

АННОТАЦИЯ
диссертационной работы
Мауленовой Салтанат Сабыржанкизи
на тему «Сравнительная оценка эффективности биоорганических
и минеральных удобрений на продуктивность яблони в условиях
орошаемых почв юго-востока Казахстана»
представленной на соискание степени доктора философии (PhD)
образовательной программе 8D08102 – «Почвоведение и агрохимия»

Актуальность темы исследования. В условиях орошаемых почв Юго-Восточного Казахстана продуктивность яблоневых садов во многом зависит от сбалансированности элементов питания, режима орошения и активности ризосферной микрофлоры. Вместе с тем комплексное влияние отдельного и совместного применения минеральных удобрений и биоорганических препаратов на динамику NPK в почве, формирование листового аппарата, микробиологическую активность, качество плодов и их лежкость изучено недостаточно. В связи с этим исследование комплексного воздействия указанных факторов и разработка эффективных агротехнологий повышения продуктивности яблоневых садов являются актуальными.

Казахстан благодаря своим уникальным почвенно-климатическим условиям является стратегически важным регионом для развития садоводства. Садоводство в республике считается одной из ключевых отраслей народного хозяйства, обеспечивающей население качественной продукцией, богатой витаминами, что, в свою очередь, оказывает положительное влияние на здоровье людей и продолжительность жизни. Стратегическим условием укрепления продовольственной безопасности Казахстана является стабильное обеспечение населения отечественной продукцией.

В условиях юго-востока Казахстана продуктивность яблоневых садов на орошаемых темно-каштановых почвах в основном непосредственно связана с балансом питательных веществ, режимом орошения и активностью ризосферной микрофлоры. Однако сложное влияние самостоятельного или совместного внесения минеральных удобрений и биоорганических составов на динамику NPK в почве, развитие листовой системы, микробиологические процессы, качество плодов и их лежкость до настоящего времени изучено не в полной мере.

В этой связи оптимизация минерального питания плодовых деревьев при различных режимах орошения остается важной задачей для получения высокой урожайности. Вопросы обеспечения сада сорта Голден Делишес минеральными удобрениями и биопрепаратами изучены недостаточно. Несмотря на достижения в опытах по применению удобрений, фактическое влияние органо-минеральных удобрений на продуктивность яблони на орошаемых каштановых почвах Центральной Азии полностью не раскрыто. Поэтому данное исследование направлено на определение комплексного влияния указанных факторов, а изучение воздействия удобрений на рост, продуктивность и качество плодов, а также лежкость яблони сорта Golden

Delicious, выращиваемой в условиях Юго-Восточного Казахстана, является актуальной научной задачей.

Цель диссертационного исследования. Комплексно оценить агрохимическую и агроэкологическую эффективность биоорганических и минеральных удобрений для совершенствования приемов повышения продуктивности и качества яблоневых садов, выращиваемых на орошаемых темно-каштановых почвах юго-востока Казахстана, а также разработать научно обоснованные способы их применения для обеспечения плодородия почвы.

Задачи исследования:

1. Охарактеризовать почвенно-климатические условия района исследования;
2. Проанализировать влияние различных комплексных приемов применения минеральных и биоорганических удобрений на агрохимические характеристики почвы;
3. Изучить влияние примененных удобрений на биометрические показатели яблоневых деревьев;
4. Оценить уровень развития фотосинтетического аппарата яблони путем определения площади листовой поверхности и установления ее связи с видами и нормами удобрений;
5. Провести количественную оценку фотосинтетических пигментов растений, определить их накопление и вклад в формирование продуктивности культуры;
6. Определить урожайность и показатели качества яблони при применении минеральных и биоорганических удобрений;
7. Рассчитать экономическую эффективность каждого варианта удобрения и разработать производственные рекомендации.

Методы исследования. Исследование проводилось в 2020-2023 годах в помологическом саду Талгарского республиканского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства». В работе применялись общепринятые методики определения агрохимических свойств почвы, биометрических и физиологических показателей растений, а также урожайности и качества плодов яблони. Агрохимические показатели почвы (рН, гумус, NPK) определялись по общепринятым методикам (по Тюрину, Мачигину, Кьельдалю).

