 2023). Они проявляются по-разному во времени и пространстве в меняющихся условиях среды выращивания. Знание реакции культур и сортов на эти ограничения в конкретных условиях выращивания является основой для их рационального

размещения, так как полученные данные служат выборками для визуализации паттернов с помощью цифровых технологий.

Одним из первых такую работу провел Г.А. Рубцов (1939), описав надежность местности для разведения европейских сортов груши, где морозы бывают от $-18...20^{\circ}\text{C}$ до -26°C и ниже. Цветы погибают при $-2...3^{\circ}\text{C}$.

Согласно исследованиям Е.И. Костецкой (1970), физиологический порог развития цветковых почек груши составляет $+4,9^{\circ}\text{C}$, при которой начинается их набухание, а для перехода к фазе цветения необходима температура не ниже $+9,3^{\circ}\text{C}$.

А.Г. Прусс (1974) считает, что культура груши южных сортов ненадежна в регионах, где температура в зимний период систематически падает ниже -25°C .

В.Ф. Иванов (1998) с соавторами доказал, что по морозостойкости груша стоит на третьем месте после яблони и сливы. Цветение груши (в Крыму) начинается при среднесуточной температуре $+17^{\circ}\text{C}$. Раскрывшиеся бутоны повреждаются при температуре -4°C .

Более полная характеристика гибели цветковых почек культуры груши от критических температур в разрезе фаз развития дана И.А. Драгавцевой, И.Ю. Савиным, С.В. Овечкиным в книге «Ресурсный потенциал земель Северного Кавказа для возделывания плодовых культур» (2011).

Но каждый сорт имеет свой эволюционно сложившийся (или полученный в процессе селекции) уровень адаптивности к воздействию конкретных лимитов среды в каждой фазе развития, знания о котором необходимы для рационального размещения сортов и селекционного процесса.

Представленная до сих пор информация об адаптивности груши к условиям выращивания является усредненной, без углубленного анализа их взаимодействия со средой во времени и пространстве на уровне фаз развития. Современный уровень исследований требует расшифровки систем ее ВГС для управления продуктивностью не только культур, но и сортов с целью более широкого развития их на юге России.

В настоящей работе такое исследование проведено на примере сортов груши различного происхождения с различным уровнем морозостойкости.

1.3.3 История моделирования системы взаимодействия «генотип-среда»

Интенсификация садоводства требует расширения территорий возделывания плодовых культур. При этом они оказываются в различных экологических условиях, которые, как правило, отличаются от условий их оптимума.

Встал вопрос об одновременном использовании ресурсного потенциала территории возделывания сортов плодовых культур с одной стороны, и их природного цикла в конкретные фазы развития, с другой. Его решение невозможно без разработки моделей различного уровня.

Впервые, в начале XX века Чарльз Эдвард Спирмен (Spearman, 1904) предложил коэффициент корреляции. В 1918 г. английский статистик Рональд Фишер создал двухфакторный дисперсионный анализ, который стали использовать для оценки «взаимодействия генотип-среда» в конкретной точке. Но для управления продуктивностью сортов плодовых культур необходим одновременный контроль поведения сортов с учетом пространственного разнообразия и временной динамики лим-факторов среды (в первую очередь температурных).

В 1997-1999 гг. появляются работы Всероссийского научно-исследовательского института сельскохозяйственной метеорологии совместно с Северо-Кавказским зональным научно-исследовательского институтом садоводства и виноградарства по интерполяции температурных показателей в интересующую исследователей точку по данным трех ближайших метеостанций на основе математического моделирования (Жуков и др., 2000).

В Никитском ботаническом саду В.А. Важов (1987) разработал методические рекомендации по прогнозу вероятности плодоношения абрикоса с помощью регрессионных моделей на территории Крыма. В дальнейшем эта работа была выполнена И.А. Драгавцевой с соавторами для территории Северного Кавказа (2005). Они показывают возможность раскрытия ВГС на уровне культур с помощью компьютерно-аналитического моделирования на основе цифровых технологий.

Учитывая, что каждая фаза развития сортов плодовых культур имеет свой температурный оптимум, минимум и максимум развития, необходимо управление пластичностью онтогенезов по каждой фазе развития, что приводит к радикальному повышению урожаев. Для этого требования сортов должны быть выражены в количественных показателях, которые являются обучающими выборками разработке цифровых моделей рационального размещения сортов плодовых культур.

В настоящей работе раскрывается феномен ВГС не по усреднённым данным (в целом по культуре), а для конкретных сортов по фазам их развития на примере культуры груши.

1.4 Применение цифровых технологий в сельском хозяйстве для рационального размещения плодовых культур

Плодовые культуры и их сорта предъявляют различные требования к конкретным условиям выращивания в каждый из этапов своего онтогенеза. Поэтому прогноз целесообразности выращивания того или иного сорта соответствующей культуры очень сложен и требует учета большого числа факторов в их взаимодействии и взаимовлиянии.

Рациональное размещение плодовых культур невозможно без системного подхода к выявлению причинно-следственных связей в системе «генотип-среда».

Он предполагает наличие информационных баз данных о биологических свойствах конкретных культур, сортов, так и погодно-климатических параметров экологических ниш возделывания для проведения совместного анализа слоев по оценке территории выращивания и биологической информации о требованиях конкретных сортов к ним с помощью компьютерно-аналитического моделирования.

В последние десятилетия для этой цели широко применяются геоинформационные системы (ГИС) (Рожков и др., 1995; LeBaas, Jamagne, 1996; Савин, 1998; Савин и др., 2000; Савин, 2004; Chelaru, D.A. et al 2011; Faridi, M. et al, 2018).

Концептуальная идея компьютерной автоматизации оценки ресурсного потенциала территории выращивания и природного потенциала культур и сортов для рационального размещения состоит из следующих алгоритмов:

- определить возможности различных макро- и микрон зон возделывания культур и сортов на основе использования баз экологических данных (климат, почва, рельеф).
- изучить наилучшее совпадение генетических потребностей сортов плодовых культур к конкретным условиям выращивания (в количественных показателях) с помощью программы статистической обработки данных.
- построить серию сценариев рационального размещения сортов плодовых культур в виде цифровых карт, включающих построение корреляционных матриц.

Тип карт определяется задачами исследования. Более полный вариант пригодности земель для размещения плодовых культур предусматривает три послойных карты (климат, почва, рельеф) и одну интегральную, включающую все ограничения для усиленного выращивания культуры, сорта на выбранной территории.

В настоящем исследовании основное внимание обращено на оценку территории выращивания конкретных сортов груши по температурному режиму зимне-весеннего периода с учетом рельефа. Отобранные по данному признаку свойства сортов были ранжированы по степени их оптимальности для получения

хозяйственно-ценного урожая. Соответственно, на картах давалась в различном цвете шкала свойств земель:

- 100 – оптимально;
- 75 – потенциально пригодно;
- 50 – ограниченно пригодно;
- 25 – слабо пригодно;
- 0 – непригодно.

Ключевое преимущество геоинформационных систем заключается в их способности осуществлять комплексный анализ многочисленных информационных слоев любой степени сложности. Этот анализ базируется на принципах геостатистики, методах математического моделирования и выводах экспертных оценок.

В качестве методического подхода использованы методы оценки земель FAO(1976). Представленные алгоритмы были исполнены с помощью компьютерной программы ALES (Automated Land Evaluation System) (Rossiter, 1993). Затем результаты визуализированы с помощью ГИС.

1.4.1 Оценка рельефа Краснодарского края и Республики Кабардино-Балкария с помощью ГИС-технологий

Значительная растленность рельефа изучаемых территорий по высоте над уровнем моря, крутизне и экспозиции склонов определяет огромное разнообразие температурных условий. В связи с быстрой сменой на коротких расстояниях климатических условий в предгорных и горных территориях использовать среднее арифметическое данных метеостанций ошибочно в методическом плане при прогнозе рационального размещения плодовых культур.

Оценка рельефа Краснодарского края и Кабардино-Балкарии также проведена с помощью ГИС. В качестве основы была использована модель

местности изучаемых территорий, построенная по спутниковым данным SRTM (Савин, 1998).

На рисунке 1 представлена схема использования наукоемких подходов в системе «взаимодействия генотип-среда» на основе геоинформационных технологий и современных инструментариев.

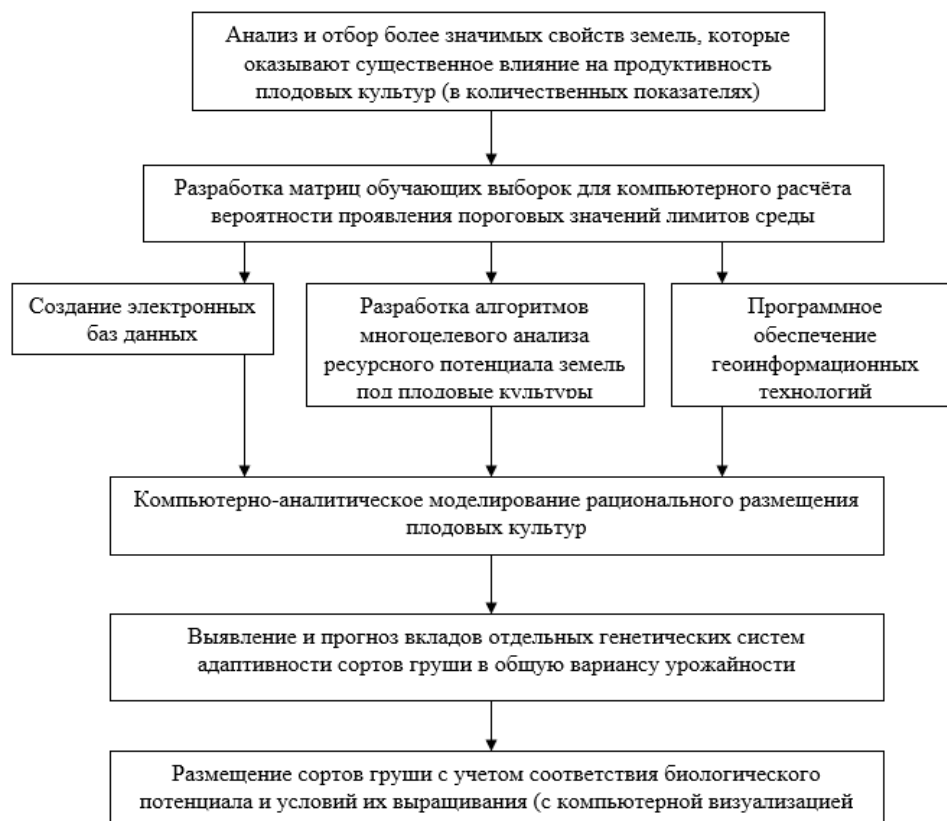


Рисунок 1 – Схема использования наукоемких подходов в системе взаимодействия «генотип-среда» на основе геоинформационных технологий и современных инструментариев

В настоящем исследовании проведена работа для рационального размещения сортов груши в Краснодарском крае и Кабардино-Балкарии с учетом условий температурного режима зимне-весеннего периода.

2 УСЛОВИЯ, ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Условия проведения исследований

Исследование проведено в трех зонах садоводства Краснодарского края:

- *Прикубанская зона садоводства* (метеостанция Краснодар (Круглик), высота над уровнем моря (h) = 32 м)). Входит в провинцию «Западное Предкавказье», которая занимает обширные равнинные пространства Кубано-Приазовской низменности Прикубанской наклонной равнины и характеризуется равнинностью рельефа, сглаженностью междуречий. Климат умеренно-континентальный. Здесь находятся основные плодовые насаждения, возделываемые в специализированных хозяйствах края (около 58% площадей всех его плодовых насаждений). Морозы и заморозки зимне-весеннего периода в этой зоне основной фактор, который снижает урожайность южных плодовых культур. Абсолютный минимум температур может опускаться до -27°C .

- *Предгорная зона края* (метеостанция Горячий Ключ, h = 142 м). Охватывает районы северного склона Кавказских гор, включая и северо-западную часть хребта. Климат меняется по мере подъема. В верхней части нет резких зимних колебаний, в то время как в нижней они проявляются в виде «февральских окон», вызывающих гибель цветковых почек культур, особенно с пониженной зимостойкостью - абрикос, персик, груша. Абсолютный минимум температуры может доходить до -20°C и ниже.

- *Степная зона края* (метеостанция Тихорецк, h = 88 м). Занимает районы, расположенные в северной части края. Представляет собой равнину, постепенно понижающуюся к Азовскому морю. Зимы здесь холоднее, продолжительнее, чем в зонах, расположенных южнее. Имеют место оттепели. Ежегодно температура воздуха опускается до $-15...-20^{\circ}\text{C}$, один-два раза за 10 лет морозы доходят до $-24...-28^{\circ}\text{C}$, а в суровые зимы, что бывает очень редко, до $-32...-35^{\circ}\text{C}$.

В трех зонах садоводства Республики Кабардино-Балкария:

- *Степная зона* (Прохладненский район, метеостанция Прохладный. Высота над уровнем моря, $h = 208$ м). Расположена в юго-западной части Республики с высотами над уровнем моря не превышающими 300 м. Климат континентальный. Абсолютный минимум температур достигает -29°C (2012).

- *Предгорная зона* (Нальчикский район, метеостанция Нальчик, $h = 512$ м). Включены восточная и центральная части Республики, расположенные в поясе предгорной степи лесостепи. По характеру рельефа представляет собой волнистую равнину, расположенную на высоте 400-700 м над уровнем моря. Климат умеренно-континентальный, теплый. Абсолютный минимум достигает $-25...-26^{\circ}\text{C}$ (2006).

- *Горно-Степная зона* (Эльбрусский район, метеостанция Тырныауз, $h = 1300$ м). В нее включена юго-западная часть Республики. Сюда входят горно-лесной и горно-степной ландшафтные пояса, рельеф сложный, пересеченный. Высота над уровнем моря от 600 до 1500 м. Климат умеренно-континентальный, теплый. Абсолютный минимум $-21,4$ (1982).

2.2 Объекты проведения исследований

Объекты исследования - культура груши и 12 ее сортов разного срока созревания, уровня морозостойкости и происхождения.

Группа сортов летнего срока созревания:

- Вильямс (*сеянец неизвестного происхождения, Англия*). Выведен в 1796 г. в Беркшире Р. Вилер. Распространил Р. Вильямс, присвоив сорту свое имя. Районирован в Северо-Кавказском регионе. Зимостойкость невысокая.

- Люберская (*Любимица Клаппа х Бере Арданпон, Краснодар*). Выведен в Северо-Кавказском научно-исследовательском институте садоводства и виноградарства (ФГБНУ СКФНЦСВВ). Зимостойкость высокая.

- Кубанская сочная (*Кубанка х Оливье де Серр, Краснодар*). Выведен в ФГБНУ СКФНЦСВВ. Зимостойкость высокая.

- Краснодарская летняя (*сеянец неизвестного происхождения, Краснодар*). Выведен в ФГБНУ СКФНЦСВВ. Зимостойкость выше средней.

Группа сортов осеннего срока созревания:

- Киффер (*сеянец Киффера х Бере Анжу х Вильямс, США*). Выведен оригинатором Питером Киффером в 1868 г. Сорт районирован в Северо-Кавказском регионе. Зимостойкость пониженная.

- Бере Клержо (*сеянец неизвестного происхождения, Франция*). Выведен П. Клержо в XIX веке. Зимостойкость высокая.

- Дево (*сеянец неизвестного происхождения, США*). Генетическое происхождение не установлено. Сорт районирован в Северо-Кавказском регионе. Зимостойкость средняя.

- Аббат Фетель (*сеянец неизвестного происхождения, Франция*). Выведен католическим священнослужителем аббатом Фетелем в 1860 гг., зимостойкость средняя.

Группа сортов зимнего срока созревания:

- Левен (*Александрин Дульяр х Бере Наполеон, Краснодар*). Выведен в ФГБНУ СКФНЦСВВ. Районирован в Северо-Кавказском регионе. Зимостойкость средняя.

- Джанкойская поздняя (*Фердинанд х Бере Боск, Крым*). Получен в Государственном Никитском ботаническом саду (ФГБНУ ГНБС ННЦ). Зимостойкость высокая.

- Зимняя млиевская (*Александровка х Деканка дю Комис, Украина*). Выведен в Млиевском научно-исследовательском институте садоводства лесостепи Украины им. Симиренко Л.П. Зимостойкость высокая.

- Александрин Дульяр (*сеянец неизвестного происхождения, Франция*). Выведен А. Дульяром в 1849 году в г. Нанте. Сорт районирован в Краснодарском крае с 1987 года в Прикубанской зоне (центральной подзоне) и Предгорной зоне (юго-восточная подзона). Зимостойкость низкая.

Схема исследований представлена на рисунке 2.

