

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Кочеткова Ивана Максимовича «Эффект применения гуминовых препаратов на урожай, качество и антиоксидантную активность *Solanum tuberosum* L.» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Актуальность исследований обусловлена возрастающим интересом к природным источникам биологически активных соединений, способных предотвращать окислительный стресс и связанные с ним патологии. Исследование антиоксидантной активности веществ в растениях является широко распространённым и актуальным направлением мировой науки. За последние годы наблюдается устойчивый рост количества публикаций по данной теме, что отражает мировой тренд на использование природных соединений в качестве безопасных альтернатив синтетическим антиоксидантам и консервантам.

Антиоксиданты защищают клетки растений от повреждений, вызванных окислительным стрессом при воздействии таких неблагоприятных факторов, как засухи, переувлажнения, экстремальные температуры, ультрафиолет, засоления и загрязнения среды. Оптимальный уровень антиоксидантной защиты способствует нормальному метаболизму, активному фотосинтезу и росту растений, что напрямую отражается на урожайности. Высокое содержание природных антиоксидантов улучшает качество продукции, ее стойкость к хранению, снижая риск порчи из-за окислительных процессов. К числу растений, обладающих значительным антиоксидантным потенциалом, относится картофель. Антиоксидантная активность клубней картофеля определяется совокупным действием аскорбиновой кислоты, каротиноидов, фенольных кислот, флавоноидов, глутатиона и других соединений. Эти соединения не только обеспечивают

защиту растительных клеток от окислительных процессов, но и повышают пищевую и биологическую ценность продукции.

Современные агротехнологии активно используют препараты с антиоксидантной активностью для повышения стрессоустойчивости и улучшения качества продукции. Использование антиоксидантных средств способствует снижению потребности в химических пестицидах и регуляторах роста, что соответствует требованиям экологически безопасного и устойчивого земледелия. Природные антиоксиданты перспективны для применения в фармацевтике, пищевой и косметической промышленности

Сказанное выше подчеркивает актуальность и инновационность исследований, выполненных И.М. Кочетковым, целью которых было изучение влияния гуминовых препаратов с антиоксидантной активностью на урожай и качество клубней картофеля (*Solanum tuberosum* L.), включая фракции крахмала и содержание антиоксидантов, в зависимости от уровня минерального питания и складывающихся метеоусловий.

Структура диссертации и содержание работы. Диссертационная работа включает в себя анализ литературы по исследуемой проблеме, описание объектов и методов исследований, 10 разделов с изложением экспериментальных результатов, обобщающее заключение, 6 выводов, список цитируемой литературы и приложение с дополнительными материалами. Диссертация изложена на 115 страницах, содержит 18 таблиц, включая приложения, 24 рисунков в основной части и 3 в приложении, 171 цитируемых источников, преимущественно англоязычной литературы.

В четырех разделах обзора литературы рассмотрены физиолого-биохимические, сортовые и агрономические характеристики картофеля (*Solanum tuberosum* L.). Приведен перечень соединений с антиоксидантной активностью в клубнях картофеля, рассмотрены методы определения антиоксидантной активности, дан сравнительный анализ антиоксидантной активности растений и гуминовых веществ. Показаны пределы содержания крахмала в клубнях картофеля, приведена классификация крахмала по

усвояемости (быстроусвояемый, медленноусвояемый и резистентный), рассмотрены его физиологические свойства и сферы применения. Большой раздел литературного обзора посвящен оценке влияния гуминовых препаратов на физиологические свойства, качество урожая и антиоксидантную активность клубней картофеля. Подчеркивается полифункциональное влияние гуминовых препаратов на растения, действующих и как удобрение, и как биостимулятор. Содержательные сведения, приведенные в обзоре литературы, обосновывают проблематику исследований и подтверждают ее актуальность.

