

ОТЗЫВ

официального оппонента Гориной Валентины Милентьевны, старшего научного сотрудника, доктора сельскохозяйственных наук, ведущего научного сотрудника лаборатории южных плодовых и орехоплодных культур ФГБУН «Ордена Трудового Красного Знамени Никитский ботанический сад-Национальный научный центр РАН» на диссертационную работу Потанина Дмитрия Валериевича «Научное обоснование цифрового моделирования адаптивного садоводства», представленную на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.4 – садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры

Актуальность исследований.

В России одним из приоритетных направлений сельского хозяйства является развитие интенсивного садоводства, что особенно важно в настоящее время, когда для обеспечения продовольственной безопасности страны возникла острая необходимость в импортозамещении. Решение этой задачи требует постоянного совершенствования существующих технологий возделывания плодовых и ягодных культур. Основными элементами таких технологий являются подвой, сорта, уплотненные схемы посадки, использование, которых позволяет создавать высокопродуктивные сады, полнее реализовывать их биологический потенциал. Несмотря на оптимизацию размещения насаждений плодовых культур, продуктивность выращиваемых сортов не всегда проявляется в полной мере. Это связано с недостаточным соответствием потребностей возделываемых сортов почвенно-климатическим условиям территорий их выращивания. При закладке садов чаще всего уделяется внимание выбору зон или микрозон, отличающихся наиболее благоприятными условиями для выращивания той или иной культуры, использованию элементов агротехнологического ухода, улучшающего рост и развитие растений, но этого недостаточно для реализации биологического потенциала растений, получения высоких урожаев при минимальных затратах на производство плодовой продукции. Поэтому комплексные подходы для оценки соответствия потребностей выращиваемых сортов плодовых и ягодных культур условиям территорий, выделенных для закладки высокопродуктивных интенсивных садов, весьма актуальны.

Следовательно, тема диссертации, направленная на решение проблемы повышения эффективности интенсивных насаждений плодовых и ягодных культур с применением цифрового моделирования влияния природных факторов на рост, развитие и стабильность их плодоношения на основе выявления устойчивых математических зависимостей в системе «растение-среда» с учетом уровня экологизации в условиях различных почвенно-климатических зон Крыма, также актуальна.

Научная новизна исследований заключается в теоретическом обосновании и разработке экологических основ подбора адаптивных

технологий выращивания садовых культур с использованием цифрового моделирования.

В результате обработки большого набора метеорологических данных, выявленных требований растений к теплообеспеченности территории, минимальным температурам в период их покоя, срокам наступления поздневесенних заморозков и их интенсивности, водному балансу проведено дистанционное картирование пригодности различных регионов Крыма к выращиванию садовых культур.

Дмитрием Валериевичем впервые для адаптивного садоводства созданы компьютерные программы автоматического расчёта затрат на закладку сада, выращивание растений и производство плодовой продукции. Им разработаны математические модели, определяющие влияние отдельных почвенно-климатических факторов на рост и развитие плодовых культур; использованы новые подходы в статистической обработке климатических показателей для определения критических факторов эколого-генетической адаптивности плодовых растений.

Автором впервые разработаны алгоритмы программного выбора технологий выращивания плодовых культур на основе логического подбора адаптивных элементов технологии возделывания многолетних насаждений. Им использованы методы цифрового расчёта влияния лимитирующих факторов на получение экономически обоснованных урожаев и алгоритм автоматизированной программы расчёта оросительной нормы исходя из баланса влаги, коэффициента используемой площади сада, а также учёта поливного периода.