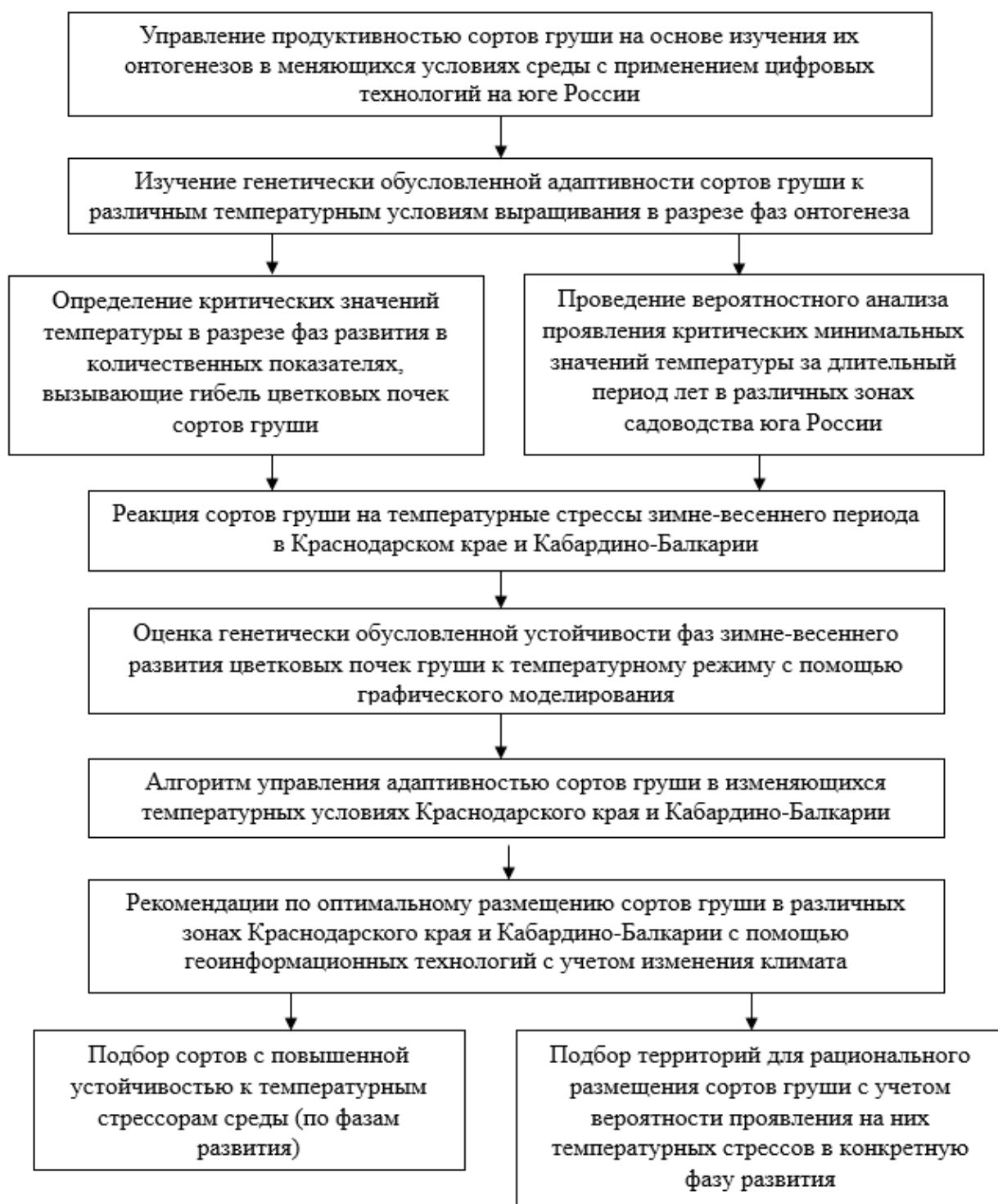


Рисунок 2 – Схема исследований по рациональному размещению сортов груши

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-сортосоведческий 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);

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

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Анализ погодных условий в период проведения исследований

Анализ временной изменчивости характеристик температурного режима за зимне-весенний период 2021-2024 гг. в Прикубанской зоне Краснодарского края (таблица 3), показал, что погодные условия в зимний период для культуры груши складывались в общем благополучно.

Таблица 3 - Климатические условия за 2021-2024 гг. в Прикубанской зоне Краснодарского края (метеостанция Круглик)

Месяц	Декады			Максимальная температура за месяц, °С	Минимальная температура за месяц, °С	Осадки, мм
	1	2	3			
2021						
Январь	-3,7	-3,1	-17,5	18,1	-17,5	108,7
Февраль	-5,4	-14,1	-14,9	20,1	-14,9	106,9
Март	-5,5	-7,9	-3,9	17,9	-7,9	56,9
Апрель	1,5	4,7	1,5	25,8	1,5	85,4
Май	4,4	6,5	10,5	33,4	4,4	64,7
Июнь	26,7	32,3	33,0	33,0	10,8	108,3
Июль	34,6	38,1	35,5	38,1	15,4	28,4
Август	37,7	32,2	35,5	37,7	17,3	75,0
Сентябрь	28,4	28,8	22,0	28,8	7,6	88,4
2022						
Январь	-3,4	-9,3	-9,2	17,6	-9,3	160,4
Февраль	-3,6	-3,6	1,0	20,0	-3,6	47,0
Март	-2,2	-6,6	-5,0	22,2	-6,6	49,5
Апрель	2,1	0,4	1,1	30,1	0,4	24,5
Май	6,4	4,2	7,3	33,5	4,2	49,3
Июнь	33,7	33,1	32,4	33,7	11,2	72,8
Июль	32,5	30,0	34,8	34,8	12,7	62,6
Август	33,8	33,4	35,3	35,3	18,4	91,2
Сентябрь						62,3
2023						
Январь	-13,4	-9,7	-8,1	16,2	-13,4	27,0
Февраль	-14,5	-11,5	-8,4	23,1	-14,5	79,0
Март	-6,3	2,3	1,5	21,8	-6,3	55,9
Апрель	0,2	5,4	5,2	23,9	0,2	94,0
Май	5,6	2,2	13,9	27,2	2,2	80,8

Продолжение таблицы 3

Июнь	29,9	29,2	33,6	33,6	12,3	40,9
Июль	37,2	31,3	36,9	37,2	14,8	30,4
Август	38,5	38,4	36,1	38,5	13,3	81,3
Сентябрь	28,3	28,6	29,6	29,6	10,6	38,6
2024						
Январь	-11,3	-14,2	-12,0	15,9	-14,2	142,2
Февраль	-2,9	-1,6	-4,5	19,7	-4,5	43,7
Март	-4,3	-3,5	-0,8	22,1	-4,3	19,4
Апрель	2,0	10,1	3,8	32,1	2,0	34,5
Май	3,3	4,7	10,2	27,4	3,3	63,3
Июнь	35,0	36,0	34,9	36,0	13,0	49,2
Июль	38,5	39,6	35,5	39,6	16,3	18,5
Август	35,8	36,1	36,8	36,8	12,5	15,0
Сентябрь	32,8	34,4	28,8	34,4	11,9	27,9

В январе минимальная температура за 4 года исследований составила $-17,5^{\circ}\text{C}$ (при среднемноголетнем показателе $-13,7^{\circ}\text{C}$). В феврале имело место незначительное понижение температуры до $-14,9^{\circ}\text{C}$.

Весенние условия 2021-2024 гг. для культуры груши были неблагоприятны. Минимальная температура воздуха держалась в пределах среднемноголетней, за исключением марта месяца и составила $-6,3^{\circ}\text{C}$, в апреле - $+0,4^{\circ}\text{C}$ при среднемноголетней $+0,2^{\circ}\text{C}$, а в мае - $+2,2^{\circ}\text{C}$ при среднемноголетней $+6,6^{\circ}\text{C}$. Имела место повышенная влажность, большое количество проливных дождей.

Летний период ежегодно характеризовался аномальной жарой и засухой. Максимальная температура воздуха в июне составила $+33,7^{\circ}\text{C}$, в июле - $+38,1^{\circ}\text{C}$, а в августе - $+38,5^{\circ}\text{C}$.

Максимальное количество осадков было в январе 2022 г. и составило 160,4 мм, наименьшее – в августе 2024 г. (15,0 мм).

3.2 Изучение закономерностей взаимодействия сортов груши с температурными условиями зимне-весеннего периода

3.2.1 Изучение морозостойкости сортов груши в разрезе фаз их развития

Известно, что (Дорошенко Т.Н. и др., 2010) изучение морозостойкости сортов плодовых культур проводится полевыми и лабораторными методами. В результате полевых исследований (Приложение Б) установлена тенденция более раннего наступления фазы цветения у сортов груши за изучаемый период (2021-2024 гг.). Выявлено два сорта – Кубанская сочная и Джанкойская поздняя – у которых начало цветения имело задержку по сравнению с другими. Это говорит о наличии у данных сортов более растянутого периода прохождения фаз онтогенеза, что непосредственно связано с сохранностью цветковых почек при наступлении стресс-факторов.

В связи с тем, что в годы исследования абсолютный минимум температур в зимний период не опускался ниже $-14,9^{\circ}\text{C}$, проведено промораживание цветковых почек груши изучаемых сортов различных фазах их развития (таблица 4).

Выявлено, что изучаемые сорта отличаются друг от друга 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. Сорт Александрин Дульяр более морозостоек в фазе набухания. Сорт Люберская – в фазе вынужденного покоя. Сорт Дево – в фазе почка лопнула – видны чашелистики, сорт Левен – в фазе вынужденного покоя. В целях более точного анализа степени адаптивности конкретных фаз груши к температурному режиму зимне-весеннего периода изучено развитие археспориальной ткани в пыльниках сортов.

Таблица 4 - 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 цветковых почек	температура, (С°)	% гибели цв. почек	Фаза развития цветковых почек	температура, (С°)	% гибели цв. почек	Фаза развития цветковых почек	температура, (С°)	% гибели цв. почек	Фаза развития цветковых почек	температура, (С°)	% гибели цв. почек
Сорта летнего срока созревания												
Вильямс	Почка лопнула, видны чашелистики	-15	58	Набухание цветковых почек	-6	23	Вынужденный покой	-5	24	Вынужденный покой	-3	15
Люберская	Почка лопнула, видны чашелистики	-15	97	Вынужденный покой	-6	44	Вынужденный покой	-5	11	Вынужденный покой	-3	12
Кубанская сочная	Почка лопнула, видны чашелистики	-15	68	Почка лопнула, видны чашелистики	-6	100	Почка лопнула, видны чашелистики	-5	23	Вынужденный покой	-3	17
Краснодарская летняя	Почка лопнула, видны чашелистики	-15	88	Набухание цветковых почек	-6	100	Набухание цветковых почек	-5	73	Вынужденный покой	-3	14
Сорта осеннего срока созревания												
Киффер	Почка лопнула, видны чашелистики	-15	70	Набухание цветковых почек	-6	66	Набухание цветковых почек	-5	51	Набухание цветковых почек	-3	24
БереКлержо	Почка лопнула, видны чашелистики	-15	75	Набухание цветковых почек	-6	100	Набухание цветковых почек	-5	42	Органический покой	-3	20
Дево	Почка лопнула, видны чашелистики	-15	41	Набухание цветковых почек	-6	53	Вынужденный покой	-5	23	Вынужденный покой	-3	25

Продолжение таблицы 4

Аббат Фетель	Почка лопнула, видны чашелистики	-15	37	Вынужденный покой	-6	100	Набухание цветковых почек	-5	23	Вынужденный покой	-3	27
Сорта зимнего срока созревания												
Левен	Почка лопнула, видны чашелистики	-15	100	Набухание цветковых почек	-6	71	Набухание цветковых почек	-5	20	Вынужденный покой	-3	19
Джанкойская поздняя	Появление лепестков	-15	67	Набухание цветковых почек	-6	68	Набухание цветковых почек	-5	63	Набухание цветковых почек	-3	34
Зимняя мливская	Появление лепестков	-15	64	Набухание цветковых почек	-6	56	Набухание цветковых почек	-5	48	Вынужденный покой	-3	12
Александрин Дульяр	Появление лепестков	-15	72	Набухание цветковых почек	-6	61	Вынужденный покой	-5	19	Набухание цветковых почек	-3	13

3.2.2 Изучение развития археспориальной ткани цветковых почек сортов груши в связи с их морозостойкостью

Многолетние плодовые культуры представляют собой сложную биологическую систему, внутренне связанную со средой их выращивания. Их продуктивность зависит от свойств «возникающих» в культуре, сорте на клеточном уровне в системе ВГС. При этом взаимодействии возникают новые (эмерджентные свойства), от которых зависит более 80% формирования продукции (Драгавцева и др., 2002). Следовательно, для повышения урожайности плодовых культур и, в том числе, груши необходимо изучение эффектов возникновения данных свойств при сдвигах ВГС. Данный процесс требует точного анализа прохождений фаз развития каждого изучаемого сорта в период онтогенеза. В первую очередь, развития археспориальной ткани пыльников в зимне-весенний период – самый сложный для сохранения урожая плодовых культур и их сортов. Для изучения зимнего развития цветковых почек и связанной с ним морозостойкости, необходимо иметь представление о понятии «зимний покой».

Одним из первых является К. Перетолчин (1904) который, изучая зимний покой древесных культур, связал его с количеством запасных питательных веществ растений.

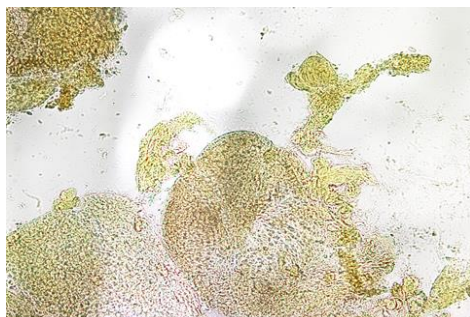
Целый ряд авторов (Любименко, 1924; Туманов, 1940; Тупицын, 1954; Драгавцева, 1965; Туз, 1971; Шолохов, 1972, 1989; Bewley, 1997; Considine, 2016) считают, что зимний покой является приспособлением растений к различным температурным условиям зимне-весеннего периода. Эти приспособления возникли в процессе эволюции видов растений и сортов, полученных в результате селекции.

Ряд исследователей (Нестеров, 1962; Елманов, 1959; Ряднова, 1963; Генкель, Окнина, 1968) считают, состояние покоя – важная фаза развития

растений, от благоприятного протекания которой тоже зависит продукционный процесс.

А.М. Юсубов (1957), И.А. Ионова (1958), И.А. Драгавцева(1965) и др. устанавливают, взаимосвязь между продолжительностью зимнего покоя и морозоустойчивостью сортов.

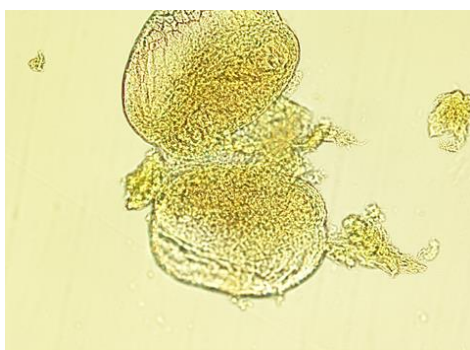
В настоящем исследовании впервые не для плодовых культур в целом, а для конкретных 12 сортов груши проведено изучение степени развития археспориальной ткани в пыльцевых зернах в зимне-весенний период за 2021-2024 гг. в условиях Краснодарского края в связи с их морозостойкостью (таблица 5). Он включал следующие стадии (рисунок 3):



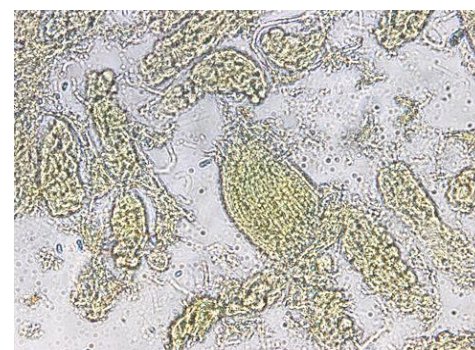
I археспориальная фаза



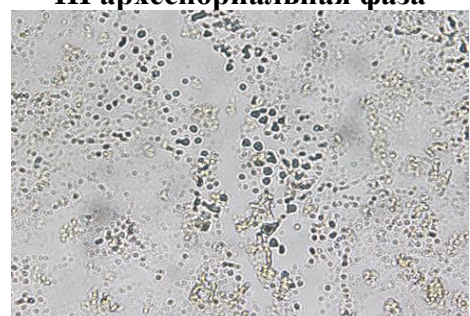
II археспориальная фаза



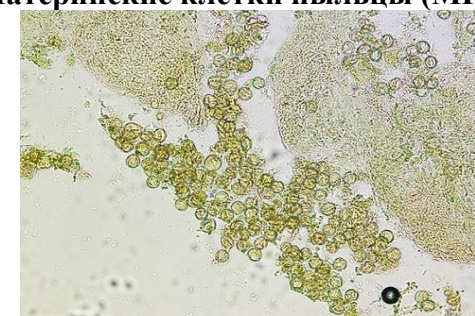
III археспориальная фаза



Материнские клетки пыльцы (МКП)



Редукционное деление



Тетрады

Рисунок 3 – Внутренние фазы развития археспориальной ткани в пыльцевых зернах цветковых почек груши

Таблица 5 - Развитие археспориальной ткани в пыльцевых зернах сортов груши в весенний период (2021-2024 гг. Краснодар, ОПХ «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	Краснодарская летняя	МКП	МКП	I-II археспорий	II археспорий
Сорта осеннего срока созревания					
5	Киффер	II археспорий	III археспорий	III археспорий	Редукционное деление
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	Джанкойская поздняя	III археспорий	Редукционное деление	II-III археспорий	III археспорий
11	Зимняя млиевская	III археспорий	Тетрады	II-III археспорий	I-II археспорий
12	Александрин Дульяр	Тетрады	МКП	II археспорий	Редукционное деление

*МКП -материнские клетки пыльцы

По результатам анализа развития археспориальной ткани в пыльцевых зернах сортов груши выявлено, что более быстрым темпом ее развития обладает сорт: Александрин Дульяр. Замедленным – Вильямс, Аббат Фетель, Бере Клержо, Краснодарская летняя и Левен.

Выделенный сорт с ускоренным прохождением фаз развития почек обладает повышенной морозостойкостью, обусловленной его повышенной адаптивностью в фазу редукционного деления. Группа сортов с замедленным темпом развития также имеет повышенную морозостойкость из-за удлинения фаз развития.

Следует отметить, внешние фазы развития цветковых почек и внутренние археспориальные фазы соответствуют друг другу примерно на 70% и отражены в таблице 6.

