

АННОТАЦИЯ
диссертационной работы
Жандыбаева Оркена Серпинулы
на тему «Научно обоснованная система применения удобрений в
яблонева садах интенсивного типа в условиях южного Казахстана»
представленной на соискание степени доктора философии (PhD)
образовательной программе 8D08102 – «Почвоведение и агрохимия»

Актуальность темы исследования. Яблоня (*Malus domestica* Borkh.) является стратегически важной плодовой культурой для Казахстана, занимающей лидирующие позиции в структуре промышленных насаждений. Несмотря на значительный потенциал южных и юго-восточных регионов страны, характеризующихся благоприятными почвенно-климатическими условиями, отечественное производство обеспечивает внутренний рынок менее чем на 50%, что сохраняет высокую импортозависимость республики. В условиях глобальных изменений климата и нарастающего дефицита водных ресурсов в Центральной Азии традиционные экстенсивные методы ведения садоводства становятся экономически и экологически несостоятельными. Современный этап развития отрасли связан с активным переходом к интенсивному типу возделывания садов с высокой плотностью посадки (2500–3000 деревьев/га) на слаборослых подвоях (М9). Однако специфика почвенного покрова юга Казахстана, представленного преимущественно серо-коричневыми карбонатными почвами с низким содержанием гумуса (1,5–2,1%) и щелочной реакцией среды (рН 7,4–8,2), создает серьезные агрохимические барьеры. В таких условиях традиционные технологии поверхностного внесения минеральных удобрений демонстрируют низкую эффективность: до 30–50% азота теряется вследствие вымывания и улетучивания, фосфор подвергается быстрой ретроградации в недоступные формы, а калий вымывается из корнеобитаемого слоя легких суглинков. Это приводит к хроническому дефициту элементов питания в критические фазы развития деревьев, снижению продуктивности и качества плодов, а также создает риски засоления и загрязнения грунтовых вод. Существует острая необходимость в разработке научно обоснованной системы управления минеральным питанием, адаптированной к конкретным почвенно-климатическим условиям региона. Фертигация — технология подачи растворенных питательных веществ непосредственно в зону активной деятельности корней через системы капельного орошения — рассматривается как наиболее перспективное решение данной проблемы. Несмотря на ее широкое применение в мировой практике, в условиях южного Казахстана отсутствуют комплексные научные исследования, обосновывающие оптимальные режимы, дозы и сроки фертигации с учетом фенологических фаз развития яблони сорта «Джеромини». Не изучены вопросы влияния фертигации на миграцию и трансформацию элементов питания в профиле карбонатных почв, а также ее роль в формировании качественных показателей плодов и их лежкоспособности. Таким образом, разработка

ресурсосберегающей и экологически безопасной системы удобрения, обеспечивающей реализацию генетического потенциала интенсивных садов, повышение рентабельности производства и конкурентоспособности отечественной продукции, является актуальной научной и практической задачей, имеющей важное значение для устойчивого развития агропромышленного комплекса Республики Казахстан.

Цель диссертационного исследования. Научно обосновать и определить эффективные методы внесения удобрений при капельном орошении яблоневых садов интенсивного типа с учетом особенностей вегетативного развития деревьев, обеспечив при этом устойчивый рост плодовой продуктивности в условиях Южного Казахстана.

Задачи исследования:

1. Дать агрохимическую характеристику серо-коричневых почв в интенсивных садах южного Казахстана.
2. Изучить глубину миграции при фертигации и динамику обеспеченности почвы под яблоней элементами минерального питания по фазам развития.
3. Выявить особенности вегетативного развития деревьев и фотосинтетической активности при различных методах внесения удобрений.
4. Определить влияние систем питания на урожайность и качественные показатели плодов (товарность, сахаристость, лежкость).
5. Рассчитать экономическую эффективность применения различных способов внесения удобрений и разработать рекомендации для производства.