Теоретическая и практическая значимость обусловлена расширением и улучшением новых знаний по методологическим подходам к использованию научно обоснованных математических зависимостей в системе «растение-среда». С учетом уровня экологизации для цифрового моделирования Дмитрием Валериевичем определено влияние природных факторов на рост, развитие и стабильность плодоношения садовых культур в условиях различных почвенно-климатических зон. Им создана база данных по автоматическому анализу и учёту климатических параметров на основе метеорологических показателей 21-ой метеостанции, которые расположены в различных районах Республики Крым. Также соискателем разработана система картирования территории Крыма по пригодности к выращиванию плодовых и ягодных культур на основе почвенно-климатических показателей и экологических требований культур к окружающей среде; для снижения негативных абиотических и биотических факторов окружающей среды им рекомендована адаптивная технология выращивания с применением отдельных агротехнических мероприятий.

Автором определены оптимальные элементы технологических процессов, позволяющие обеспечить снижение прогнозного срока окупаемости вложенных инвестиций с 9 до 6 лет от момента посадки сада. Им установлено, что сокращение срока окупаемости определяется более высоким уровнем интенсивности производства.

Получен патент на программу для ЭВМ «Специализированная программа анализа экономической эффективности подбора технологии выращивания сельскохозяйственных культур» (Свидетельство о государственной регистрации Российской Федерации под № 2020663040).

Подготовлен и в 2023 г. опубликован «Агроклиматический атлас Республики Крым. Пригодность территории для выращивания плодовых, ягодных культур и винограда», позволяющий определять прогностическое размещение садовых культур в соответствии с возможными зонами возделывания.

Методология и методы исследования

Для решения поставленной цели и задач исследований автор применил полный комплекс методологий, связанных с изучением климата, особенностей почвенного питания плодовых культур, определения их экологических требований к условиям внешней среды Крыма. Им изучены промышленные насаждения плодовых культур, выращиваемые в различных агроклиматических зонах Республики Крым, определены биометрические параметры надземной части растений и их корневых систем. Автором осуществлена систематизация показателей, характеризующих изменение климата в каждой зоне исследуемого региона, дан анализ пригодности территорий для садоводства. Дмитрий Валериевич применил метод прогноза эффективности производственной деятельности с использованием, разработанной им полезной программы.

Степень достоверности полученных результатов. Достоверность и обоснованность результатов исследований подтверждена большим количеством данных, полученных при осуществлении многолетних полевых и лабораторных экспериментов, климатических наблюдений, обработки методами математической статистики. В основу исследований положены труды известных отечественных и зарубежных специалистов, посвященные решению теоретических и практических задач изученной проблемы. Экономические показатели, а также эффективность производства при внедрении различных элементов технологии адаптивного садоводства автором осуществлена с применением разработанной и запатентованной полезной программы.

Научные исследования выполнены автором лично на всех этапах сбора, обработки и интерпретации экспериментального материала, написания диссертации. Проведённые учёты и наблюдения, статистическая и экономическая оценки данных, описание, публикации результатов исследований, рекомендации науке и производству осуществлены лично соискателем.

Результаты исследований внедрены в производство таких предприятий как: ФГБУ «Центр агрохимической службы «Крымский» – усовершенствованный подход к подбору адаптивных технологий при разработке проектов на закладку многолетних насаждений; в ООО «Грушевские сады» и городском округе г. Судак на площади 403,2 га использована концепция организации сельскохозяйственного предприятия,

обеспечивающая высокую продуктивность многолетних насаждений; на кафедре плодовоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «КФУ им. В.И. Вернадского» в образовательном процессе при обучении по направлениям подготовки студентов: 35.03.05 – «Садоводство» (бакалавриат), 35.04.05 – «Садоводство» (магистратура), 35.06.01 – плодовоовощеводство, виноградарство (аспирантура). А также применяется в Министерстве сельского хозяйства Республики Крым при подборе оптимальных технологий выращивания плодовых культур для получения стабильного плодоношения в многолетних насаждениях, что подтверждено соответствующими документами.

Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации. Представленная диссертация является завершённой научно-исследовательской работой, в которой на основании выполненных соискателем исследований разработаны теоретические положения, на их базе получены практические результаты, имеющие научное и хозяйственное значение. Проведённые исследования соответствуют современному уровню развития сельскохозяйственной науки. Значительный объём выполненной работы позволил диссертанту обосновать научные положения, выносимые на защиту; выводы, рекомендации для научного процесса и производства, сформулированные в диссертации, являются логическим следствием полученных итогов проведённой работы.