Во второй главе дано подробное описание объектов исследований и методического обеспечения полевых и лабораторных работ, измерений, учета сопутствующих экспериментированию условий и факторов, способов статистической обработки полученных результатов. Экспериментальная работа проводилась на базе классического трехлетнего производственного полевого опыта с картофелем, заложенного на территории учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ «Чашниково». Основными исследуемыми факторами были два уровня основного минерального питания, создаваемых фоновым и припосадочным внесением комплексного удобрения, дополнительное калийное питание, разные виды гуминовых препаратов (Грин-ПИКъ Гумистар и БИО комплекс БИО гумат), которые вносили фолиарно в середине и в конце фазы цветения. Описанная процедура закладки производственного опыта, оценки метеоусловий, учета урожая, подготовки проб почвы и растений к анализу соответствует принятым требованиям. Определяли содержание макроэлементов в почве и в клубнях картофеля, общую антиоксидантную активность в клубнях и в гуминовых препаратах, фракционный состав крахмала клубней. Использовались классические и современные аналитические методы и сертифицированные приборы, обеспечивающие высокую точность измерений. Все данные статистически обработаны.

В работе оценен питательный режим дерново-подзолистой почвы, сформированный под влиянием трехлетнего применения комплексного минерального удобрения в сочетании с гуминовыми препаратами. Дано описание метеоусловий, складывающихся на протяжении выполнения эксперимента, изменчивость которых сказывалась на эффективности применяемых удобрений и гуминовых препаратов. Показана роль минеральных удобрений и гуминовых препаратов на содержание азота, фосфора и калия в клубнях картофеля в разные по метеоусловиям годы. Исследована антиоксидантная активность гуминовых препаратов, отличающихся по происхождению, технологии изготовления и составу. Новую информацию содержат данные по влиянию удобрений и гуминовых препаратов на содержание аскорбиновой кислоты и антиоксидантную активность клубней. Выявлены благоприятные и лимитирующие условия минерального питания и внешней среды на содержание крахмала в клубнях картофеля и исследована возможность оптимизации синтеза крахмала применением гуминовых препаратов. Разработаны корреляционные матрицы взаимосвязей между показателями качества урожая клубней картофеля,

Основные положения диссертации изложены в обобщающем заключении и в 6 сформулированных выводах, которые раскрывают суть работы.

Основные научные результаты, их научная новизна и практическая значимость. Наиболее важными и новыми являются следующие результаты и положения, полученные И.М. Кочетковым.

1. Систематическое применение комплексного минерального удобрения обеспечивает поддержание окультуренности дерново-подзолистой почвы с высоким содержанием фосфора и умеренным содержанием калия.

2. Антиоксидантная активность неразведённого препарата БиоГумат, получаемого из бурого угля, была в 1.4 раза выше, чем у Гумистар, изготавливаемого на основе вермикомпоста, многократно превышая этот

показатель для гуминовых веществ почвы. Предусматриваемое разведение гуминовых препаратов исключает вероятность избыточного нанесения антиоксидантов на листовую поверхность растений.

3. Погодные условия являются ключевым фактором, контролирующим как величину урожая картофеля, так и химический состав клубней. Фолиарная обработка растений гуминовыми препаратами Гумистар и БиоГумат на фоне минеральных удобрений достоверно повышала выход товарного картофеля в засушливые годы его возделывания и уменьшала в целом межгодовую вариабельность урожайности картофеля.

4. Гуминовые препараты в наибольшей мере способствовали накоплению калия в клубнях картофеля и в меньшей мере, фосфора. Отмечено, что эффект накопления калия под действием гуминовых препаратов был эквивалентен действию повышенной нормы калийного удобрения. Обнаружено положительное действие гуминовых препаратов на метаболизацию нитратов в клубнях картофеля.

5. Изменения в метаболизме картофеля, вызываемые внесением калия и гуминовых препаратов, положительно сказывались на образовании в клубнях картофеля аскорбиновой кислоты, обладающей выраженной антиоксидантной активностью. Подтверждено участие аскорбиновой кислоты, как первичного антиоксиданта, в защите картофеля в стрессовых условиях внешней среды. Наиболее отчетливое действие гуминовых препаратов наблюдалось при неблагоприятных для картофеля метеоусловиях.