Для оценки интенсивности роста растений учитывали диаметр штамба, длину побегов, количество листьев и площадь листовой поверхности. Для характеристики фотосинтетической активности определяли площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистую продуктивность фотосинтеза и содержание хлорофилла. Урожайность рассчитывали по каждому дереву, а качественные показатели плодов оценивали лабораторным анализом. В плодах определяли содержание сахаров, сухих веществ и аскорбиновой кислоты. Полученные данные подвергались статистической обработке с использованием ANOVA, корреляционно-регрессионного анализа и методики Доспехова.

Основные положения, выносимые на защиту:

1. Динамика содержания питательных элементов в каштановых почвах;
2. Изменение биометрических показателей яблони под влиянием применения минеральных и биоорганических удобрений;
3. Уровень развития фотосинтетического аппарата яблони, установленный путем определения площади листовой поверхности;
4. Определение содержания фотосинтетических пигментов в растении, изучение динамики их накопления и роли в формировании урожая;
5. Урожайность и показатели качества яблони при применении минеральных и биоорганических удобрений;
6. Экономическая эффективность использования примененных минеральных и биоорганических удобрений.

Описание основных результатов исследования. Результаты проведенного исследования показали, что применение биоорганических и минеральных удобрений в условиях орошаемых темно-каштановых почв юго-востока Казахстана оказывает положительное влияние на рост, развитие, продуктивность и качество плодов яблони. Исходные агрохимические показатели почвы свидетельствовали о низком уровне обеспеченности питательными элементами. В частности, содержание гумуса в верхнем слое находилось в пределах 2,21-1,26%, содержание общего азота составляло 0,106-0,061%. Содержание нитратного азота было установлено на уровне 10,2-8,5 мг/кг, а подвижного фосфора – около 16,0–14,0 мг/кг.

Применение биоорганических и минеральных удобрений положительно повлияло на содержание гумуса в почве. В ходе исследования наиболее высокие показатели отмечены в вариантах «Фон + BioSok Energy Plus» и «Фон + Биогумус». В варианте «Фон + BioSok Energy Plus» содержание гумуса составило 2,24%, увеличившись по сравнению с исходным уровнем на 0,06%. В варианте «Фон + Биогумус» содержание гумуса достигло 2,27%, что на 0,09% выше исходного показателя. Это доказывает, что биоорганические удобрения способствуют накоплению органического вещества в почве и стабилизации ее плодородия.

Результаты исследования показали, что в вариантах с внесением удобрений содержание основных питательных элементов в почве было выше по сравнению с контролем. Среднесезонное содержание легкогидролизуемого азота в темно-каштановой почве под яблоней в контрольном варианте составляло 4,8 мг/кг в слое 0-30 см и 2,79 мг/кг в слое 30-60 см, тогда как в удобренных вариантах этот показатель изменялся соответственно в пределах 9,2-9,1 мг/кг и 7,9-5,6 мг/кг. Среднесезонное содержание подвижного фосфора в контроле составляло 1,53 мг/100 г в слое 0–30 см и 1,17 мг/100 г в слое 30–60 см, а в вариантах с внесением биоорганических и минеральных удобрений накапливалось соответственно в пределах 3,45–4,05 мг/100 г и 1,95-3,25 мг/100 г. Содержание обменного калия в контрольном варианте составляло 20,61 мг/100 г в слое 0-30 см и 22,4 мг/100 г в слое 30-60 см, тогда как в удобренных вариантах находилось соответственно в пределах 34,1-48,9 мг/100 г и 33,2-44,1

мг/100 г. Это свидетельствует о том, что удобрения обеспечили накопление питательных элементов в слое размещения корневой системы.