Таблица 6 – Соответствие фаз внутреннего и внешнего развития цветковых почек культуры груши (по методике С.И. Елманова, 1959)

Внешняя фаза развития	Внутренняя фаза развития археспориальной ткани
Органический и вынужденный покой	I, II археспорий
Материнские клетки пыльцы (МКП)	III археспорий
Набухание цветковых почек	Редукционное деление
Почка лопнула, видны чашелистики	Тетрады
Распускание	Одно-и двуклеточная пыльца
Цветение	Крахмальный максимум

Проведение данного анализа позволило более точно подойти к изучению взаимосвязей в системе «генотип-среда»(ВГС).

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

Каждая плодовая культура (сорт) в идеальном варианте должна высаживаться в комфортных условиях или быть максимально приспособленной к возникновению неблагоприятных условий среды настолько, чтобы это существенно не затронуло бы ее репродуктивную фазу.

Но условия выращивания плодовых растений далеки от эталонных, особенно по температурному режиму. Морозостойкость сорта (и связанная с ней урожайность) – очень важный и сложный признак, так как каждый ее компонент формируется на фоне конкретного лимитирующего фактора среды. То есть один компонент детерминируется одним спектром генов, другой – иным, при смене характера стрессора (Драгавцев и др., 2016).

Следовательно, 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 создана матрица пороговых значений критических минимальных температур, губительных для цветковых почек сортов груши по многолетним данным научно-исследовательских институтов Северного Кавказа и госсортоучастков юга России для дальнейшего изучения их проявления во времени и пространстве (Приложение Б).

В таблицах 7-9 представлены вероятности проявления критических (пороговых) температур для контрольных сортов различного срока созревания в трех зонах садоводства Краснодарского края за длительный период лет (далее см. Приложениях В-Д).

Таблица 7 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Вильямс** в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-25	1988	-26,5	2006	-27,7
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-25	-	-	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-10	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-8	-	-	-	-
Начало цветения	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	

Таблица 8 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Вильямс** в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-25	-	-	2006	-27,7
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-25	1991	-27	-	-
	Февраль III		-	-	2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-10	-	-	-	-
			-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-8	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	2009	-2,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			1		3	
Вероятность гибели урожая (%)			6,6		14,3	

Таблица 9 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Вильямс** в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2022	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-25	-	-	2002	-28
			-	-	2006	-31
			-	-	2010	-25
			-	-	2015	-26
	Февраль I		-	-		
Вынужденный покой	Февраль II	<-25	-	-	2012	-25
	Февраль III	<-22	-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I	<-18	1986	-27,0	-	-
	Март II	<-10	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Март III	<-10	-	-	-	-
	Апрель I	<-8-6	-	-	2004	-8
Начало цветения	Апрель II	<-4	-	-	-	-
	Апрель III	<-1,5	-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			1		6	
Вероятность гибели урожая (%)			6,7		27,3	

В Прикубанской зоне вероятность повреждения цветковых почек сорта летнего срока созревания Вильямс уменьшилась. В Предгорной и Степной – увеличилась в период органического и вынужденного покоя.

В таблицах 10-12 приведены вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши Киффер.

Таблица 10 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Киффер** в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-25	1988	-26,5	2006	-27,7
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-22	1991	-23,5	-	-
	Февраль III		1994	-20,5		
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-15	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-6	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-2-1,5	1999	-2,8	2020	-2,7
					2009	-1,8
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			6		3	
Вероятность гибели урожая (%)			40,0		13,0	

Таблица 11 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Киффер** в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-25	-	-	2006	-27,7
	Февраль I		1991	-27,0	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-22	-	-	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
					2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-15	1986	-18,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-6	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-2-1,5	-	-	2004	-6,0
					2005	-4,0
					2009	-2,0
					2014	-2,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			2		7	
Вероятность гибели урожая (%)			13,3		30,4	

Таблица 12 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Киффер** в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2022	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-25	-	-	2006	-31,0
	Февраль I		-	-	2012	-26,0
Вынужденный покой	Февраль II	<-22	-	-	-	-
	Февраль III	<-18	1994	-19,0	2007	-21,0
					2017	-20,0
Набухание цветковых почек	Март I	<-18	1986	-18,6	-	-
	Март II	<-15	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Март III	<-15	-	-	-	-
	Апрель I	<-8-10	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель II	<-6	-	-	-	-
	Апрель III	<-2-1,5	-	-	2004	-6,0
			-	-	2005	-4,0
			-	-	2009	-2,0
			-	-	2014	-2,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		8	
Вероятность гибели урожая (%)			20		38,1	

Аналогичная картина сложилась и для сорта Киффер, но помимо уязвимости в фазы органического и вынужденного покоя, он также неустойчив в фазу цветения. Для сохранения качественного урожая этот сорт необходимо высаживать в условиях, где постоянные возвратные заморозки не превышают -2 °С.

В таблицах 13-15 приведены вероятности проявления критических минимальных температур для сорта зимнего срока созревания груши Левен.

Таблица 13 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Левен* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-28	-	-	-	-
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	-	-	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-13	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-6	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	1999	-2,8	2020	-2,7
					2009	-1,8
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		2	
Вероятность гибели урожая (%)			20		8,7	

Таблица 14 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Левен* в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-28	-	-	-	-
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	1991	-27,0	-	-
	Февраль III		-	-	2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-13	1986	-18,0	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-6	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	2009	-2,0
					2005	-4,0
					2011	-2,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			2		4	
Вероятность гибели урожая (%)			13,3		17,4	

Таблица 15 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Левен* в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2022	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-28	-	-	-	-
	Февраль I		-	-	2006	-31,0
			-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	-	-	-	-
	Февраль III					
Набухание цветковых почек	Март I	<-13	1986	-27,0	-	-
	Март II	<-13	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Март III	<-12	-	-	-	-
	Апрель I	<-6	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель II	<-2	-	-	-	-
	Апрель III	<-1,5	-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			1		1	
Вероятность гибели урожая (%)			6,7		4,3	

Вероятность гибели цветковых почек сорта *Левен*, в отличие от остальных ниже в Прикубанской и Степной зонах садоводства. Он неустойчив в периоды вынужденного покоя цветения в Предгорной зоне, в период набухания цветковых почек – в Прикубанской и Степной.

На основе полученных данных была создана сводная таблица вероятностей проявления критических низких температур всех изучаемых сортов груши в двух временных периодах лет, трех зонах садоводства Краснодарского края (таблица 16).

Таблица 16 – 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

Продолжение таблицы 16

Кубанская сочная	25,0	21,7	21,4	21,7	13,3	34,8
Краснодарская 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
Джанкойская поздняя	26,6	21,7	20,0	17,4	13,3	26,1
Зимняя млиевская	20,0	21,7	26,6	27,3	13,3	26,1
Александрин 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 из группы осеннего срока созревания Киффер условия улучшились в Прикубанской зоне садоводства во II периоде лет. В Предгорной и Степной ухудшились. Для сорта Аббат Фетель ухудшились в Предгорной зоне и Степной (значительно), улучшились в Прикубанской. Для сортов Бере Клержо и Дево условия перезимовки ухудшились в Предгорной зоне (незначительно), преимущественно на 50% и значительно в Степной зоне.

По сортам из группы зимнего срока созревания ситуация выглядит следующим образом: для сорта Левен улучшились условия во втором периоде лет в Прикубанской и Степной зонах садоводства. Для Джанкойской поздней и Александрин Дульяр улучшились во II периоде лет 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.

Разработаны графические модели, раскрывающие изменения ВГС в разрезе фаз онтогенеза в меняющихся условиях зимне-весеннего периода (Краснодарский край) для сортов разного срока созревания (рис. 4-12, Приложение Е-3). Для примера показаны три сорт-контроля из разных групп.

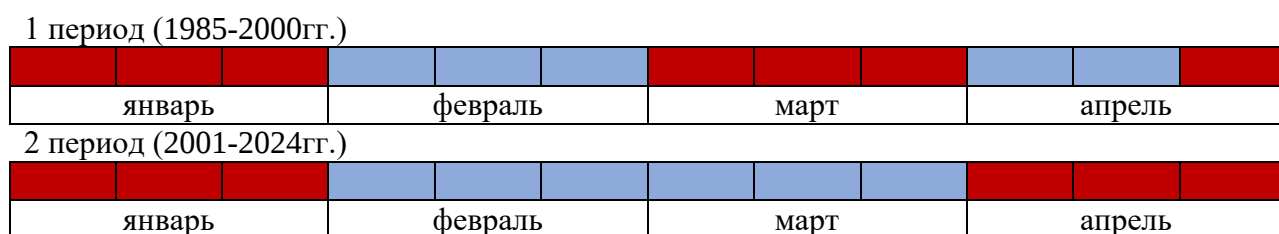


Рисунок 4 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Вильямс** в **Прикубанской** зоне садоводства Краснодарского края

1 период (1985-2000гг.)

январь				февраль				март				апрель

2 период (2001-2024гг.)

январь				февраль				март				апрель

Рисунок 5 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Вильямс** в **Предгорной** зоне садоводства Краснодарского края

1 период (1985-2000гг.)

январь				февраль				март				апрель

2 период (2001-2024гг.)

январь				февраль				март				апрель

Рисунок 6 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Вильямс** в **Степной** зоне садоводства Краснодарского края

1 период (1985-2000гг.)

январь				февраль				март				апрель

2 период (2001-2024гг.)

январь				февраль				март				апрель

Рисунок 7 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Киффер** в **Прикубанской** зоне садоводства Краснодарского края

1 период (1985-2000гг.)

январь				февраль				март				апрель

2 период (2001-2024гг.)

январь				февраль				март				апрель

Рисунок 8 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Киффер** в **Предгорной** зоне садоводства Краснодарского края

1 период (1985-2000гг.)

январь				февраль				март				апрель

2 период (2001-2024гг.)

январь				февраль				март				апрель

Рисунок 9 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Киффер** в **Степной** зоне садоводства Краснодарского края

1 период (1985-2000гг.)

январь				февраль				март				апрель

2 период (2001-2024гг.)

январь				февраль				март				апрель

Рисунок 10 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Левен** в **Прикубанской** зоне садоводства Краснодарского края

1 период (1985-2000гг.)

январь				февраль				март				апрель

2 период (2001-2024гг.)

январь				февраль				март				апрель

Рисунок 11 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Левен** в **Предгорной** зоне садоводства Краснодарского края

1 период (1985-2000гг.)

январь				февраль				март				апрель

2 период (2001-2024гг.)

январь				февраль				март				апрель

Рисунок 12 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Левен** в **Степной** зоне садоводства Краснодарского края

Из них следует, что в группе летних сортов Вильямс наиболее уязвим во всех 3-х зонах к низким температурам в зимне-весенний период в фазах органического и вынужденного покоя. Значит, его следует размещать в тех

зонах и микрозонах, 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 в местах, 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, распускания цветковых почек.

В группе зимних сортов Левен во всех изучаемых зонах показал повышенную устойчивость в фазы органического и вынужденного покоя и в фазе цветения. Для его размещения следует избегать периодов 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. Они лучше удаются на скелетных почвах склонов, предотвращают эрозию почв, реже страдают от морозов и заморозков (до определенной высоты над уровнем моря) (Драгавцев, 1972).

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 «страны гор» Кабардино-Балкарии (таблицы 17-19). Показаны результаты по сорту Вильямс, далее см. Приложение И.

Таблица 17 – 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	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-25	1988	-24,1	-	-
			-	-	2008	-24,5
			-	-	2006	-25,5
Вынужденный покой	Февраль I	<-25	-	-	2012	-29,5
	Февраль II	<-25	1991	-26,0	-	-
	Февраль III	<-22	-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I	<-18	-	-	-	-
	Март II	<-10	1997	-13,5	-	-
	Март III	<-10	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I	<-6	-	-	-	-
	Апрель II	<-4	1996	-4,0	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	2009	-2,6
					2019	-1,5
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			4		5	
Вероятность гибели урожая (%)			26,6		20,8	

Таблица 18 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Вильямс** в Предгорной зоне садоводства Кабардино-Балкарии в разных временных периодах (метеостанция Нальчик)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-25	-	-	-	-
			-	-	2006	24,1
			-	-	2012	-25,8

Продолжение таблицы 18

Вынужденный покой	Февраль I	<-25	1991	-27,2	-	-
	Февраль II	<-25	1994	-23,5	2007	-18,7
	Февраль III	<-22	-	-	2021	-18,9
Набухание цветковых почек	Март I	<-18	1985	-19,2	-	-
	Март II	<-10	-	-	-	-
	Март III	<-10	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I	<-6	-	-	2004	
	Апрель II	<-4	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	2009	-3,4
					2014	-3,8
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		7	
Вероятность гибели урожая (%)			20		29,2	

Таблица 19 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Вильямс** в Горно-Степной зоне садоводства Кабардино-Балкарии в разных временных периодах (метеостанция Тырнауз)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-25	-	-	-	-
			-	-	-	-
			-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль I	<-25	-	-	-	-
	Февраль II	<-25	-	-	-	-
	Февраль III	<-22	-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I	<-18	1986	-21,4	-	-
	Март II	<-10	1993	-16,9	2021	-16,1
			1995	-13,5	2016	-10,2
			1996	-12,5	2022	-16,1
			1997	-17,6	-	-
			2000	-16,9	-	-
	Март III	<-10	1994	-16,0	2003	-11,5
					2005	-11,5
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I	<-6	1999	-10,6	2004	-12,5
	Апрель II	<-4	1985 1991	-6,9 -5,5	2014	-8,4
					2001	-4,2
					2002	-3,5
					2007	-4,0
					2011	-4,5
					2017	-5,1
					2018	-3,0
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	2006	-3,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			10		14	
Вероятность гибели урожая (%)			66,7		58,3	

Сорт Вильямс показал повышенную устойчивость к низким температурам в I периоде лет во всех изучаемых зонах. Во II периоде лет

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 следует размещать в Степной зоне садоводства Кабардино-Балкарии, избегая возвратных заморозков и низких температур в фазах набухания цветковых почек, распускания и цветения.

Таблица 20 показывает изменения эффектов ВГС для сортов груши различного срока созревания в условиях Кабардино-Балкарии.

Таблица 20 – 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	
	<i>Метеостанция Прохладная</i>		<i>Метеостанция Нальчик</i>		<i>Метеостанция Тырныауз</i>	
	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.

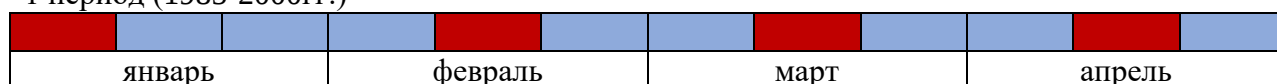
Это говорит о том, что изменения климата происходят пятнами, вероятно, связанными с высотой над уровнем моря. На более выровненных элементах рельефа произошло потепление климата, на возвышенных – похолодание в зимние месяцы (январь-февраль).

Данный факт следует учитывать при размещении сортов, связанных с морозостойкостью по зонам Республики с учетом цикличности изменений климата.

3.6 Графические модели оценки уязвимости конкретных фаз развития сортов груши в меняющихся условиях Кабардино-Балкарии

Разработаны графические модели наиболее уязвимых периодов наступления критических температурных стрессов зимне-весеннего периода для различных сортов груши в разных зонах садоводства Кабардино-Балкарии (рисунки 13-15, Приложение К).

1 период (1985-2000гг.)



2 период (2001-2024гг.)

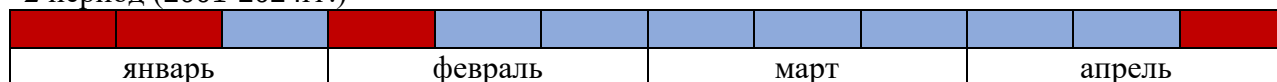
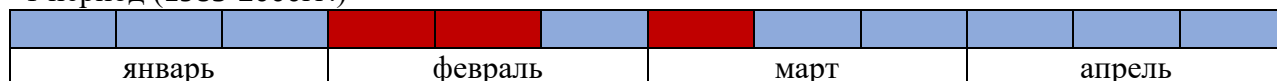


Рисунок 13 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимне-весеннего периода для груши сорта **Вильямс** в Степной зоне Кабардино-Балкарии

1 период (1985-2000гг.)



2 период (2001-2024гг.)

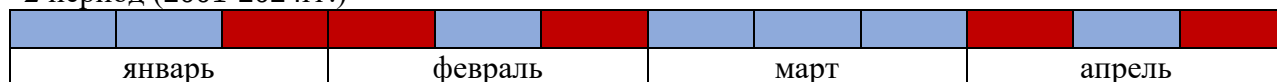
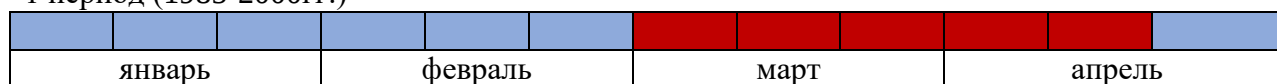


Рисунок 14 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимне-весеннего периода для груши сорта **Вильямс** в Предгорной зоне Кабардино-Балкарии

1 период (1985-2000гг.)



2 период (2001-2024гг.)

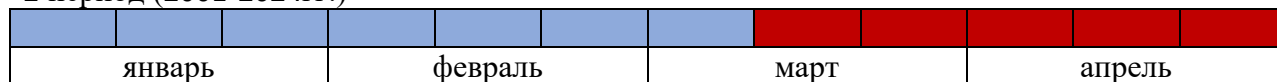


Рисунок 15 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимне-весеннего периода для груши сорта **Вильямс** в Горно-Степной зоне Кабардино-Балкарии

Анализ представленных графических моделей позволяет сказать, 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.

Данный факт 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. То есть 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.

М.Д. Месарович (1973) пишет: «Следует подчеркнуть, что для прогресса в понимании сложных биологических организаций использование теории многоуровневых систем считается совершенно необходимым».

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, характеристиками структуры этих связей,

обуславливающих целостность сложного объекта, и возникновение у него вновь при изменении условий выращивания эмерджентных его свойств.

В настоящей работе сделана попытка изучить эффекты взаимодействия эмерджентных свойств во временной динамике продукционного периода и сдвигах ВГС.