Структура диссертации и результаты исследований. Диссертационная работа изложена на 335 страницах общего компьютерного текста из них 196 страниц основного текста, включает введение, шесть разделов, 21 таблицу, 43 иллюстрации, 60 приложений. Список использованной литературы состоит из 425 источников, в том числе на латинице – 206.

Во введении изложена актуальность выбранного направления исследований, сформулированы основные научные проблемы, цель и задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, обоснована методология и методы исследований, основные положения, выносимые на защиту, степень достоверности и апробация полученных результатов, личный вклад автора, представлены публикации, структура и объём диссертационной работы.

В первом разделе диссертации отражено состояние вопроса на современном этапе на основании анализа данных источников литературы отечественных и зарубежных авторов. Диссертантом показана история развития промышленного садоводства за рубежом и в России, современные проблемы культивирования плодовых и ягодных культур.

Дмитрием Валериевичем проведён анализ тенденций развития технологий промышленного производства плодовой продукции в направлении более полного проявления биологического потенциала продуктивности растений. Им дана информация об адаптивном садоводстве, описаны почвенные и климатические условия, лимитирующие развитие и продуктивность плодовых и ягодных культур, приведены современные

инновационные технологии и моделирование адаптивного садоводства. Автором рассмотрены вопросы цифровизации и автоматизации подбора и контроля технологических процессов при выборе отдельных элементов адаптивного садоводства.

Во втором разделе диссертации описываются условия, объекты и методы исследований, применяемые во время подготовки диссертационной работы. Приведена информация по формированию базы данных пригодности территорий Крыма к выращиванию плодовых культур с последующим картированием. Автором для повышения производства плодовой продукции показана разработка трех компьютерных программ расчёта потребностей растений в оросительной воде, удобрениях, системах их защиты от вредителей и болезней, а также специализированной программы для ЭВМ с целью анализа экономической эффективности подбора технологий выращивания сельскохозяйственных культур, на которую имеется Свидетельство о государственной регистрации под № 2020663040.

Основные результаты изложены в третьем, четвертом, пятом и шестом разделах. В третьем разделе приводятся данные по изучению почвенно-климатических факторов влияющих на развитие плодовых и ягодных культур в различных зонах Крыма. Установлено, что наиболее продолжительное (в течение двух лет) подкисляющее действие на карбонатные почвы оказывает внесение гранулированной серы.

Дмитрием Валериевичем определено, что использование в качестве химического мелиоранта гранулированной серы практически вдвое увеличивает продуктивность насаждений, в вариантах с последующим высевом горчицы в качестве сидерата в междурядьях – почти в три раза.

Автором установлено, что растения груши на подвое ВА-29 способны выдерживать до 18-21%, а в отдельных случаях до 26% активной извести без явных признаков карбонатного хлороза. Соискателем изучено влияние внешних факторов окружающей среды на особенности роста и развития корневых систем сортов яблони, привитых на подвоях, различающихся по силе роста. Им определено, что для регионов, характеризующихся дефицитом влаги в течение вегетации, важным фактором является глубоко проникающая корневая система и занимающая большую площадь водосбора.

На основе оценки климатических условий отдельных районов Крыма автором проведено картирование территории Крыма на пригодность к выращиванию каждой отдельной культуры. Для растений сортов яблони позднезимнего срока созревания плодов и груши зимнего срока наиболее благоприятными являются степная, восточная и западная части Крыма, обеспечивающие нормальное прохождение вегетации и подготовку к зимнему периоду. Диссертантом приведен расчёт вероятностей влияния минимальных температур в почвенно-климатических зонах Крыма на развитие плодовых и ягодных культур в период глубокого покоя, определен размах варьирования изменения минимальных температур воздуха с различными долями вероятностей на двух доверительных уровнях. Установлено, что в Белогорском, Нижнегорском и Советском районах

вероятность повреждения урожая южных сортов сливы зимой превышает 91%. Для получения стабильного плодоношения морозостойких сортов сливы пригодна практически вся территория Крыма. На этой основе разработаны карты по размещению различных сортов плодовых культур: абрикоса, алычи, вишни, груши, персика, черешни и др.