Методы исследования. Исследования проводились в 2020–2023 гг. в Туркестанской области на базе ТОО «Кентау». Объектом исследования служили насаждения яблони сорта «Джеромини» на подвое М9. Схема опыта включала три варианта: 1) Контроль (без удобрений), 2) Почвенное внесение NPK, 3) Фертигация. Использовались полевые, вегетационные и лабораторно-аналитические методы. Агрохимические показатели почвы (pH, гумус, NPK) определяли по общепринятым методикам (Тюрина, Мачигина, Кьельдаля). Биометрические учеты, определение площади листьев (LAI) и фотосинтетического потенциала проводились с использованием современного оборудования (Plant Canopy Analyzer). Статистическая обработка данных выполнена методом дисперсионного анализа (ANOVA) и регрессионного моделирования. Отбор почвенных образцов проводился послойно до глубины 100 см (0-20, 20-40, 40-60, 60-80, 80-100 см). Биометрические показатели фиксировались ежемесячно (диаметр штамба, длина прироста побегов, площадь листовой поверхности). Физиологические исследования включали определение чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) весовым методом. Учет урожая проводился сплошным подеревным методом с сортировкой плодов и лабораторным анализом химического состава (сахара, кислоты, витамин С). Все данные обрабатывались по методам Доспехова.

Основные положения, выносимые на защиту. Доказанные научные гипотезы и другие выводы, являющиеся новыми знаниями:

1. Влияние фертигации на оптимизацию агрохимических свойств серо-коричневых почв и распределение элементов питания в корнеобитаемом слое.

2. Закономерности роста, развития и фотосинтетической деятельности яблони на карликовом подвое М9 в зависимости от способа внесения минеральных удобрений.

3. Продуктивность и качественные показатели плодов яблони при различных системах минерального питания.

4. Экономическая эффективность и ресурсосберегающий потенциал технологии фертигации в интенсивном садоводстве южного Казахстана.

Описание основных результатов исследования. Установлено, что фертигация способствует оптимизации агрохимических свойств серо-коричневой почвы. Применение физиологически кислых удобрений через систему капельного полива позволило снизить рН почвенного раствора в ризосфере с 8,0 до оптимальных значений 7,2–7,4, что повысило доступность фосфора и микроэлементов. Содержание гумуса в варианте с фертигацией к 2023 году увеличилось до 2,44%. Зафиксировано локальное снижение щелочности почвы в зоне капельницы на 0,6–0,8 единиц рН. Уровни азота и калия поддерживались на оптимальном уровне в течение всего критического периода вегетации (июнь-август). Согласно данным приложения В, динамика электропроводности (ЕС) почвенного раствора в варианте фертигации показала стабильные значения в пределах 0,8–1,2 мСм/см, что указывает на отсутствие засоления и улучшение структуры почвы. Кроме того, четырехлетняя динамика содержания макроэлементов (приложение Г) выявила увеличение легкогидролизуемого азота на 15–20% в верхнем слое (0–20 см) по сравнению с контролем, подтверждая долгосрочное положительное влияние фертигации на плодородие серо-коричневых карбонатных почв.

Доказано преимущество фертигации в обеспечении миграции элементов питания в зону активной деятельности корней (0–40 см) без риска вымывания в глубокие горизонты. Содержание нитратного азота в период активного роста поддерживалось на уровне 28,2 мг/кг, обменного калия — до 355 мг/кг, что значительно выше показателей при почвенном внесении. Анализ гранулометрического состава почвы (приложение А) показал, что в профиле 0–100 см преобладают легкие суглинки с низким содержанием гумуса (1,5–2,1%), что усиливает эффект фертигации за счет точной доставки питательных веществ. Вынос NPK с плодами одного дерева (приложение Е) в варианте фертигации достиг 0,45 кг N, 0,18 кг Р и 0,52 кг К на дерево в 2023 году, что на 25–30% выше, чем в почвенном варианте, демонстрируя повышенную эффективность усвоения элементов.

Выявлено положительное влияние фертигации на биометрические показатели. Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) достигла 8,86 г/м²·день, что на 19,2% выше, чем при почвенном внесении, и на 77,2% выше контроля. Наземная биомасса деревьев составила 53,7 т/га. Площадь листовой поверхности на варианте фертигации была на 22% выше, чем при традиционном внесении. Биометрические данные по годам (приложение Д)

указывают на стабильный рост периметра ствола (до 120–130 мм в 2023 году) и количества плодов (до 180–200 шт/дерево), с средним весом плода 170 г. Это подтверждает стимуляцию вегетативного развития на карликовом подвое М9, особенно в фазы цветения и налива плодов.

Установлено, что фертигация обеспечивает максимальную продуктивность насаждений. Средняя урожайность составила 30,6 т/га, что на 24,5% выше варианта с почвенным внесением (24,7 т/га). При этом выход товарной продукции I класса достиг 60%, а общая товарность урожая составила 93,9%. Доля товарных яблок (крупная фракция, интенсивный окрас) составила 93,9%. Средняя масса плода увеличилась до 170 г (при 142 г в традиционном варианте). Валовая урожайность по годам (приложение Ж) показала пик в 2023 году — 32,43 т/га для фертигации, с выносом NPK до 120–150 кг/га. Структура урожая (приложение И) выявила преобладание I класса (до 70% в 2023), что связано с равномерным питанием в фенологические фазы.