Эмерджентные свойства – заново возникающие свойства у сортов плодовых культур при сдвигах феномена ВГС.

Для анализа их возникновения необходимо было провести системные исследования по раскрытию механизма ВГС. При этом среди многих связей в системе растений следовало выделить главные, в данном случае генотип-температурные условия зимне-весеннего периода. Это позволило изучить закономерности, в силу которых они возникают и разработать принципы рационального сортов груши.

В нашей работе 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 (см. гл. 2 «Объекты исследования»).

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 21-23 следует, что с изменением частоты лет и географических точек произошла смена уровня морозостойкости сортов в разных зонах садоводства на территории Краснодарского края.

Таблица 21 – Смена рангов морозостойкости сортов груши летнего срока созревания во времени 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 22 – Смена рангов морозостойкости сортов груши осеннего срока созревания во времени 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

Продолжение таблицы 22

	<i>Второй период лет (2001-2024гг.)</i>					
	17,4	1	30,4	2	30,1	2
Дево	<i>Первый период лет (1985-2000гг.)</i>					
	26,7	2	20,0	1	20,1	1
	<i>Второй период лет (2001-2024гг.)</i>					
	21,7	1	21,7	1	43,5	2

Из таблицы следует, что с изменением частоты проявления критических температур зимне-весеннего периода также произошла смена уровня морозостойкости изучаемых сортов в Краснодарском крае.

Так, 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 23 – Смена рангов морозостойкости сортов груши зимнего срока созревания во времени 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 Стеной и Предгорной зонах. Сорта Зимняя млиевская и Джанкойская поздняя – во всех трех изучаемых зонах садоводства.

Данная информация была 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

Климат – это совокупность погодных условий, характерных для данной местности и повторяющихся во времени. Он изменяется на земле в пространстве от юга к полярным областям в зависимости от нулевой высоты над уровнем моря до высоких гор.

В 1970 г. По инициативе академиков М. Будько и Ю. Израэля был поставлен вопрос об оценке изменений климата для сельского хозяйства России.

На основании рекомендации Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) при рассмотрении эволюции климата в качестве стандарта должны использоваться 30-летние периоды, поскольку они близки к циклам Брюкнера (Bruckner, 1890; Halbergatal, 2008, 2010).

А.Я. Сидорин в 2012 году пишет, что при анализе температурных данных установлен тренд их изменчивости в зимний период через 33-35 летний цикл.

Существующая цикличность климата и прогноз реакции растений на эти процессы – одна из наиболее насущных проблем современной экологии и селекции.

Современные 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 24).

Таблица 24 - Предполагаемая перспектива размещения изучаемых сортов груши по зонам садоводства Краснодарского края в связи с ожидаемым изменением климата в 2030-2032 гг.

Название сорта	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
БереКлержо	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.

Он основан на том, что каждый компонент морозостойкости и урожайности формируется на фоне конкретного лимитирующего фактора. То есть один компонент может зависеть от одного спектра генов (например, степень адаптивности к условиям среды каждой фазы развития), другой – другим (например, продолжительностью фаз онтогенеза) и т. д.

Предлагаемый способ заключается во вкладывании метеоданных в рамки периодов онтогенеза цветковых почек и объединение признаков двух систем – растения и среды по каждой фазе онтогенеза.

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.

3.10 Цифровой пространственный анализ пригодности территорий Краснодарского края и Кабардино-Балкарии для рационального размещения сортов груши с учетом цикличности климата

Концептуальная идея компьютерной автоматизации оценки ресурсного потенциала территорий выращивания и природного потенциала культур для их рационального размещения состоит из следующих алгоритмов (рисунок 16):

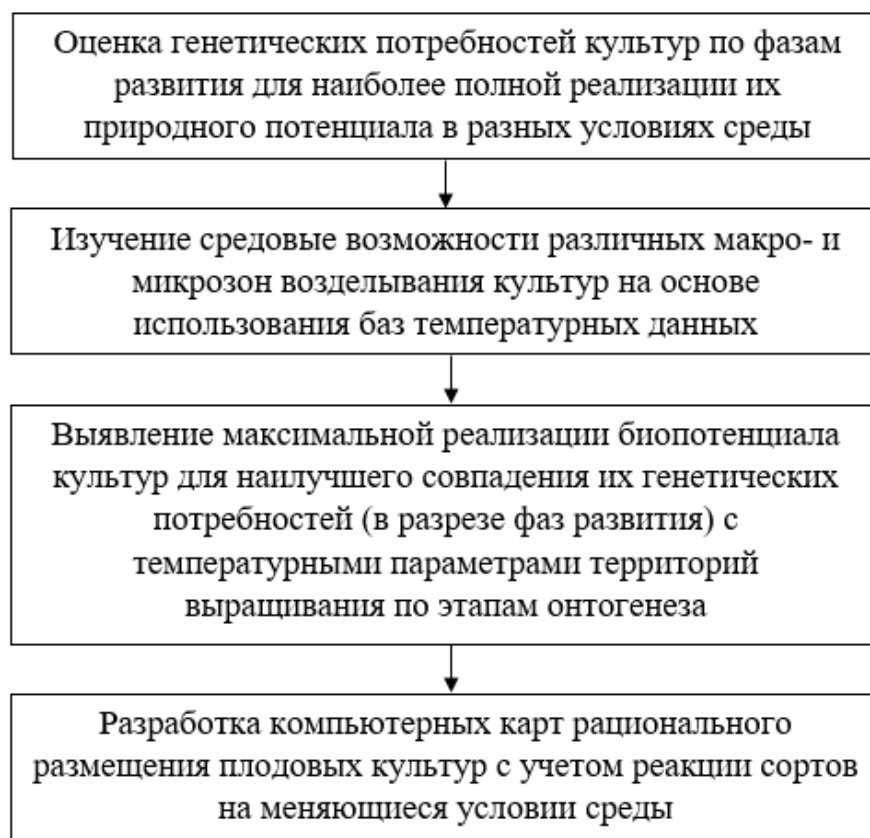


Рисунок 16 - Концептуальная идея компьютерной автоматизации оценки ресурсного потенциала территорий выращивания и природного потенциала культур для их рационального размещения

Существующая система землепользования не всегда считается с проявлением температурных стрессоров на территории 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 рационального размещения культуры груши 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 17-19 (а,б)) и республики Кабардино-Балкария (рисунки 20, 21 (а-г)). Представленные цифровые когнитивные модели позволяют подбирать

условия среды для сортов груши (нумерация районов представлена в Приложении Л).

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.

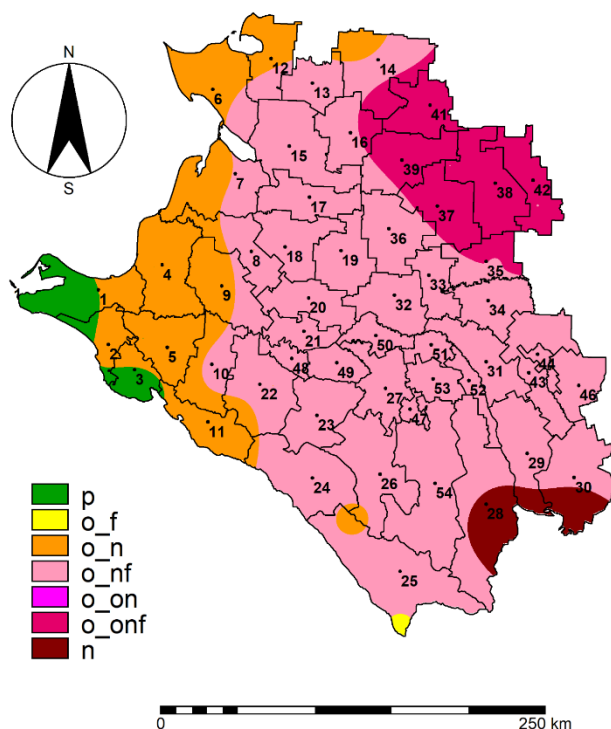


Рисунок 17а - Карта пригодности территорий Краснодарского края для груши сорта **Вильямс** 1986-2000 гг.

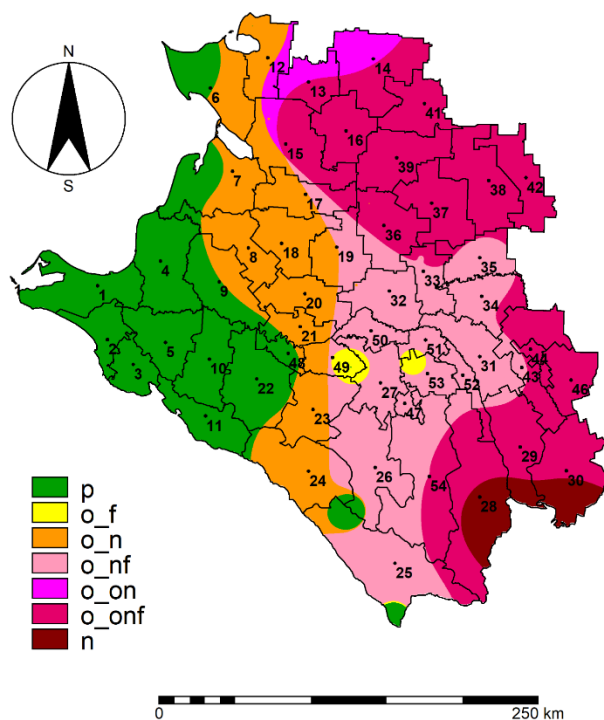


Рисунок 17б - Карта пригодности территорий Краснодарского края для груши сорта **Вильямс** 2001-2024 гг

Условные обозначения:

р – пригодно без ограничений

п - непригодно

о_f– ограниченно пригодно в фазу цветения

о_n– ограниченно пригодно в фазу набухания

о_nf– ограниченно пригодно в фазы распускания и цветения

о_on– ограниченно пригодно в фазы органического и вынужденного покоя

о_onf– ограниченно пригодно в фазы органического покоя, набухания и цветения

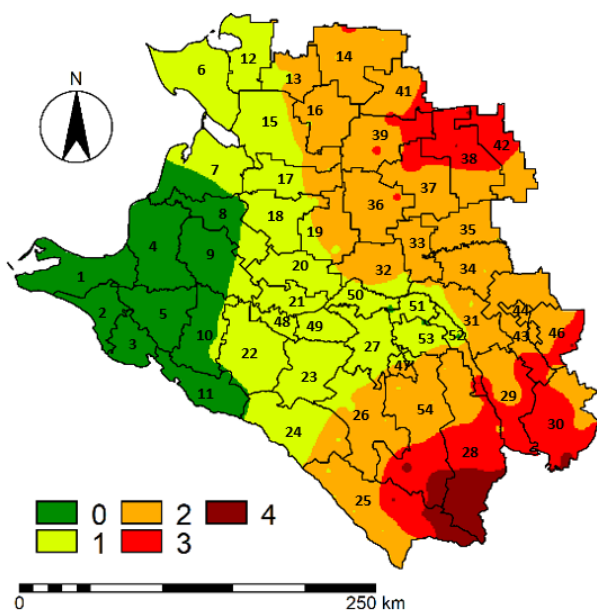


Рисунок 18а - Карта пригодности территорий Краснодарского края для груши сорта **Киффер** 1986-2000 гг.

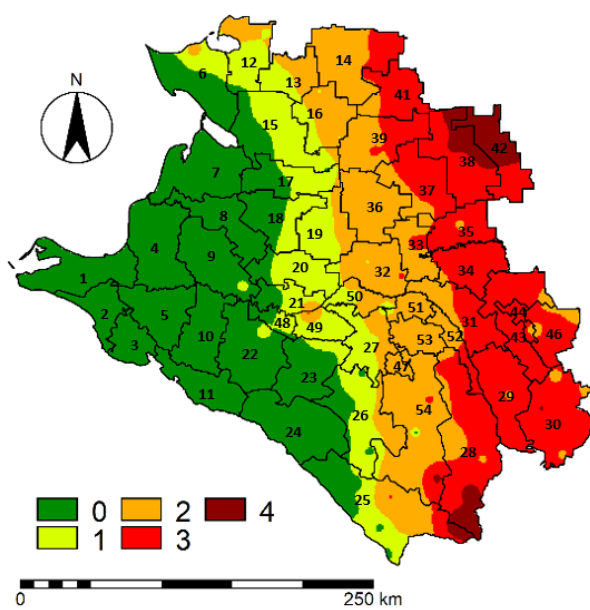


Рисунок 18б - Карта пригодности территорий Краснодарского края для груши сорта **Киффер** 2001-2024 гг.

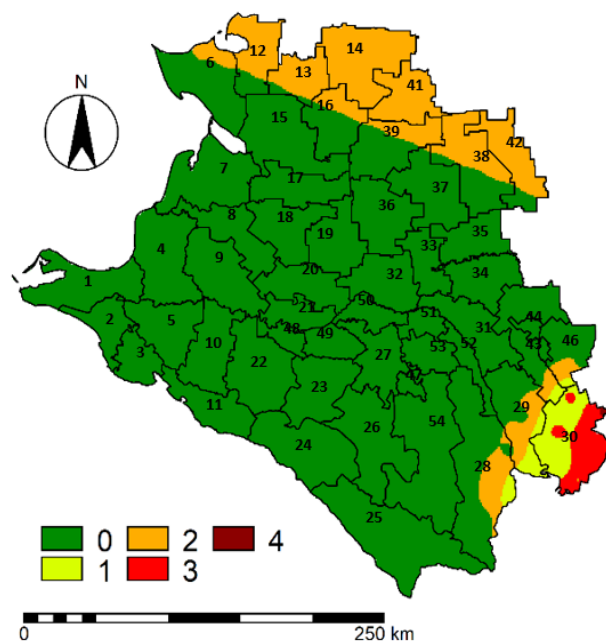


Рисунок 19а - Карта пригодности территорий Краснодарского края для груши сорта **Левен** 1986-2000 гг.

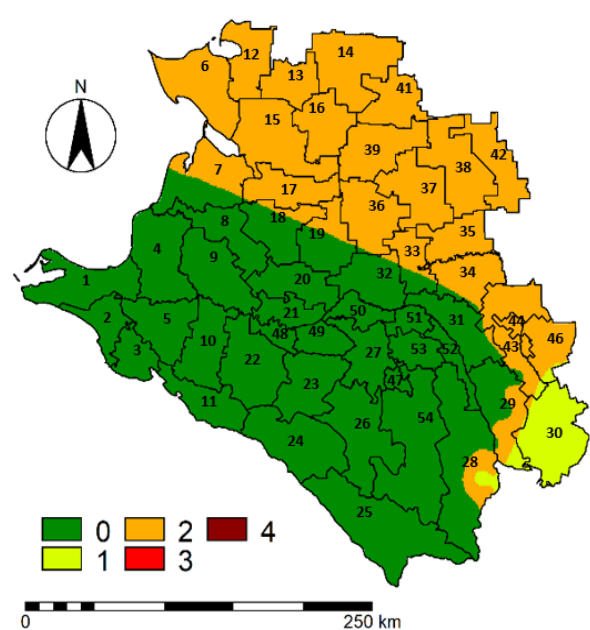


Рисунок 19б - Карта пригодности территорий Краснодарского края для груши сорта **Левен** 2001-2024 гг.

Условные обозначения:

- 0 – пригодно на 100%
- 1 – пригодно на 75%
- 2 – пригодно на 50%
- 3 – пригодно на 25%
- 4 – непригодно

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).

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

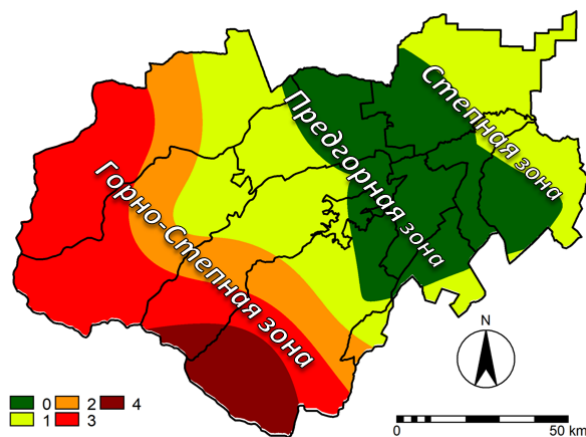


Рисунок 20а - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для груши сорта **Киффер**, 1985-1995 гг.

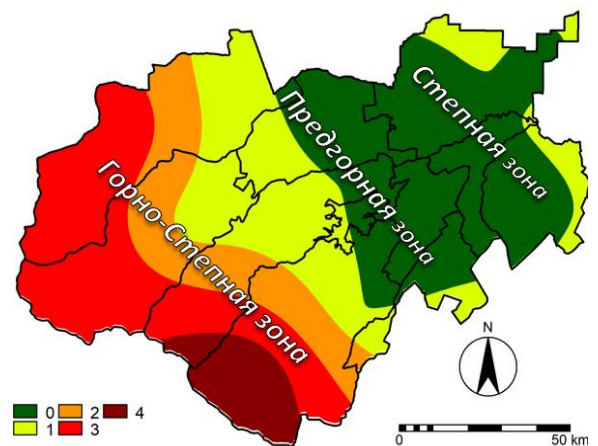


Рисунок 20б - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для груши сорта **Киффер**, 1995-2005 гг.

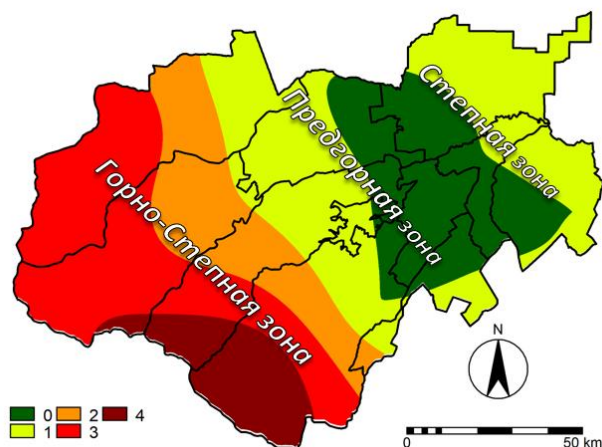


Рисунок 20в - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Киффер** 2005-2015 гг.