Применение биоорганических и минеральных удобрений также оказало положительное влияние на микробиологическую активность почвы. Численность общего количества микроорганизмов, бактерий рода *Pseudomonas* и аммонифицирующих бактерий в почве изменялась в зависимости от вида удобрения. Наиболее высокие показатели были установлены в варианте комплексного применения NPK и BioSok Energy Plus: общее количество микроорганизмов достигло $2,40 \times 10^6$ КОЕ/г, бактерии *Pseudomonas* – $4,0 \times 10^6$ КОЕ/г, а аммонифицирующие бактерии – $2,0 \times 10^5$ КОЕ/г. Кроме того, по численности микроскопических грибов варианты NPK + BioSok Energy Plus, NPK + Биогумус и NPK + Агрофлорин показали высокую эффективность в повышении биологической активности почвы.

Применение биоорганических и минеральных удобрений для яблони сорта Golden Delicious способствовало улучшению биометрических показателей растений. В удобренных вариантах диаметр штамба формировался в пределах 1,40-1,77 см, площадь листа – 2,36-2,90 см². Кроме того, длина побегов увеличивалась в пределах 1,61-1,75 см. Это указывает на то, что удобрения усиливали вегетативный рост яблоневых деревьев и положительно влияли на формирование листового аппарата.

Изучение фотосинтетической активности листьев яблони сорта Golden Delicious выявило существенные различия между вариантами удобрения. По трехлетним средним данным чистая продуктивность фотосинтеза листьев яблони в контрольном варианте составила 5,20 мг СО₂/дм²/ч, тогда как в удобренных вариантах изменялась в пределах 6,17-6,93 мг СО₂/дм²/ч. Содержание хлорофилла а+b в контроле в среднем составило 1,41 мг/г, а в удобренных вариантах — 1,70–1,91 мг/г. Наиболее высокие показатели зарегистрированы в варианте «Фон + BioSok Energy Plus», где чистая продуктивность фотосинтеза составила 6,93 мг СО₂/дм²/ч, а содержание хлорофилла а+b – 1,91 мг/г. Это свидетельствует об эффективности удобрения BioSok Energy Plus в повышении фотосинтетической активности растений.

Изученные удобрения оказали выраженное влияние на повышение урожайности яблони. По трехлетним средним данным урожайность в удобренных вариантах составляла 250–295 ц/га, тогда как в контрольном варианте этот показатель был равен 180 ц/га. Дополнительный урожай, полученный в результате применения удобрений, изменялся в пределах 39–64%. Наиболее высокая урожайность отмечена в вариантах совместного применения биоорганических и минеральных удобрений, что доказывает улучшение условий питания яблоневых деревьев и усиление процесса формирования урожая.

Биоорганические и минеральные удобрения оказали положительное влияние и на качественные показатели плодов яблони. В удобренных вариантах содержание аскорбиновой кислоты повышалось по сравнению с контролем и изменялось в пределах 11,45–15,32. Наиболее высокий показатель был установлен в варианте совместного применения минеральных

удобрений и биоорганического удобрения BioSok Energy Plus и составил 15,32. Кроме того, в варианте «Фон + Биогумус» отмечено более высокое накопление сахаров и сухих веществ, а лежкость плодов достигала 6 месяцев. Это подтверждает эффективность биоорганических удобрений в улучшении товарных и биохимических качеств плодов яблони.

В целом результаты исследования доказали, что совместное применение минеральных удобрений с биоорганическими препаратами в условиях орошаемых темно-каштановых почв является эффективным агротехнологическим приемом, позволяющим повышать плодородие почв, усиливать микробиологическую активность, улучшать рост и фотосинтетическую активность яблоневых деревьев, увеличивать урожайность и повышать качество плодов. Наиболее высокие результаты отмечены в вариантах NPK + BioSok Energy Plus и NPK + Биогумус.

Обоснование новизны и важности полученных результатов.