Качественные показатели плодов при фертигации значительно превосходят традиционные методы: содержание сахаров достигло 24,1%, сухого вещества — 14,7%, лежкость плодов повысилась до 16,3%. Оценка качества (приложение К) подтвердила распределение по классам с преобладанием крупных плодов (диаметр >70 мм), а лабораторные анализы показали повышенное содержание витамина С (до 15 мг/100 г). Это улучшение качества связано с оптимизацией минерального питания, как указано в положениях на защиту, где подчеркивается роль фертигации в формировании товарных характеристик.

Экономический анализ показал высокую эффективность предлагаемой технологии. Рентабельность производства при фертигации составила 423,2%, чистый доход достиг 7863 тыс. тг/га. Себестоимость 1 кг продукции снизилась до 62,4 тенге, что в 1,8 раза ниже, чем при традиционном почвенном внесении (112,9 тг/кг). Окупаемость 1 кг д.в. удобрений составила 90,4 кг яблок. Эксплуатационные расходы на фертигацию составили 1,9 млн тенге/га, что на 700 тыс. тенге меньше, чем при почвенном внесении. Коэффициент использования удобрений вырос почти в 2 раза. Математическая обработка данных подтвердила достоверность результатов ($P < 0.05$). Дисперсионный анализ (ANOVA, приложение III) для урожайности 2023 года показал высокую значимость различий ($F=1948,46$ при $P<0.01$), с $НСР_{05}=0,745$ т/га, подтверждая превосходство фертигации. Внедрение на 210 га в ТОО «Кентау» (приложение Н) привело к снижению антропогенной нагрузки и ускорению окупаемости садов на 1,5–2 года.

Обоснование новизны и важности полученных результатов. Впервые в условиях серо-коричневых почв южного Казахстана проведено комплексное исследование влияния фертигации на миграцию элементов питания и трансформацию почвенных свойств в интенсивных садах яблони. Разработаны регрессионные модели зависимости продуктивности от доз удобрений ($R^2=0,978$). Научно обоснованы оптимальные дозы и сроки фертигации, учитывающие фенологические фазы развития сорта «Джеромини» и обеспечивающие повышение коэффициента использования удобрений.

Результаты имеют важное значение для предотвращения деградации почв, обеспечения усвоения фосфора в щелочной среде и ускорения окупаемости интенсивных садов на 1,5–2 года. Разработанные рекомендации внедрены в ТОО «Кентау» на площади 210 га, что позволяет повысить урожайность на 24–30%, увеличить выход товарной продукции и снизить производственные затраты. Результаты могут быть использованы садоводческими хозяйствами юга и юго-востока Казахстана для повышения рентабельности производства.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам. Исследование провалилось в рамках инициативного проекта: 0119РКИ0098 «Изучение эффективности жидких удобрений в интенсивных садах при капельном орошении в условиях ТОО «Кен Тау» Туркестанской области и соответствует приоритетным направлениям развития науки в области почвоведения и агрохимии. Она способствует реализации задач по снижению импортозависимости по плодовой продукции, ресурсосбережению и адаптации к изменению климата в Центральной Азии.

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации. Автор принимал непосредственное участие во всех этапах работы: от закладки полевых опытов, проведения фенологических наблюдений, отбора почвенных и растительных образцов до лабораторных агрохимических анализов, статистической обработки данных, экономической оценки и интерпретации результатов. Сформулированы выводы и практические рекомендации. По материалам диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 2 статьи в международных журналах, входящих в базы данных Scopus и Web of Science (личный вклад: разработка методологии, анализ данных, написание основного текста); 6 статей в изданиях, рекомендованных КОКШВО МНВО РК (личный вклад: полевые исследования, статистическая обработка, формулировка выводов); и 2 тезиса в материалах международных конференций (личный вклад: подготовка докладов и презентаций). Апробация результатов проводилась на конференциях в Якутске (2023), Алматы (2024) и на круглом столе в КазНИИ земледелия и растениеводства (2025), где докторант выступал с докладами.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 190 странице компьютерного текста, состоит из введения, обзора литературы, методики исследований, результатов и их обсуждения, заключения, списка использованных источников из 331 наименования и 23 приложений. Работа иллюстрирована 29 таблицами и 26 рисунками.