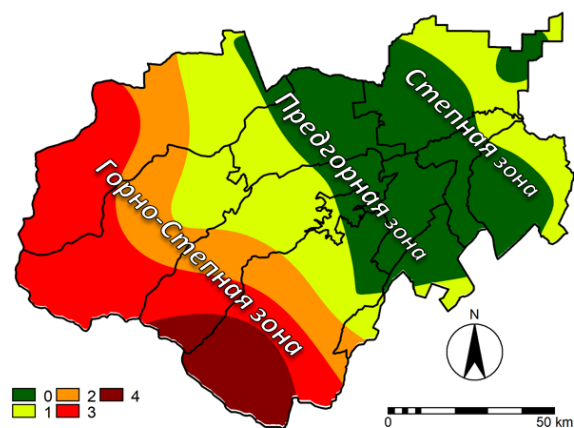


Рисунок 20г - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Киффер**, 2015-2022 гг.

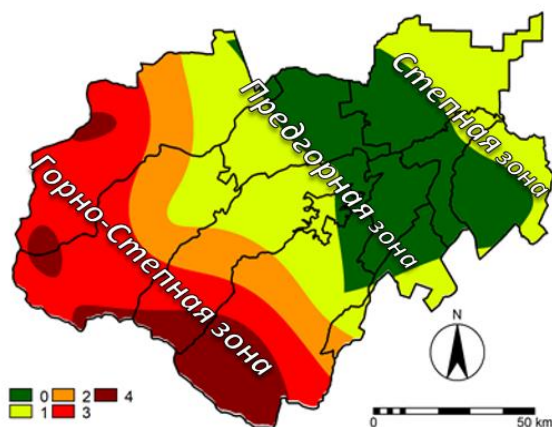


Рисунок 21а - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Левен**, 1985-1995 гг.

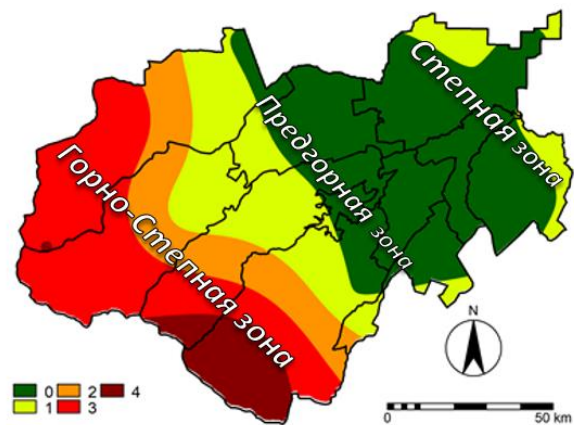


Рисунок 21б - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Левен**, 1995-2005 гг.

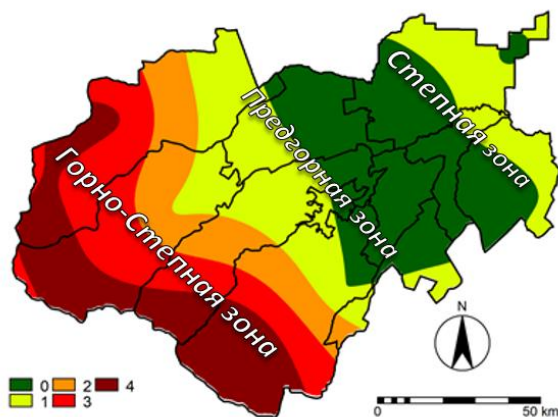


Рисунок 21в - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Левен**, 2005-2015 гг.

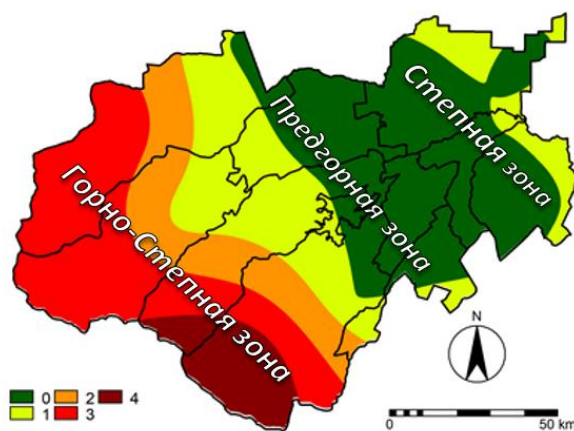


Рисунок 21г - Карта пригодности территорий Кабардино-Балкарии для группы сорта **Левен**, 2015-2022 гг.

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

3.11 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 микрозон территорий, соответствующих требованиям сортов по конкретным фазам развития.

При оптимизации размещения сортов уровень реализации хозяйственной продукции увеличивается до 60% (таблица 25-27) (Драгавцева и др., 2023).

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. 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 %.

Таблица 25 – 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

Таблица 26 – Экономическая эффективность производства груши (сорта **осеннего** срока созревания) при правильном размещении насаждений

Показатель	Киффер		Аббат Фетель		Бере Клержо		Дево	
	Контроль	Расчетный	Контроль	Расчетный	Контроль	Расчетный	Контроль	Расчетный
Урожайность, т/га	20,3	29,4	13,5	20,9	20,1	30,2	22,3	32,3
Отклонение от контроля:								
абсолютное, т/га	х	9,1	х	7,4	х	10,1	х	10,0
относительное, %	х	45,0	х	55,0	х	50,0	х	45,0
Затраты на производство, тыс.руб./га	1007,8	1245,3	831,0	1024,1	1002,6	1263,9	1059,8	1320,7
Выручка от реализации, тыс.руб./га	1351,5	1959,6	898,8	1393,1	1338,1	2007,2	1484,6	2152,7
Прибыль от реализации, тыс.руб./га	343,7	714,3	67,8	369,0	335,5	743,3	424,8	832,0
Отклонение от контроля:								
абсолютное, тыс.руб./га	х	370,6	х	301,3	х	407,8	х	407,2
относительное, %	х	107,9	х	444,6	х	121,5	х	95,8
Рентабельность продукции, %	34,1	57,4	8,2	36,0	33,5	58,8	40,1	63,0
Отклонение от контроля:								
абсолютное, п.п.	х	23,3	х	27,9	х	25,3	х	22,9

Таблица 27 – Экономическая эффективность производства груши (сорта зимнего срока созревания) при правильном размещении насаждений

Показатель	Левен		Джанкойская поздняя		Зимняя млиевская		Александрин Дульяр	
	Контроль	Расчетный	Контроль	Расчетный	Контроль	Расчетный	Контроль	Расчетный
Урожайность, т/га	18,9	30,2	12,6	18,3	11,2	16,2	7,0	10,9
Отклонение от контроля:								
абсолютное, т/га	х	11,3	х	5,7	х	5,0	х	3,9
относительное, %	х	60,0	х	45,0	х	45,0	х	55,0
Затраты на производство, тыс.руб./га	1009,9	1387,3	800,3	989,0	753,7	921,4	613,9	742,0
Выручка от реализации, тыс.руб./га	1694,8	2711,7	1129,9	1638,3	1004,3	1456,3	627,7	972,9
Прибыль от реализации, тыс.руб./га	684,9	1324,4	329,6	649,4	250,7	534,9	13,8	230,9
Отклонение от контроля:								
абсолютное, тыс.руб./га	х	639,5	х	319,7	х	284,2	х	217,1
относительное, %	х	93,4	х	97,0	х	113,4	х	1571,5
Рентабельность продукции, %	67,8	95,5	41,2	65,7	33,3	58,1	2,3	31,1
Отклонение от контроля:								
абсолютное, п.п.	х	27,6	х	24,5	х	24,8	х	28,9

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 пластичность 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 ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров, В.А. Колебания и изменения, и их влияния на экосистемы юго-восточной и центральной Европы, а также юго-восточных районов США: дисс. ... д-ра физ.-мат. наук: 25.00.30 / Александров Владимир Аркадьевич. – Санкт-Петербург, 2006. – 98 с.
2. Ахматов, К.А. Адаптация древесных растений к засухе / К.А. Ахматов.– Фрунзе: Илим, 1976. – 156 с.
3. Баркинхоев, М.М. Природно-климатические ресурсы Ингушетии / М.М.Баркинхоев, Ш.Б. Хашегульгов. – Нальчик: Эльфа, 2002. – 224 с.
4. Бестаев, В.И. Экологические основы оптимизации размещения плодовых культур в Центральном Предкавказье / В.И. Бестаев, С.А. Абаев // Матер. заочной научно-практич. конф. (в рамках СНГ). – Нальчик, 2000. – С.62 - 64.
5. Бисти, Е.Г. Выбор садопригодных земель для яблони, груши и вишни в областях Центральной черноземной зоны / Е.Г. Бисти // Агротехника плодовых культур: Научные труды. –Москва, 1982. –С. 8-42.
6. Будько, М.И. Антропогенные изменения климата / М.И. Будько, Ю.А. Израэль. – Ленинград: Гидрометиздат, 1987. – 106 с.
7. Вавилов, Н.И. Учение о происхождении культурных растений после Дарвина / Н.И. Вавилов, // Сов. наука. – 1940. – №. 2. – С. 55-75.
8. Важов, В.А. Методические указания оценки территории Крыма для абрикоса / В.А, Важов // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 1987. – №63. – С. 85-89.
9. Визнер, Ю. Биология развития растений с приложением исторического очерка / Ю. Визнер. – Санкт-Петербург, 1892. – 493 с.
10. Винер, Н. Кибернетика / Н. Винер// Вестник АН СССР. – 1964. – № 7. – С. 16.

11. Воейков, А.И. Климаты земного шара, в особенности России / А.И. Воейков. – Санкт-Петербург: Картогр. заведение А. Ильина, 1884. – 640 с.
12. Генкель, П.А. О физиологии состояния покоя и способах его диагностики / П.А. Генкель, Е.З. Окнина // Физиология состояния покоя у растений. – Москва: Наука, 1968. – С. 29-54.
13. Гордеев, А.В. Биоклиматический потенциал России: продуктивность и рациональное размещение сельскохозяйственных культур в условиях изменения климата / А.В. Гордеев, А.Д. Клещенко, Б.А. Черняков. О.Д. Сиротенко. – Москва: Т-во научных изданий КМК, 2012. – 512 с.
14. Гордеев, А.В. Биоклиматический потенциал России: теория и практика / А.В. Гордеев, А.Д. Клещенко, О.Д. Черняков, О.Д. Сиротенко. – Москва: Товарищество науч. изд. КМК, 2008. – 205 с.
15. Груза, Г.В. Обнаружение изменений климата: состояние, изменчивость и экстремальность климата / Г.В. Груза, Э.Я. Ранькова // Метеорология и гидрология. – 2004. – №4. – С. 50-68.
16. Давитая, Ф.Ф. Прогноз обеспеченности теплом и некоторые проблемы сезонного развития природы / Ф.Ф. Давитая. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1964. – 132 с.
17. Дарвин, Ч. Происхождение видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятных рас в борьбе за жизнь: Пер. с шестого изд. (Лондон, 1872) / Чарльз Дарвин; Отв. ред. А. Л. Тахтаджян. – Санкт-Петербург: Наука, 2001. – 568 с.
18. Дорошенко Т.Н. Адаптивный потенциал плодовых растений юга России / Т.Н.Дорошенко, Н.В.Захарчук, Л.Г. Рязанова.– Краснодар: Просвещение-Юг, 2010. – 131 с.
19. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
20. Драгавцев, А.П. Горное плодоводство / А.П. Драгавцев. – Москва: Сельхозгиз, 1958. – 431 с.

21. Драгавцев, В.А. Управление взаимодействием «генотип–среда» – важнейший рычаг повышения урожаев сельскохозяйственных растений / В.А. Драгавцев, И.А. Драгавцева, И.Л. Ефимова, А.С. Моренец, И.Ю. Савин // Труды КубГАУ. – 2016. – № 59. – С. 105-121.

22. Драгавцев, В.А. Эколого-генетический контроль количественных признаков растений / В.А. Драгавцев, П.П. Литун, Н.М. Шкель, Н.Н. Нечипоренко // Доклады академии наук СССР. – 1984. – №3. – С. 720-723.

23. Драгавцева, И.А. Анализ ресурсного потенциала земель Ставропольского края для возделывания плодовых культур / И.А. Драгавцева, Ю.И. Савин, С.В. Овечкин Л.А. Смирнова, Л.И. Желнакова, Н.Н. Марченко, И.Ю. Каторгин, С.А. Антонов, Д.Ю. Андреянов. – Москва: ГНУ «Росинформагротех», 2007. – 191 с.

24. Драгавцева, И.А. Анализ тенденций наступления природных стресс-факторов среды и преодоление их негативного воздействия на плодовые культуры юга России / И.А. Драгавцева, А.А. Кузьмина, С.Н. Артюх, В.С. Акопян. – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2011. – 48 с.

25. Драгавцева, И.А. Применение автоматизированного системного анализа для прогноза продуктивности плодовых культур на Юге страны / И.А. Драгавцева, Е.В. Луценко, Л.М. Лопатина, Н.Е. Луценко// Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – Краснодар: СКЗНИИСВ. – 2002. – С.8-11.

26. Драгавцева, И.А. Применение системного анализа для прогнозирования успешности сельскохозяйственных культур (на примере плодовых) / И. А. Драгавцева, Е.В. Луценко, Л.М. Лопатина Н.Е, Луценко// В сб. «Формы и методы повышения эффективности координации исследований для ускорения процесса передачи реальному сектору экономики завершенных разработок). – Краснодар: СКЗНИИСИВ, 2022. – С. 62-67.

27. Драгавцева, И.А. Развитие цветковых почек алычи в связи с зимостойкостью ее сортов в условиях Крыма/Драгавцева Ирина Александровна: автореф. дис. канд. с.-х. наук. – Одесса, 1966. – 21 с.

28. Драгавцева, И.А. Ресурсный потенциал земель Кабардино-Балкарии для возделывания плодовых культур / И.А. Драгавцева, И.Ю. Савин, Т.Х. Эркенов, В.Н. Бербекоев, З.П. Ахматова, А.Р. Карданов. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2011. – 100 с.

29. Драгавцева, И.А. Ресурсный потенциал земель Краснодарского края для возделывания плодовых культур / И.А. Драгавцева, И.Ю. Савин, С.В. Овечкин. – Краснодар: СКЗНИИСиВ, 2005. – 138 с.

30. Драгавцева, И.А. Ресурсный потенциал земель Северного Кавказа для плодового хозяйства / И.А. Драгавцева, И.Ю. Савин, Н.Г. Загиров, В.В. Доможирова, М.-Р.А. Казиев, З.П. Ахматова, А.С. Моренец, С.Б. Батталов. – Махачкала, Краснодар: ФГБНУ Дагестанский НИИСХ, 2016. – 136 с.

31. Драгавцева, И.А. Ретроспективный анализ роста плодовых деревьев в условиях микрозон / И.А. Драгавцева, Г.Н. Теренько, А.А. Олисаев, О.А. Святкина. – Владикавказ: СКЗНИИСиВ, 1996. – 22 с.

32. Драгавцева, И.А. Стратегические направления развития науки в области плодового хозяйства в новом столетии / И.А. Драгавцева, Л. М. Лопатина // Садоводство и виноградарство. – 2002. – № 4. – С. 1.

33. Драгавцева, И.А. Управление продуктивностью плодовых культур на основе изучения адаптивного потенциала генотипов и среды их выращивания на примере юга России / И.А. Драгавцева, Н.Н. Марченко, И.Ю. Савин // Садоводство и виноградарство. – 2009. – № 5. – С. 26-28.

34. Дьяков, А.Б. Надорганизменные биологические системы и принципы их изучения / А.Б. Дьяков. – Краснодар: Просвещение-Юг, 2019. – 267 с.

35. Елманов, С.И. Зимнее развитие цветочных почек персика и абрикоса / С.И. Елманов // Труды Никитского ботанического сада. – 1959. – Т. 29. – С. 51-268.

36. Ермоленко, В.Г. Анализ временной и пространственной изменчивости температурного и влажностного режима весенне-летнего периода на юге России для выращивания плодовых культур (на примере

Ставропольского края) / В.Г. Ермоленко., И.А. Драгавцева, Р.А. Оплачко, А.П. Кузнецова, Е.А. Оплачко // Биология растений и садоводство: теория и инновации. – 2022. – №159. – С. 63-71.

37. Жуков, В.А. Стохастическое моделирование и прогноз агроклиматических ресурсов при адаптации сельского хозяйства к региональным изменениям климата на территории России / В.А. Жуков, О.А. Святкина // Метеорология и гидрология. – 2000. – № 1. – С. 100-109.

38. Загиров Н.Г. Формирование продуктивности осенних сортов груши в условиях южной части приморской низменности Дагестана / Н.Г. Загиров, Ю.В. Трунов, Ф.Б. Ахмедов // В сборнике: Экологические проблемы в отечественном садоводстве: IV Потаповские чтения. Материалы Всероссийской национальной научно- практической конференции, посвященной памяти доктора сельскохозяйственных наук, профессора, лауреата Государственной премии В. А. Потапова. – Мичуринск, 2022. – С. 59-63.

39. Загиров, Н.Г. Научные основы адаптивного возделывания многолетних плодово-ягодных культур в горном Дагестане / Н.Г. Загиров, М.Д. Нефтялиев, Н.С. Таймазова, Ш.А. Гюльмагомедова. – Махачкала, 2010. – 240 с.

40. Иванов, А.Л. Глобальные изменения климата и прогноз рисков в сельском хозяйстве России / А.Л. Иванов, В.И. Кирюшин. – Москва: Россельхозакадемия, 2009. – 518 с.