6. Применяемые гуминовые препараты положительно влияли на синтез общего крахмала и его резистентной фракции. Неожиданным оказалось слабое влияние внесенного калия на содержание общего крахмала в клубнях.

7. Комфортные и неблагоприятные условия минерального питания и метеоусловий по разному отражаются на формирование антиоксидантной активности в клубнях картофеля. Эта гипотеза, подтвержденная

экспериментально, является одним из ярких фрагментов диссертационной работы.

8. В среднем за три года исследований наибольшую эффективность показывало применение препарата Гумистар на низком минеральном фоне.

В целом, применение антиоксидантных гуминовых препаратов для повышения устойчивости продукционного процесса картофеля к внешним стрессам и получения высококачественного урожая с антиоксидантными свойствами является инновационным направлением, сочетающим достижения биохимии, биотехнологии и агроэкологии. Результаты исследований могут быть использованы в практике для повышения устойчивости культуры картофеля к стрессовым ситуациям в период выращивания, что положительно скажется на получении товарных клубней с высокой питательной ценностью и с выраженным антиоксидантным эффектом.

Обоснованность положений, степень завершенности работы и характеристика личного вклада. Результаты исследований И.М. Кочеткова согласуются с теорией минерального питания и обмена веществ в растениях, привнося новые знания о путях регулирования синтеза крахмала и антиоксидантного комплекса путем использования природных биологически активных препаратов на основе гуминовых веществ. Диссертационная работа имеет отчетливую идею, заявленные задачи полностью раскрыты и в достаточной мере обоснованы экспериментальным материалом, защищаемые положения точно резюмируют полученные данные. Результаты исследований И.М. Кочеткова изложены в 4 статьях, опубликованных в изданиях, рекомендованных ВАК и индексируемых в РИНЦе.

Автореферат хорошо иллюстрирован, полностью соответствует диссертации и отражает ее основные положения.

Замечания по содержанию и оформлению работы. При общей высокой оценке работы И.М. Кочеткова имеется несколько замечаний и пожеланий:

1. Описание метеорологических условий в вегетационные периоды следовало бы перенести в главу «Объекты и методы», а в главе «Результаты и обсуждения» рассматривать только лишь зависимость урожая и качества от метеорологических условий.

2. В опытах с минеральными удобрениями, даже в производственных условиях, всегда желательно наличие контроля без удобрений.

3. Следовало бы привести исходные данные агрохимических свойств почвы до внесения удобрений и гуминовых препаратов.

4. Не понятно, что означают показатели величин урожая клубней картофеля «с учетом потерь» и «без учета потерь». Что подразумевается под «потерей» урожая? Неужели потери клубней могут достигать половины урожая?

5. Вывод 6 диссертации выглядит неоднозначно, так как не указано, каким по эффекту было влияние исследуемого фактора: положительным или отрицательным.

Высказанные замечания не снижают качества представленной диссертации.

Заключение. По актуальности, научной значимости, практической перспективности, объему выполненных исследований и полноте решения заявленных задач диссертация И.М. Кочеткова «Эффект применения гуминовых препаратов на урожай, качество и антиоксидантную активность *Solanum tuberosum* L.» полностью отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова, соответствует специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание

ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Кочетков Иван Максимович заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений.

Официальный оппонент:

доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории почвенных циклов азота и углерода Института физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук - обособленного подразделения Федерального государственного бюджетного учреждения науки «Федеральный исследовательский центр «Пущинский научный центр биологических исследований Российской академии наук»

Семенов Вячеслав Михайлович_____

17 ноября 2025 г.

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 06.01.04 Агрохимия

Контактные данные: тел. +7-916 , e-mail: v.m.

Адрес места работы:

142290, Московская область, г. Пущино, Институтская ул., д. 2.,
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения
Российской академии наук