Впервые в условиях орошаемых темно-каштановых почв юго-востока Казахстана для культуры яблони проведена оценка влияния применения биоорганических и минеральных удобрений на содержание основных питательных веществ в почве и ее микробиологическую активность, а также комплексно определено влияние различных способов удобрения на продуктивность и физиологическое состояние яблони, качество плодов и их сохранность в условиях орошаемых почв юго-востока Казахстана. Установлена возможность оптимизации режима орошения на основе цифрового мониторинга влажности почвы. Установлены эффективные нормы и способы применения различных минеральных и биоорганических удобрений, уточнено распределение питательных веществ в соответствии с фазами развития растений.

Получение высокого урожая яблони сорта «Голден Делишес», адаптированного к природно-климатическим особенностям юго-востока Казахстана, на орошаемых почвах при применении биоорганических и минеральных удобрений является важным результатом исследования. На основе предложенной агротехнологии урожайность плодов яблони по сравнению с контрольным вариантом была повышена на 39–64%. Применение для яблони биоорганического удобрения Биосок Energy Plus совместно с минеральными удобрениями в дозе 300 мл, растворенной в 5 литрах воды, для обработки корней перед посадкой, двукратного опрыскивания листьев в период вегетационного роста и корневого и внекорневого внесения, а также внесение Биогумуса совместно с минеральными удобрениями в дозе 90 кг/га весной перед распусканием почек в междурядья деревьев способствовало повышению урожайности плодов яблони до 285–295 ц/га.

Разработанные методические подходы пригодны для прикладных и исследовательских целей. Полученные результаты способствуют повышению урожайности культур, оптимизации затрат на биоорганические и минеральные удобрения, обеспечению быстрой окупаемости инвестиций и высокой рентабельности производства яблок. Собранные в ходе исследования данные представляют значительный интерес для развития сельскохозяйственной

науки и стимулируют фермеров к внедрению ее достижений в производственную практику.

Соответствие направлениям развития науки или государственным программам. Исследование выполнено в 2021–2023 годах в помологическом саду Талгарского республиканского филиала ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства» в рамках проекта «Разработка технологий органического сельского хозяйства для выращивания, цифровизации и экспорта сельскохозяйственных культур с учетом региональных особенностей» (ИРН BR10764907). Исследование соответствует приоритетным направлениям науки в области почвоведения, агрохимии, органического сельского хозяйства и плодовоговодства.

Результаты работы направлены на решение задач сохранения плодородия орошаемых почв, эффективного применения биоорганических и минеральных удобрений, повышения урожайности и качества яблоки, а также устойчивого развития отечественного плодовоговодства.

Описание вклада докторанта в подготовку каждой публикации. Направление, цель, задачи и методы исследования данной диссертационной работы были определены автором под руководством научных консультантов. Докторант активно участвовала в разработке программы и методики исследований по комплексному применению минеральных и биоорганических удобрений при выращивании яблоки, адаптированной к климатическим особенностям юго-восточного региона Казахстана, в проведении полевых опытов и проявила высокий уровень ответственности.

Докторант полностью выполнила цели и задачи своей работы. Она выбрала эффективные методы проведения наблюдений, учета и анализа, достигла конкретных результатов. Кроме того, активно участвовала в научно-исследовательской работе, освоила методику проведения полевых и производственных опытов, а также методические требования, предъявляемые к исследованиям в области аграрной науки.

Труд докторанта был направлен на теоретическое и практическое решение поставленных задач, проведение экспериментальных исследований, выполнение наблюдений и расчетов, анализ и обобщение полученных результатов. По материалам диссертации опубликовано 10 научных работ, в том числе 1 статья в международном журнале, входящем в базы данных Scopus и Web of Science (личный вклад: разработка методологии, анализ данных, написание основного текста); 4 статьи в изданиях, рекомендованных КОКСНВО МНВО РК (личный вклад: полевые исследования, написание основного текста, статистическая обработка, формулирование выводов); и 5 тезисов в материалах международных конференций (личный вклад: подготовка докладов и презентаций).

Объем и структура диссертации. Общий объем диссертации составляет 142 страниц, включая введение, 7 глав, заключение и производственные рекомендации. Работа содержит 21 таблиц, 15 рисунков и 8 приложений. Список использованных источников включает 217 наименований.