41. Иванов, В.Ф. Требования к почвенным условиям. Выбор участка и оценка пригодности почв под сады / В.Ф. Иванов. – Москва: ВО Агропромиздат, 1989. – С. 65-97.

42. Иванов, В.Ф. Экология плодовых культур / В.Ф. Иванов, А.С. Иванова, Н.Е. Опанасенк, И.В. Костенко. – Киев: Аграрна наука, 1998. – 407 с.

43. Ионова, М.А. Продолжительность периода покоя у абрикоса в средней полосе / И.А. Ионова // Докл. ВАСХНИЛ, 1958. – №21. – С. 19-22.

44. Йоганнсен, В.Л. Элементы точного учения об изменчивости и наследственности / В.Л. Йоганнсен. – Москва-Ленинград: Сельхозгиз, 1933. – 410 с.
45. Каличкин, В.К. Агрономические геоинформационные системы / В.К. Каличкин, А.И. Павлова. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2018. – 347 с.
46. Кастлер, Г. Место теории информации в биологии / Г. Кастлер // Теория информации в биологии. – Москва, 1960. – 188с.
47. Кельрейтер, Й.Г. Учение о поле и гибридизации растений / Й. Г. Кельрейтер. – Москва: Сельхозгиз, 1938. – 246 с.
48. Кирюшин, В.И. Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. – Москва: Колос, 1996. – 225 с.
49. Колкер, Ю.И. Математическая модель органогенеза растений и принцип лимитирования / Ю.И. Колкер, Р.А. Полуэктов // Программирование урожаев сельскохозяйственных культур. – Москва, 1975. – С. 104-108.
50. Копылов, В.И. Плодоводствоосновамиэкологииипитомниковводства: учеб. пособиедлявузов / В.И. Копылов, Е.Б. Балыкина, И.Б. Беренштейн, В.А. Бурлак, Н.Г. Валеева, И.А. Драгавцева, А.М. Пичугин, В.А. Рябов, С.И. Складар, В.Н. Сторчоус, Н.М. Стрюкова. –Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 396 с.
51. Корсакова С.П. Методологические основы экологического моделирования и прогнозирования реакции растений на изменения климата: автореф. дис. ... д-ра биол. наук: 03.02.08 /Корсакова Светлана Павловна. – Ялта, 2019. – 46 с.
52. Костецкая, Е.И. Агробιολογические особенности сортов груши в центральной части Кубани: автореф. дис. ... канд. с.-х наук: 06.536 / Костецкая Елена Ивановна. – Нальчик, 1970. – 18 с.
53. Красичков, В.П. Селекция тонковолокнистого хлопчатника в Таджикистане / В.П. Красичков. – Сталинабад: Таджикгосиздат, 1950. – 112 с.

54. Красова, Н. Г. Зимостойкость сортов груши селекции ВНИИСПК / Н.Г. Красова, С.В. Резвякова, В.А. Трунова // Совершенствование сортимента и технологии возделывания груши. – Орел, 1997. – С. 43-45.
55. Культиасов, И.М. Экология растений / И.М. Культиасов. – Москва: МГУ, 1982. – 384 с.
56. Лархер, В. Экология растений / В. Лархер. – Москва: МИР, 1978. – 384 с.
57. Лобанов Г.А. Биологические особенности груши / Г.А. Лобанов. – Москва: Сельхозгиз, 1960. – 69с.
58. Любименко, В. О спящих почках / В. Любименко // Тр. СПб. о-ва естествоиспытателей, 1908. – Т. 20. – С. 1-66.
59. Любименко, В.П. Биология растений: Анализ приспособительной деятельности растения. – Ленинград: Гос. изд-во, 1924. – 359 с.
60. Максимов, И.А. Краткий курс физиологии растений. Влияние температуры на рост / И.А. Максимов. – Москва: Сельхозгиз, 1958. – 559 с.
61. Мелони, М. Эпигенетическая революция в пристальном рассмотрении / М. Мелони, Дж. Тиеста // Биосфера. – 2015. – №7(4). – С. 450-467.
62. Месарович, М. Теория иерархических многоуровневых систем / М.Месарович, Д.Мако, И.Такахара. – Москва: МИР, 1973. – 344 с.
63. Мищенко, З.А. Суточный ход температуры воздуха и его агроклиматическое значение / З.А. Мищенко. – Ленинград: Гидрометеиздат, 1962. – 198 с.
64. Нестеров, Я.С. Период покоя плодовых культур / Я.С. Нестеров. – Москва: Сельхозиздат, 1962. – 152 с.
65. Ноздрачева Р.Г. Пути совершенствования сортимента абрикоса селекции Воронежского ГАУ / Р.Г. Ноздрачева, Е.В. Щербакова // Труды Кубанского государственного аграрного университета. –2023. –№ 106. –С. 343-351.
66. Одум, М. Экология / М. Одум. – Москва: МИР, 1986. – 328 с.

67. Павлова, В.Н. Агроклиматические ресурсы и продуктивность сельского хозяйства России при реализации новых климатических сценариев в XXI в. / В.Н. Павлова // Труды Главной геофизической обсерватории имени А.И. Воейкова. – 2013. – № 569. – С. 20-37.
68. Пашкевич, В.В. Области и районы плодовогодства СССР. – М., 1928. – 324 с.
69. Перетолчин, К. Изменение запасных веществ наших деревьев в период зимнего покоя / К. Перетолчин // Известия лесного института. –1904. – Вып. 2. – С. 26-31.
70. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под общ. ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел, 1999. – 606 с.
71. Прусс, А. Г. Груша / А. Г. Прусс. – Ленинград: Колос, 1974. – 80 с.
72. Рожков, В.А. Электронный почвенно-экологический атлас / В.А. Рожков, В.Б. Вагнер, Д.И. Рухович // Почвы, их эволюция, охрана и повышение производственной способности. – Минск-Гомель, 1995. – С. 14-15.
73. Рубцов, Г.А. Полиморфизм и очаги видообразования груши в СССР / Г.А. Рубцов // Докл. АН СССР. –1939. – Т. 24. – № 1. –С. 80-83.
74. Руденко, А.И. Определение фаз развития сельскохозяйственных растений / А.И. Руденко. – Москва: Изд-во Москов. Общ-ва испытателей природы, 1980. – 151 с.
75. Ряднова, И.М. Период покоя плодовых почек и характер плодоношения у груши / И.М. Ряднова. // Агробиология. – 1950. – № 1. - С. 130-134.
76. Ряднова, И.М. Покой плодовых деревьев / И.М. Ряднова // Вестник с.-х. науки. – 1963. – № 7.

77. Савин, И.Ю. Анализ почвенных ресурсов на основе геоинформационных технологий: автореф. дис. ... д-ра с.-х наук: 03.00.27/ Савин Игорь Юрьевич. – Москва, 2004. – 50 с.

78. Савин, И.Ю. Геоинформационные системы в оценке биопродуктивности почвенного покрова // Тез. докл. междунар. конф. «Анализ систем на рубеже тысячелетий»: теория и практика. – Москва, 1998. – С. 207-208.

79. Савин, И.Ю. Геоинформационный анализ ресурсного потенциала земель для сельскохозяйственных целей / И.Ю. Савин, Е.Г. Федорова // Современные проблемы почвоведения. – Москва, 2000. – С. 272-285.

80. Савин, И.Ю. Земельная геоинформационная система / И.Ю. Савин, И.А. Драгавцева // Системообразующие экологические факторы и критерии зон устойчивого развития плодородства на Северном Кавказе. – Краснодар, 2001. – С. 258-261.

81. Седов, Е.Н. Селекция груши /Е.Н. Седов, Е.А. Долматов. – Орел: ВНИИСПК, 1997. – 256 с.

82. Селянинов, Г.Т. Мировой агроклиматический справочник. / Г.Т. Селянинов. – Ленинград-Москва: Гидрометеиздат, 1937. – 428 с.

83. Селянинов, Г.Т. Современное состояние и пути развития сельскохозяйственной метеорологии. О возможности предвидения урожая по условиям погоды / Г.Т. Селяинов. – Ленинград: Гос. ин-т опытной агрономии, 1928, – 44 с.

84. Сеченов, И.М. Физиология нервной системы / И.М. Сеченов, И.П. Павлов, М.Е. Введенский. – Москва: Медгиз, 1952. – 142 с.

85. Сидорин, А.Я. О возможных механизмах возникновения 35-летнего цикла Брюкнера / А.Я. Сидорин // Наука и технологические разработки. – 2012. – Т. 91. – №2. – С.43-48.

86. Сиротенко, О.Д. Оценка влияния ожидаемых изменений климата на сельское хозяйство Российской Федерации / О.Д. Сиротенко, И.Г. Грингофф // Метеорология и гидрология. – 2006. – №8. – С. 92-100.

87. Судакевич, Ю.Е. Влияние климатических условий на зимнее развитие почек плодовых культур / Ю.Е. Судакевич // Сборник научных трудов ГНБС. – 1956. – Т.37. – с. 47-64.

88. Тимирязев, К.А. Жизнь растения: десять общедоступных чтений с приложением четырех публичных лекций / К.А. Тимирязев. – Москва-Ленинград: Гос. изд-во дет. лит. М-ва просвещения, 1949. – 254 с.

89. Трунов Ю.В. Проблемы интенсивного садоводства в средней полосе России / Ю.В. Трунов, А.В. Соловьев // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. – 2023а. – № 3 (74). – С. 6-11.

90. Трунов. Ю.В. Биология садовых культур / Ю.В. Трунов, И.Б. Кирина. – Санкт-Петербург: Лань. – 2023б. – 228 с.

91. Туз, А.С. Груша. Биологическая характеристика и исходный материал для селекции: Автореф. дис. ...д-ра с.-х. наук: 06.536 / А.С. Туз. – Ленинград, 1971. – 54 с.

92. Туманов, И.И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений / И. И. Туманов. – Москва: Сельхозгиз, 1940. – 366 с.

93. Туманов, И.И. Физиология закаливания и морозостойкости растений / И.И. Туманов. – Москва: Наука, 1979. – 352 с.

94. Тупицын, Д.И. Биология развития плодовых почек сливы в условиях Узбекистана: автореф. дис. ... канд. биол. наук / Тупицын Дмитрий Иванович. – Ташкент, 1955. – 18 с.

95. Шашко, Д.И. Агроклиматические ресурсы СССР / Д.И. Шашко. – Ленинград: Изд-во Акад.наук СССР, 1961. – 264 с.

96. Шашко, Д.И., Агроклиматическое районирование СССР / Д.И. Шашко. – Москва: Колос, 1967. – 335 с.

97. Шитт, П.Г. Плодоводство / П.Г. Шитт, В.П. Самсонова, И.Ф. Снитко, С.Д. Сухенко, Н.А. Казаков. – Пятигорск: Северо-Кавказское краевое государственное издательство, 1936. – 213 с.

98. Шолохов, А.М. Изучение морфогенеза цветковых почек в связи с сортоиспытанием и селекцией косточковых на зимостойкость. – Ялта: [б. и.], 1972. – 14 с.
99. Шолохов, А.М. Морфогенез генеративных почек / А.М. Шолохов, Т.М. Саввина. – Москва: Агропромиздат, 1989. – С. 35-41.
100. Эшби, У.Р. Введение в кибернетику / У.Р. Эшби. – Москва-Ленинград, 1959. – 362 с.
101. Юсубов, А.М. Изучение биологических особенностей абрикоса в средней полосе и разработка приемов агротехники по повышению зимостойкости цветковых почек: автореф. дис. ...канд. с.-х. наук: 06.536 / А.М. Юсубов. – Воронеж, 1957. – 28 с.
102. Яблонский, Е.А. Морфогенез генеративных почек персика и абрикоса и влияние на него экстремальных температур / Е.А. Яблонский, Т.С. Елманова // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. – 1983. – Вып. 52. – С. 87-89.
103. Bandyopadhyay, S. Assessment of Land Suitability Potentials for Agriculture Using a Remote Sensing and GIS Based Approach / S. Bandyopadhyay, R.K. Jaiswal, V.S. Hegde, V. Jayaraman // International Journal of Remote Sensing. – 2009. – 30. – P. 879-895.
104. Bertalanffy, von. L. General System Theory – A Critical Review / von. L. Bertalanffy // General Systems. – 1962. – Vol. VII. – P. 1-20.
105. Bewley J.D. Seed germination and dormancy / J.D. Bewley // The Plant Cell. – 1997. – Vol. 9. – №7. – P. 1055-1066.
106. Bruckner, E.A. Klima-schwankungen seit 1700 nebst bemerkungen über die Klimaschwankungen der Diluvialzeit/ E.A. Bruckner // Verhandlungen. – 1890. – № 4(2). – P. 43-58.
107. Burrough, P.A. Principles of geographical information systems for land resources assessment / P.A. Burrough. – N.Y., 1986. – 193 pp.

108. Chelaru D.A. The Analysis of Agricultural Landscape Change Using GIS Techniques / D.A. Chelaru, A. Ursu, F.C. Mihai // Scia Agronomic. – 2011. – Vol. 54. – P. 73-76.
109. Chelaru, D.A. The Analysis of Agricultural Landscape Change Using GIS Techniques / D.A. Chelaru, A. Ursu, F.C. Mihai // Scia Agronomic. – 2011. – Vol. 54. – pp. 73-76.
110. Chidly, T.R.E. Computerized systems of land resources appraisal for agricultural development / T.R.E. Chidly, J. Egly. – FAO, 1993. – 247 pp.
111. Considine, M.J. On the language and physiology of dormancy and quiescence in plants / M.J. Considine, J.A. Considine // Journal of Experimental Botany. – 2016. – Vol. 67. – №11. – P. 3189-3203.
112. El-Kawy, O.R.A. A developed GIS-based land evaluation model for agricultural land suitability assessments in arid and semiarid regions / O.R.A. El-Kawy, H.A. Ismail, J. K. Rød, A.S. Suliman // Research Journal of Agriculture and Biological Sciences. – 2010. – №6(5). – P. 1819-5415.
113. Faridi, M. Integration of GIS, Spatial Data Mining, and Fuzzy Logic for Agricultural Intelligence / M. Faridi, S. Verma, S. Mukherjee // Nature. – 2018. – pp. 171-183.
114. Halberg, F. Brückner-Egeson Lockyer (BEL) climate cycle in original Brückner's, Lockyer's and follow-up data / F. Halberg, T. Kenner, B. Fiser, J. Siegelova // Proceedings, Noninvasive Methods in Cardiology. – 2008. – №4(7). – P. 74-89.
115. Halberg, F. Thirty-Five Year climatic cycle in heliogeophysics, psychophysiology, military Politics, and economics / G. Cornélissen, R.B. Sothorn, J. Czaplicki, O. Schwartzkopff // Atmospheric and Oceanic Physics. – 2010. – Vol. 46. – №7. – P. 40-60.
116. Hammond, C.M. A procedure for land capability analysis in southern Africa, based on computer overlay techniques / C.M. Hammond, B.H. Walker // Landscape Planning. – 1984. – Vol. 11. – Issue 4. – P. 269-291.

117. Harlan, J.R. Agricultural Origins: Centers and Noncenters / Harlan J.R. // Science. –1971. – Vol. 174. – P. 468-474.
118. Hicks, J.R. A Reconsideration of the Theory of Value / J.R. Hicks, R.G.D. Allen // Economica. – 1934. – P. 52–75.
119. Holliday, R. Epigenetics: an overview / R. Holliday // Dev. Genet. – 1994. – №15. – P. 453–457.
120. Kakoulidou, I. Epigenetics for Crop Improvement in Times of Global Chang / I. Kakoulidou, E.V. Avramidou, M. Baránek, S. Brunel-Muguet [et al.] // Biology. – 2021. – №10. – 766 pp.
121. Konecny, M. Geograficke informacni systemy / M. Konecny, K. Rais // Folia prirodoved. fak. UJEP v Brae. – 1985. – T. 26. – № 13. – 196 pp.
122. Krishnaswami, V. Advances in Epigenetics for Crop Improvement and Sustainable Agriculture / V. Krishnaswami, M. Kumar, S. Vijayaraghavalu // Plant Genomics for Sustainable Agriculture. – 2022. – P. 351-370.
123. Le Bas, C. Soil databases to support sustainable development / C. Le Bas, M. Jamagne. – INRA-JRC, 1996. – 150 pp.
124. Lederberg, J. The meaning of epigenetics / J. Lederberg // The Scientist. – 2001. – №17. – 6 pp.
125. Lobell, D. Global scale climate crop yield relationships and impacts of resent warming / D. Lobell, F. Christopher // Environmental research Letters. Publishing. –2007. – P.1-7.
126. Luhmann, N. The autopoiesis of social systems / N. Luhmann // Sociocybernetic Paradoxes: Observation, Control and Evolution of Self-Steering Systems. – London: Sage, 1986. – P. 172–192.
127. Paszkowski, J. Selected aspects of transgenerational epigenetic inheritance and resetting in plants. / J. Paszkowski, U. Grossniklaus // Current Opinion of Plant Biology. – 2011. – №14. – P. 195-203.
128. Patel, N.R. Agro-ecological Zoning System-A Remote Sensing and GIS Perspective / N.R. Patel, U.K. Mandal, L.M. Pande // Journal of Agrometeorology. – 2000. – Vol. 2. – P. 1-15.