Автором предложен прогноз вероятностей проявления поздних заморозков, способных привести к потере урожая. Выполнены расчёты для всех районов, на территории которых находятся официальные метеостанции.

В четвертом разделе представлена разработка алгоритмов автоматизированной системы базовых технологий производства продукции многолетних насаждений. Показаны разработанные автором компьютерные программы по расчёту системы удобрений, оросительной нормы и нормы орошения с учетом баланса влаги. Им определено, что изменения и модификации элементов технологии способствуют корректировке продуктивности насаждений и эффективности производства. Осуществлен прогнозный расчёт затрат труда при обрезке деревьев (чел.-час/га) в зависимости от применения способов обрезки и конструкции насаждений на примере сада сливы. Проведенная алгоритмизация применения современных механизмов и приспособлений при работе с кроной деревьев показала, что комплексное использование вспомогательной техники позволяет увеличить производительность труда в 3,6 раза в сравнении с использованием стандартного рабочего инструмента. Автором также представлена базовая технология выращивания плодовых культур, предложены алгоритмы выбора технологий выращивания яблони, сливы и черешни.

В пятом разделе показана разработанная автором система зонального картирования территории Республики Крым на пригодность к выращиванию культур с выбором технологий, обеспечивающих максимальное раскрытие их биологического потенциала.

Анализ комплекса почвенных и климатических условий, возможности снижения агротехническими мероприятиями негативного влияния неблагоприятных факторов позволил определить автору степень пригодности территории Крыма для возделывания насаждений южных сортов сливы. Без угрозы потери продуктивности из-за заморозков и зимних морозов такими районами являются: Южное побережье Крыма, ГО Севастополь, Кировский, Ленинский, Сакский районы, ГО Судак и ГО Феодосия.

Наибольшее количество факторов, лимитирующих возделывание сливы, будет влиять на ее насаждения в Белогорском, Красногвардейском, Нижнегорском и Советском районах. Помимо необходимости выбора сортов способных выдерживать избыток теплообеспеченности в период вегетации, подбираемые для этих районов сорта должны обладать повышенной морозостойкостью, а также иметь защиту от весенних заморозков.

В шестом разделе приведен расчёт экономической эффективности внедрения элементов адаптивного садоводства с применением автоматических технологических карт. Определено, что для внедрения адаптивного садоводства необходимо увеличение интенсивности

насаждений. Установлено, что интенсификация процессов уборочных технологий приводит к сокращению затрат рабочего времени до 0,25 чел.-час/га, а при полной механизации уборки затраты снижаются в 4,77 раза. Использование, разработанной автором специализированной программы анализа экономической эффективности подбора технологии выращивания сливы показало, что при внедрении инновационных элементов адаптивного садоводства снижается срок окупаемости вложенных инвестиций с 9 до 6 лет от момента посадки сада.

Апробация результатов исследования. Исследования получили поддержку грантом РФФИ в 2014 г., Проект №14-47-01560 «Оценка пригодности агроклиматических условий для выращивания плодовых культур». В 2017 г. принято участие в конкурсе научных, научно-технических и конструкторских разработок с проектом «Сырьевые насаждения плодовых культур в условиях дефицита орошения» в номинации «Лучший проект Академии биоресурсов и природопользования» ФГАОУ «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского». Результаты исследований регулярно докладывались на заседаниях кафедры плодоовощеводства и виноградарства Института «Агротехнологическая академия» ФГАОУ ВО «Крымский Федеральный Университет им. В.И. Вернадского», а также освещались на 14 международных и региональных научно-практических конференциях (2013-2022 гг.). По теме диссертации автором опубликовано 36 научных работ, из них 11 статей в научных изданиях, рекомендуемых ВАК РФ, 4 монографии, 1 патент. Личное участие соискателя в публикациях составляет около 85 %. Автореферат и публикации соискателя соответствуют содержанию проведенных исследований.