129. Rohde, A. Plant dormancy in the perennial context / A. Rohde, R.P. Bhalerao // Trends of Plant Science. – 2007. – Vol. 12. – №5. – P. 217-223.
130. Rossiter, D.G. ALES Version 4 User's Manual / D.G. Rossiter, A. van Wambeke. – Cornelle, 1993. – 170 pp.
131. Shannon, C.E. A Mathematical Theory of Communication / C.E. Shannon // Technical Journal. – 1948. – Vol. 27. – P. 379423-623656.
132. Spearman, C. «General intelligence» objectively determined and measured // American Journal of Psychology. – 1904. – Vol. 15. – № 88. – P. 201-292.
133. Waddington, C.H. Epigenetics and evolution / C.H. Waddington // Symp. Soc. Exp. Biol. – 1953. – №7. – P. 186-199.
134. Waddington, C.H. The epigenotype / C.H. Waddington // Endeavour – 1942. – №1. – P. 18-20.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А

Таблица А.1 – Определительная таблица ограниченной садопригодности почв по различным показателям для культуры груши (по данным Почвенного института им. В.В. Докучаева)

Лимитирующий фактор	Вид физико-химического анализа почвы	Показатели свойств почв для культуры груши	
		слой, см	груша
Слитость почвы	Определяется по значениям илистой фракции (0,001 мм), %	0-50	30
		50-100	30
		100-150	35
Гранулометрия почв	Определяется по значениям фракции физической глины (сумма фракций менее 0,01 мм), %	0-50	70
		50-100	70
		100-150	70
Карбонатность почв	Общий CaCO ₃ , %	0-50	<12
		50-100	12
		100-150	15
Засоление почвы	Содержание легкорастворимых солей, %(по плотному остатку анализа водной вытяжки). Тип засоления – хлоридно-сульфатный	0-50	0,30
		50-100	0,50
		100-150	0,50
Солонцеватость почвы	Определяется расчетом содержания Na от массы обменных оснований, %	0-50	10
		50-100	15
		100-150	20
Реакция почвенного раствора (рН водн.)	рН водн. определяется потенциометрически со стеклянным электродом	0-50	8,2
		50-100	8,6
		100-150	8,8
Плотность почвы	г/см ³ . Определяется по замерам объемной массы	0-50	1,50
		50-100	1,50
		100-150	1,60
Каменистость почвы	Скелетность определяется сухим просеиванием, по числу камней разного размера в единице объема, %	0-50	5
		50-100	5
		100-150	5
Уровень грунтовых вод	Замер уровня грунтовых вод в шурфах, скважинах, см	0-50	Нет
		50-100	Нет
		100-150	130
Эродированность почв	Содержание гумуса, по слоям профиля, %	0-50	1,0-1,2
		50-100	0,5-1,0
		100-150	0,5

Таблица В.1 - Сравнительный анализ фаз цветения сортов груши в 2021-2024 гг.

Сорт	2021	2022	2023	2024	2021	2022	2023	2024	2021	2022	2023	2024
	Начало цветения				Конец цветения				Балл цветения			
Летние сорта												
Краснодарская летняя	22.04	15.04	11.04	05.04	29.04	26.04	18.04	12.04	4	4	5	5
Кубанская сочная	15.04	18.04	13.04	09.04	22.04	24.04	23.04	16.04	5	5	5	5
Сказочная	14.04	16.04	05.04	03.04	19.04	20.04	17.04	12.04	5	5	5	4
Вильямс	15.04	18.04	08.04	05.04	21.04	23.04	15.04	12.04	4	4	5	5
Осенние сорта												
Бере Клержо	20.04	18.04	08.04	05.04	28.04	25.04	17.04	13.04	5	2	5	5
Дево	19.04	18.04	08.04	05.04	25.04	24.04	15.04	13.04	5	5	5	5
Краснобокая	16.04	15.04	05.04	03.04	20.04	21.04	13.04	10.04	5	4	5	4
Киффер	13.04	12.04	07.04	02.04	20.04	22.04	14.07	10.04	5	5	5	5
Зимние сорта												
Джанкойская поздняя	15.04	17.04	12.04	07.04	21.04	23.04	20.04	16.04	5	4	5	4
Александрин Дульяр	15.04	18.04	13.04	03.04	22.04	25.04	19.05	12.04	5	2	5	5
Левен	13.04	16.04.	07.04	07.04	19.04.	22.04.	14.04	15.04	5	5	5	5

Таблица В.1 - Критические минимальные температуры для сортов груши в разрезе фенологических фаз развития в зимне-весенний период

Фаза развития	Вынужденный покой	Набухание почек	Распускание цветковых почек	Появление лепестков	Цветение	Завязь плодов
Месяц	Январь I, II, III Февраль I	Февраль II, III	Март I, II, III	Апрель I, II	Апрель II, III	Апрель III Май I
Сорта летнего срока созревания						
Вильямс	-27	-25	-12	-3,0	-2	-1,5
Люберская	-27	-26	-13	-2,8	-2,5	-2,0
Кубанская сочная	-26	-24	-10	-2,0	-1,5	-1,5
Краснодарская летняя	-28	-26	-15	-3,5	2,5	-2,0
Сорта осеннего срока созревания						
Киффер	-27	-25	-12	-2,0	-2	-2,0
Аббат Фетель	-27	-25	-12	-2,0	-1,8	-1,9
Бере Клержо	-26	-25	-12	-2,0	-1,0	-2,0
Дево	-25	-24	-10	-2,0	-1,6	-1,5
Сорта зимнего срока созревания						
Левен	-28	-26	-13	-2,2	-2,0	-1,0
Джанкойская поздняя	-28	-26	-13	-2,5	-2,0	-2,0
Зимняя млиевская	-27	-26	-13	-2,5	-1,5	-1,9
Александрин Дульяр	-26	-24	-12	-2,0	-2,0	-1,5

Вероятности проявления критических минимальных температур зимне-весеннего периода в Прикубанской зоне садоводства для сортов груши различного срока созревания

Сорта летнего срока созревания

Таблица Г.1 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Люберская* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-27	-	-	2006	-27,7
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	-	-	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-13	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2,8	-	-	2004	-5,6
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	1999	-2,8	2020	-2,7
					2009	-1,8
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		4	
Вероятность гибели урожая (%)			20		17.4	

Таблица Г.2 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Кубанская сочная* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-26	1988	-26,5	2006	-27
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-24	-	-	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-10	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2	1999	-2,9	2004	-5,6
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	2005	-2,3
					2009	-1,8
					2020	-2,5
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			4		5	
Вероятность гибели урожая (%)			25		21,7	

Таблица Г.3 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Краснодарская летняя* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-28	-	-	-	-
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	-	-	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-15	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-3,5	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-2,5	1999	-2,8	2020	-2,7
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		1	
Вероятность гибели урожая (%)			20		4,5	

Сорта осеннего срока созревания

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

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-27	-	-	2006	-27,7
	Февраль I				-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-25	-	-	-	-
	Февраль III				-	-
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-12	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-1,8	-	-	2004	-5,6
					2005	-2,3
Начало цветения	Апрель III	<-1,6	1999	-2,8	2009	-1,8
					2020	-2,7
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		5	
Вероятность гибели урожая (%)			20		21,7	

Таблица Г.5 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Бере Клержо** в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-26	1988	-26,5	2006	-27,7
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-25	-	-	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-12	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2	-	-	2004	-5,6
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	1999	-2,8	2009	-1,8
					2020	-2,7
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			4		4	
Вероятность гибели урожая (%)			26,7		17,4	

Таблица Г.6 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Дево* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-25	1998	-26,5	2006	-27,7
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-24	-	-	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-10	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-1,6	-	-	2004	-5,6
					2005	-2,3
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	1999	-2,8	2009	-1,8
					2020	-2,7
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			4		5	
Вероятность гибели урожая (%)			26,7		21,7	

Сорта зимнего срока созревания

Таблица Г.7 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Джанкойская поздняя* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-26	1998	-26,5	2006	-27,7
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-24	-	-	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-12	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2	-	-	2004	-5,6
					2005	-2,3
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	1999	-2,8	2009	-1,8
					2020	-2,7
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			4		5	
Вероятность гибели урожая (%)			26,6		21,7	

Таблица Г.8 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Зимняя млиевская* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-27	-	-	2006	-27,7
	Февраль I				-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	-	-	-	-
	Февраль III				-	-
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-13	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-1,9	-	-	2004	-5,6
					2005	-2,3
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	1999	-2,8	2009	-1,8
					2020	-2,7
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		5	
Вероятность гибели урожая (%)			20		21,7	

Таблица Г.9 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Александрин Дульяр* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Краснодар)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-26	1998	-26,5	2006	-27,7
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-24	-	-	-	-
	Февраль III					
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-12	1985	-26,5	-	-
			1986	-25,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2	-	-	2004	-5,6
					2005	-2,3
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	1999	-2,8	2009	-1,8
					2020	-2,7
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			4		5	
Вероятность гибели урожая (%)			26,6		13,6	

Вероятности проявления критических минимальных температур зимне-весеннего периода в Предгорной зоне садоводства для сортов груши различного срока созревания

Сорта летнего срока созревания

Таблица Д.1 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Люберская* в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-27	-	-	2006	-31,0
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	1991	-27,0	-	-
	Февраль III		-	-	2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-13	1986	-18,0	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2,5	-	-	2004	-6,0
					2005	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-2	-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			2		4	
Вероятность гибели урожая (%)			13,3		17,4	

Таблица Д.2 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Краснодарская летняя** в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-26	-	-	2002	-27,7
	Февраль I		-	-	2006	-27,7
Вынужденный покой	Февраль II	<-24	1991	-27,0	-	-
	Февраль III		-	-	2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-10	1986	-18,0	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2	-	-	2004	-6,0
					2005	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	1997	-2,0	2009	-2,0
					2011	-2,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			4		7	
Вероятность гибели урожая (%)			20,0		30,4	

Таблица Д.3 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Кубанская сочная** в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-28	-	-	-	-
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	1991	-27,0	-	-
	Февраль III		-	-	2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-15	1986	-18,0	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-3,5	-	-	2004	-6,0
					2005	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-2	1997	-2,0	2009	-2,0
					2014	-2,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		5	
Вероятность гибели урожая (%)			21,4		21,7	

Сорта осеннего срока созревания

Таблица Д.4 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Аббат Фетель** в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-27	-	-	2006	-31,0
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-25	1991	-27,0	-	-
	Февраль III		-	-	2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-12	1986	-18,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2	-	-	2004	-6,0
					2005	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-1,8	1997	-2,0	2009	-2,0
					2014	-2,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		6	
Вероятность гибели урожая (%)			20,0		26,1	

Таблица Д.5 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Бере Клержо** в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-26	-	-	2002	-27,0
	Февраль I		-	-	2006	-31,0
Вынужденный покой	Февраль II	<-25	1991	-27,0	-	-
	Февраль III		-	-	2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-12	1986	-18,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2	-	-	2004	-6,0
					2005	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-1	1997	-2,0	2009	-2,0
					2014	-2,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		7	
Вероятность гибели урожая (%)			20,0		30,4	

Таблица Д.6 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Дево* в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-25	-	-	2002	-27,0
	Февраль I		-	-	2006	-31,0
Вынужденный покой	Февраль II	<-24	1991	-27,0	-	-
	Февраль III		-	-	2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-10	1986	-18,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2	-	-	2004	-6,0
					2005	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-2	1997	-2,0	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		5	
Вероятность гибели урожая (%)			20,0		21,7	

Сорта зимнего срока созревания

Таблица Д.7 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Джанкойская поздняя* в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-28	-	-	2006	-31,0
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	1991	-27,0	-	-
	Февраль III		-	-	2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-13	1986	-18,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2,5	-	-	2004	-6,0
					2005	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-2	1997	-2,0	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		4	
Вероятность гибели урожая (%)			20,0		17,4	

Таблица Д.8 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Зимняя млиевская* в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-27	-	-	2006	-31,0
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	1991	-27,0	-	-
	Февраль III		-	-	2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-13	1986	-18,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2,5	1990	-2,0	2004	-6,0
					2005	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-1,9	1997	-2,0	2009	-2,0
					2014	-2,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			4		6	
Вероятность гибели урожая (%)			26,6		27,3	

Таблица Д.9 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Александрин Дульяр* в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Горячий Ключ)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-26	-	-	2002	-27,0
	Февраль I				2006	-31,0
Вынужденный покой	Февраль II	<-24	1991	-27,0	-	-
	Февраль III		-	-	2012	-27,0
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-12	1986	-18,6	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-2	1990	-2,0	2004	-6,0
					2005	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	1997	-2,0	2009	-2,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			4		6	
Вероятность гибели урожая (%)			26,6		26,1	

Вероятности проявления критических минимальных температур зимне-весеннего периода в Степной зоне садоводства для сортов груши различного срока созревания

Сорта летнего срока созревания

Таблица Е.1 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Люберская* в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-27	-	-	2002	-28,0
	Февраль I		-	-	2006	-31,0
Вынужденный покой	Февраль II, III	<-26	-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I, II, III	<-13	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I, II	<-2,8	1999	-6,0	2004	-8,0
					2005	-4,0
					2009	-4,0
					2014	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			1		6	
Вероятность гибели урожая (%)			6,7		26,1	

Таблица Е.2 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Кубанская сочная* в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-26	-	-	2002	-28,0
	Февраль I		-	-	2006	-31,0
		Февраль II, III	<-24	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II, III	<-24	-	-	2012	-25,0
Набухание цветковых почек	Март I, II, III	<-10	-	-	2011	-13,0
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I, II	<-2	1997	-3,0	2004	-8,0
			1999	-6,0	2005	-4,0
					2009	-4,0
					2014	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	-	-
			-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			2		8	
Вероятность гибели урожая (%)			13,3		34,8	

Таблица Е.3 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Краснодарская летняя* в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-28	-	-	2006	-31,0
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II, III	<-26	-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I, II, III	<-15	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I, II	<-3,5	1999	-6,0	2004	-8,0
					2005	-4,0
					2009	-4,0
					2014	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-2,5	-	-	-	-
			-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			1		5	
Вероятность гибели урожая (%)			6,7		21,7	

Осенние сорта

Таблица Е.4 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Киффер** в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-25	-	-	2006	-31,0
	Февраль I		-	-	2012	-26,0
Вынужденный покой	Февраль II	<-22	-	-	-	-
	Февраль III	<-18	1994	-19,0	2007	-21,0
					2017	-20,0
Набухание цветковых почек	Март I	<-18	1986	-18,6	-	-
	Март II	<-15	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Март III	<-15	-	-	-	-
	Апрель I	<-8-10	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель II	<-6	-	-	-	-
	Апрель III	<-2-1,5	-	-	2004	-6,0
			-	-	2005	-4,0
			-	-	2009	-2,0
			-	-	2014	-2,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		8	
Вероятность гибели урожая (%)			20		38,1	

Таблица Е.5 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши **Аббат Фетель** в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-27	-	-	2002 2006	-28,0 -31,0
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II, III	<-25	-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I, II, III	<-12	-	-	2011	-13,0
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I, II	<-1,8	1997	-3,0	2003	-3,0
			1999	-6,0	2004	-8,0
					2005	-4,0
					2009	-4,0
					2014	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-1,6	-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			2		8	
Вероятность гибели урожая (%)			13,3		34,8	

Таблица Е.6 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Бере Клержо* в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-26	-	-	2002	-28,0
	Февраль I		-	-	2006	-31,0
Вынужденный покой	Февраль II, III	<-25	-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I, II, III	<-12	-	-	2011	-13,0
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I, II	<-2	1997	-3,0	2003	-3,0
			1999	-6,0	2004	-8,0
					2005	-4,0
					2009	-4,0
					2014	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			2		9	
Вероятность гибели урожая (%)			13,3		39,1	

Таблица Е.7 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Дево* в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-25	-	-	2002	-28,0
					2006	-31,0
					2015	-26,0
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II, III	<-24	-	-	2012	-25,0
Набухание цветковых почек	Март I, II, III	<-10	-	-	2011	-13,0
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I, II	<-1,6	1997	-3,0	2003	-3,0
			1999	-6,0	2004	-8,0
					2005	-4,0
					2009	-4,0
					2014	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			2		10	
Вероятность гибели урожая (%)			20,0		43,5	

Зимние сорта

Таблица Е.8 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Левен* в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-28	-	-	-	-
	Февраль I		-	-	2006	-31,0
			-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	-	-	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I	<-13	1986	-27,0	-	-
	Март II	<-13	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Март III	<-12	-	-	-	-
	Апрель I	<-6	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель II	<-2	-	-	-	-
	Апрель III	<-1,5	-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			1		1	
Вероятность гибели урожая (%)			6,7		4,3	

Таблица Е.9 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Джакойская поздняя* в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-28	-	-	2006	-31,0
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II, III	<-26	-	-		
Набухание цветковых почек	Март I, II, III	<-13	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I, II	<-2,5	1997	-3,0	2003	-3,0
			1999	-6,0	2004	-8,0
					2005	-4,0
					2009	-4,0
					2014	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-2	-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			2		6	
Вероятность гибели урожая (%)			13,3		26,1	

Таблица Е.10 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Зимняя млиевская* в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-28	-	-	2006	-31,0
	Февраль I		-	-	-	-
Вынужденный покой	Февраль II, III	<-26	-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I, II, III	<-13	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I, II	<-2,5	1997	-3,0	2003	-3,0
			1999	-6,0	2004	-8,0
					2005	-4,0
					2009	-4,0
					2014	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-2	-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			2		6	
Вероятность гибели урожая (%)			13,3		26,1	

Таблица Е.11 - Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта груши *Александрин Дульяр* в Степной зоне садоводства Краснодарского края в разных временных периодах (метеостанция Тихорецк)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), °С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-26	-	-	2002	-28,0
	Февраль I		-	-	2006	-31,0
Вынужденный покой	Февраль II, III	<-24	-	-	2012	-25,0
Набухание цветковых почек	Март I, II, III	<-12	-	-	2011	-13,0
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I, II	<-2	1997	-3,0	2003	-3,0
			1999	-6,0	2004	-8,0
					2005	-4,0
					2009	-4,0
					2014	-4,0
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	-	-
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			2		9	
Вероятность гибели урожая (%)			13,3		39,1	

Сорта летнего срока созревания

Рисунок Ж.1 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта *Люберская* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края

Рисунок Ж.2 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Кубанская сочная** в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края

Рисунок Ж.3 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Краснодарская летняя** в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль		март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль		март			апрель		

[illegible]

Рисунок Ж.6 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта *Дево* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

Рисунок Ж.9 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта *Александрин Дульяр* в Прикубанской зоне садоводства Краснодарского края

Сорта летнего срока созревания

Период (2001-2011)											
январь			февраль			март			апрель		

2 период (2001-2004 гг.)											
январь			февраль			март			апрель		

2 период (2001-2004 гг.)											
январь			февраль			март			апрель		

Рисунок 3.3 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Кубанская сочная** в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

Рисунок 3.4 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта ***Бере Клержо*** в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края

Период (1993-2000гг.)											
январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

Рисунок 3.5 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта *Девон* в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

Рисунок 3.6 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта *Аббат Фетель* в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль		март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель		

январь			февраль			март			апрель			

Рисунок 3.9 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимне-весеннего периода для груши сорта *Александрин Дульяр* в Предгорной зоне садоводства Краснодарского края

Сорта летнего срока созревания

Рисунок И.1 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта *Люберская* в Степной зоне садоводства Краснодарского края

Рисунок И.2 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Кубанская сочная** в Степной зоне садоводства Краснодарского края

Рисунок И.3 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Краснодарская летняя** в Степной зоне садоводства Краснодарского края

Сорта осеннего срока созревания

1 период (1985-2000гг.)

январь			февраль			март			апрель		

2 период (2001-2024гг.)

январь			февраль			март			апрель		

Рисунок И.4 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Киффер** в Степной зоне садоводства Краснодарского края

1 период (1985-2000гг.)

январь			февраль			март			апрель		

2 период (2001-2024гг.)

январь			февраль			март			апрель		

Рисунок И.5 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Аббат Фетель** в Степной зоне садоводства Краснодарского края

1 период (1985-2000гг.)

январь			февраль			март			апрель		

2 период (2001-2024гг.)

январь			февраль			март			апрель		

Рисунок И.6 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Бере Клержо** в Степной зоне садоводства Краснодарского края

1 период (1985-2000гг.)

январь			февраль			март			апрель		

2 период (2001-2024гг.)

январь			февраль			март			апрель		

Рисунок И.7 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта **Дево** в Степной зоне садоводства Краснодарского края

Рисунок И.8 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта *Левен* в Степной зоне садоводства Краснодарского края

Рисунок И.9 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта *Джанкойская поздняя* в Степной зоне садоводства Краснодарского края

Рисунок И.10 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта *Зимняя млиевская* в Степной зоне садоводства Краснодарского края

Рисунок И.11 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для груши сорта *Александрин Дульяр* в Степной зоне садоводства Краснодарского края

Вероятности проявления критических минимальных температур зимне-весеннего периода в Степной и Предгорной зонах садоводства Кабардино-Балкарии для сортов груши различного срока созревания

Таблица К.1 – Вероятность проявления критических минимальных температур для осеннего сорта груши *Киуффер* 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	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-25	-	-	2006	-25,5
	Февраль I		-	-	2012	-29,5
Вынужденный покой	Февраль II	<-22	1991	-26,0	-	-
	Февраль III		-	-	-	-
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-15	-	-	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-6	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-2-1,5	-	-	2009	-2,6
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			1		3	
Вероятность гибели урожая (%)			6,7		13,0	

Таблица К.2 – Вероятность проявления критических минимальных температур для осеннего сорта груши *Киуффер* в Предгорной зоне садоводства Кабардино-Балкарии в разных временных периодах (метеостанция Нальчик)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° C	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-25	-	-	2012	-25,8
	Февраль I		-	-		
Вынужденный покой	Февраль II	<-22	1991	-27,2	-	-
	Февраль III		1994	-23,5		
Набухание цветковых почек	Март I II III	<-15	1985	-19,2	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-6	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-2-1,5	-	-	2009	-3,4
					2014	-3,8
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			3		3	
Вероятность гибели урожая (%)			20,0		13,0	

Таблица К.3 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта осеннего груши **Киффер** в Горно-Степной зоне садоводства Кабардино-Балкарии в разных временных периодах (метеостанция Тырнауз)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-25			-	-
	Февраль I				-	-
Вынужденный покой	Февраль II	<-22	1993	-22,6	-	-
	Февраль III					
Набухание цветковых почек	Март I	<-15	1986	-21,4	-	-
	Март II		1997	-17,6	2021 2022	-16,4 -16,1
			2000	-16,9		
	Март III		1994	-16,0		
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-6	1995	-10,6	2004	
					2005	
			1999	-10,5	2014	
			1985	-6,9		
			1996	-6,8		
Начало цветения	Апрель III	<-2-1,5	-	-	2006	-3,0
					2013	-4,2
					2015	-2,8
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			9		8	
Вероятность гибели урожая (%)			60,0		34,8	

Таблица К.4 – Вероятность проявления критических минимальных температур для сорта зимнего груши **Левен** 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	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-28	-	-	-	-
	Февраль I				2012	-29,5
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	-	-	-	-
	Февраль III					
Набухание цветковых почек	Март I, II, III	<-13	1997	-13,5	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-6	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	2009	-2,6
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			1		2	
Вероятность гибели урожая (%)			6,7		8,7	

Таблица К.5 – Вероятность проявления критических минимальных температур для зимнего сорта груши *Левен* в Предгорной зоне садоводства Кабардино-Балкарии в разных временных периодах (метеостанция Нальчик)

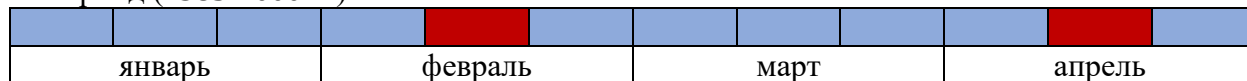
Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I II III	<-28	-	-	-	-
	Февраль I					
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	1991	-27,2	-	-
	Февраль III					
Набухание цветковых почек	Март I, II, III	<-13	1985	-19,2	-	-
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-6	-	-	-	-
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	-	-	2009 2014	-3,4 -3,8
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			2		2	
Вероятность гибели урожая (%)			13,3		8,7	

Таблица К.6 – Вероятность проявления критических минимальных температур для зимнего сорта груши *Левен* в Горно-Степной зоне садоводства Кабардино-Балкарии в разных временных периодах (метеостанция Нальчик)

Фаза развития	Месяц, декада	Абсолютный минимум (лимитирующий фактор), ° С	Температура по периодам лет			
			1985-2000		2001-2024	
			Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.	Факт. годы проявления	Факт. абс. мин.
Органический покой	Январь I, II, III	<-28	-	-	-	-
	Февраль I					
Вынужденный покой	Февраль II	<-26	-	-	-	-
	Февраль III					
Набухание цветковых почек	Март I	<-13	1986	-21,4	2021	-16,4
	Март II				2022	-16,1
			1993	-16,9	-	-
			1995	-13,5		
			1997	-17,6		
			2000	-16,9		
	МартIII		1994	-16,0		
Почка лопнула, видны чашелистики	Апрель I II	<-6	1995	-10,6	2014	-8,4
			1999	-10,5		
			1985	-6,9		
Начало цветения	Апрель III	<-1,5	1996	-6,8	2006	-3,0
Количество лет проявления фактического абсолютного минимума			10		4	
Вероятность гибели урожая (%)			66,7		17,4	

Графические модели наиболее уязвимых периодов наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для группы сортов различного срока созревания в Кабардино-Балкарии

1 период (1985-2000гг.)



2001-2024

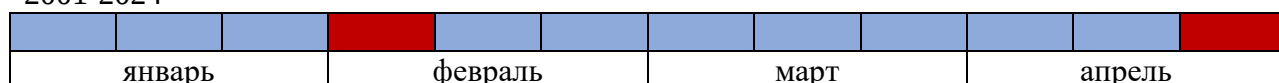
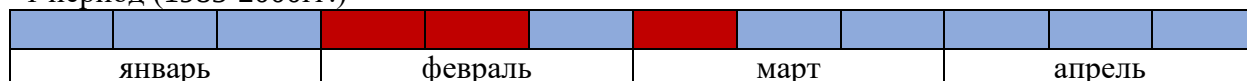


Рисунок Л.1 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для группы сорта **Киффер** в Степной зоне Кабардино-Балкарии

1 период (1985-2000гг.)



2 период (2001-2024гг.)

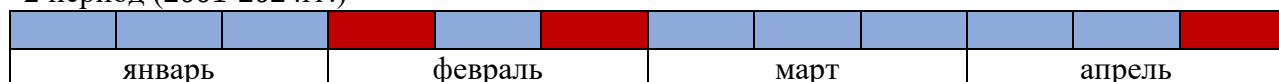


Рисунок Л.2 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для группы сорта **Киффер** в Предгорной зоне Кабардино-Балкарии

1 период (1985-2000гг.)



2 период (2001-2024гг.)

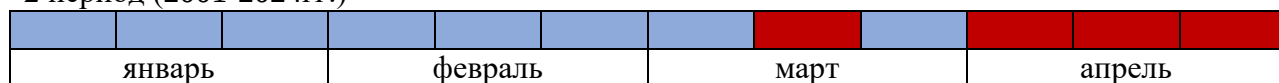
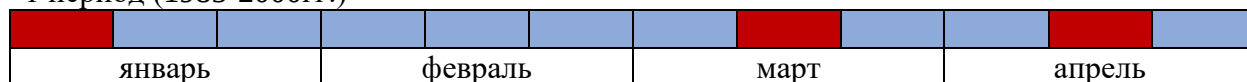


Рисунок Л.3 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для группы сорта **Киффер** в Горно-Степной зоне Кабардино-Балкарии

1 период (1985-2000гг.)



2 период (2001-2024гг.)

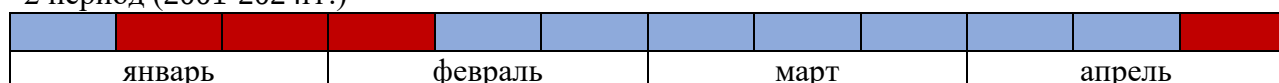
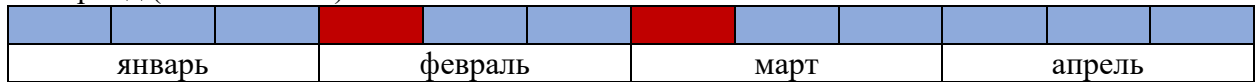


Рисунок Л.4 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для группы сорта **Левен** в Степной зоне Кабардино-Балкарии

1 период (1985-2000гг.)



2 период (2001-2024гг.)

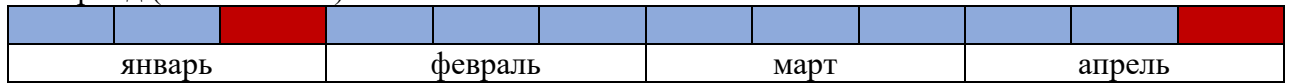
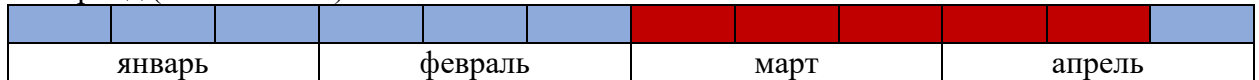


Рисунок Л.5 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для группы сорта *Левенв* Предгорной зоне Кабардино-Балкарии

1 период (1985-2000гг.)



2 период (2001-2024гг.)

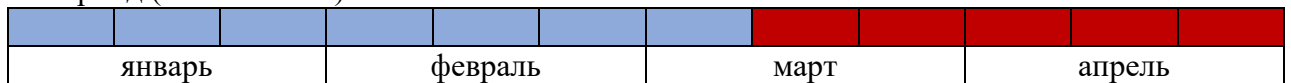


Рисунок Л.6 - Наиболее уязвимые периоды наступления температурных стресс-факторов зимнее-весеннего периода для группы сорта *Левенв* Горно-Степной зоне Кабардино-Балкарии

Названия районов краев, областей и республик, отмеченных цифрами на картах

КРАСНОДАРСКИЙ КРАЙ

Городские муниципальные образования и их центры:

- I. Город Краснодар — Краснодар
- II. Город Новороссийск — Новороссийск
- III. Город-курорт Геленджик — Геленджик
- IV. Город Горячий Ключ — Горячий Ключ
- V. Город-курорт Сочи — Сочи
- VI. Город Армавир — Армавир
- VII. Город-курорт Анапа — Анапа

Районы и их административные центры:

1. Абинский — г. Абинск
2. Апшеронский — г. Апшеронск
3. Белоглинский — с. Белая Глина
4. Белореченский — г. Белореченск
5. Брюховецкий — ст-ца Брюховецкая
6. Выселковский — ст-ца Выселки
7. Гулькевичский — г. Гулькевичи
8. Динской — ст-ца Динская
9. Ейский — г. Ейск
10. Кавказский — г. Кропоткин
11. Калининский — ст-ца Калининская
12. Каневской — ст-ца Каневская
13. Кореновский — г. Кореновск
14. Красноармейский — ст-ца Полтавская
15. Крыловский — ст-ца Крыловская
16. Крымский — г. Крымск
17. Курганинский — г. Курганинск
18. Кущёвский — ст-ца Кущёвская
19. Лабинский — г. Лабинск
20. Ленинградский — ст-ца Ленинградская
21. Мостовский — п. Мостовской
22. Новокубанский — г. Новокубанск
23. Новопокровский — ст-ца Новопокровская
24. Отрадненский — ст-ца Отрадная
25. Павловский — ст-ца Павловская
26. Приморско-Ахтарский — г. Приморско-Ахтарск
27. Северский — ст-ца Северская
28. Славянский — г. Славянск-на-Кубани

29. Староминский — ст-ца Староминская
30. Тбилисский — ст-ца Тбилисская
31. Темрюкский — г. Темрюк
32. Тимашёвский — г. Тимашёвск
33. Тихорецкий — г. Тихорецк
34. Туапсинский — г. Туапсе
35. Успенский — с. Успенское
36. Усть-Лабинский — г. Усть-Лабинск
37. Щербиновский — ст-ца Старощербиновская

РЕСПУБЛИКА АДЫГЕЯ

38. Гиагинский район – станица Гиагинская
39. Кошехабльский район – аул Кошехабль
40. Красногвардейский район – станица Красногвардейское
41. Майкопский район – посёлок Тульский
42. Тахтамукайский район – аул Тахтамукай
43. Теучежский район – аул Понежукай
44. Шовгеновский район – аул Хакуринохабль

Свидетельство регистрации базы данных

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ



СВИДЕТЕЛЬСТВО

о государственной регистрации базы данных

№ 2024621900

**База фенологических данных сортов груши,
характеризующих устойчивость к температурным
условиям зимне-весеннего периода в разных зонах
садоводства Краснодарского края**

Правообладатель: *Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение "Северо-Кавказский федеральный
научный центр садоводства, виноградарства, виноделия"*
(RU)

Авторы: *Клюкина Анна Васильевна (RU), Можар Нина
Васильевна (RU)*



Заявка № 2024621274

Дата поступления 05 апреля 2024 г.

Дата государственной регистрации

в Реестре баз данных 02 мая 2024 г.

Руководитель Федеральной службы
по интеллектуальной собственности

Ю.С. Зубов

СОГЛАСОВАНО:
Директор ФГБНУ СКФНЦСВВ
Академик РАН
Егоров Е. А.
« » / М.П. 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Врио директора
ФГБНУ «СевКавНИИГиПС»
Хагажеев Х.Х.
« » / М.П. 2024 г.

АКТ

внедрения результатов научно-исследовательской работы Клюкиной А.В. в
ФГБНУ «Северо-Кавказский научно-исследовательский институт горного и
предгорного садоводства»

Настоящим актом подтверждается, что результаты диссертационной работы А.В. Клюкиной, выполненной в период с 2020 по 2024 гг., внедрены в работу ФГБНУ «Северо-Кавказского научно-исследовательского института горного и предгорного садоводства», г. Нальчик по договору научного сотрудничества.

Была составлена рабочая программа на 2022-2024гг. по выполнению научного задания «Стабилизация плодоношения сортов груши в республике Кабардино-Балкария на основе изучения закономерностей проявления генотипа в фенотипе (по фазам развития при смене лимитов внешней среды) с помощью цифровых технологий в условиях изменения климата». Сорта груши: летние – Краснодарская летняя, Вильямс, Любимица Клаппа и др.; осенние – Толгарская красавица, Бере Боск, сеянец Киффера и др.; зимние – Кюре, Бере Арданпон, Левен, сорта селекции ФГБНУ «СевКавНИИГиПС» и др.

Исследования проводились в трех плодовых зонах Кабардино-Балкарской Республики – Предгорной, Горно-Степной (и Лесогорной) и Степной с выявлением лучших сортов и оптимальных мест произрастания.

Следует отметить, что стресс-фактором для плодовых культур, в том числе груши, являются резкие колебания температур в зимне-весенний период, поздние возвратные холода в ране-весенние и весенние периоды, а также максимальные критические температуры в летний период с эффектом засухи.

Исследования направлены на сбор многолетних материалов «сорт-среда» для корректировки оптимизации размещения плодовых культур и прогнозной оценки по зонам в связи с изменением климата (глобального потепления). При оптимизации и интенсификации производственных насаждений следует использовать все нюансы полученных результатов.

Предлагаемый способ исследовании повышения продуктивности плодовых культур открывает возможности выявления «узких мест» в адаптивности сортов к лимитам среды в конкретные фазы онтогенеза и их рационального размещения на территории Кабардино-Балкарии.

Ожидаемый эффект прибавки урожая составляет не менее 75-80%.

Факт внедрения подтверждается совместными работами, отраженными в научных отчетах по Госзаданию, а также совместных публикациях.

Ответственные исполнители:

Ведущий научный сотрудник

Доктор с.-х. наук

 Сатибалов А.В.

Ведущий научный сотрудник

Канд. с.-х. наук

 Ахматова З.П.