Наряду с положительной оценкой надо остановиться на некоторых упущениях в работе.

1. В разделе 2 стр.8 указано, исследования проведены с 2007 по 2022 гг. Ниже отмечено, что изучение среднесуточных минимальных, максимальных температур и относительной влажности воздуха проводили в период с 2005 по 2022 гг.
2. Часто используются одни и те же слова в пределах одного предложения, например, на стр. 9, второй сверху абзац, слово анализ, в Разделе 3 дважды – слово «последующее» и т.д.
3. Диссертант использует статистические методы (дисперсионный, корреляционный, регрессионный анализы и др.), разработанные другими авторами ранее, но ссылок на них не приводит. Нет ссылки на методы, которые использованы при изучении продуктивности насаждений, степени развития корневых систем, активности фотосинтетического аппарата растений.
4. Стр. 81. При изучении устойчивости подвоев к дефициту влаги в почве наряду с силой роста и развитием корневой системы желательно привести данные по состоянию растений в период, когда они наиболее подвержены фактору недостаточной влагообеспеченности или по их урожайности, что улучшит восприятие данного материала.

5. На рисунках 3.12, стр. 94 и 3.13, стр. 96 приведены даты фенологических фаз развития деревьев яблони. После окончания цветения автором пропущена фаза формирования плодов, а дифференциация почек как раз и начинается в июле-августе в зависимости от сорта. Это подтверждают фотографии почек в разрезе, приведенные на рисунке 3.15 (стоит дата 20 августа).
6. В диссертации указано, что она изложена на 337 стр., но на самом деле имеется 335 стр.
7. На стр. 168 и 159 расположены рисунки под одним и тем же номером 4.10.
8. На 12 источников литературы: 35, 52, 70, 84, 96, 127, 144, 146, 170, 212, 333, 376 нет ссылок.
9. В таблице Приложение 1. Отсутствует столбик с названием сортов.
10. Встречаются ошибки и опечатки.
11. В автореферате на стр. 7 отмечено, что по теме диссертации опубликовано 38 научных работ, из них 12 статей в изданиях ВАК, в диссертации отмечено 36 опубликованных работ, в изданиях ВАК – 11.
12. В автореферате на стр. 10 отмечено, что при использовании фосфогипса как мелиоранта продуктивность насаждений увеличивается на 35%, а в диссертации на стр. 73 увеличение составляет 80%, что верно?

Однако, указанные замечания не снижают научной и практической значимости рассматриваемой диссертационной работы. Содержание диссертации соответствует названию темы и поставленным задачам. Разделы сформированы логично, четко и последовательно. Материал изложен с убедительной аргументацией и точными формулировками, стиль написания соответствует научным нормам; работа соответствует необходимым требованиям. Диссертация иллюстрирована цветными фотографиями и рисунками. Текст автореферата и опубликованных работ изложен научным литературным языком и соответствует содержанию диссертационных исследований,

Заключение. Представленная Дмитрием Валериевичем Потаниным диссертационная работа отражает аспекты изучения влияния природных факторов на рост, развитие и стабильность плодоношения плодовых и ягодных культур, подбора адаптивных технологий их выращивания в условиях различных почвенно-климатических зон Крыма, разработки устойчивых математических зависимостей адаптивного садоводства в системе «растение-среда» с учетом уровня их экологизации для цифрового моделирования.

Автор успешно справился с поставленными перед ним целью и задачами, а диссертационная работа выполнена на достаточном методическом уровне. Область исследований соответствует формуле специальности 4.1.4 – садоводство, овощеводство, виноградарство и лекарственные культуры. Тема диссертации отвечает требованиям данной научной специальности п. 2, 3, 5, 6 – агробиологическое зонирование

