

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию на соискание ученой степени кандидата биологических наук Кочеткова Ивана Максимовича на тему

«Эффект применения гуминовых препаратов на урожай, качество и антиоксидантную активность *Solanum tuberosum L.*» по специальности

4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений

Актуальность исследований. Гуминовые препараты (ГП) находят все большее применение в современных агротехнологиях. Не являясь собственно удобрениями, по современным представлениям они относятся к биостимуляторам, то есть веществам, которые определяют как «приготовленный по определенной рецептуре продукт растительного или микробного происхождения, применяемый в незначительных количествах с целью повышения эффективности питания растений, устойчивости к абиотическим стрессам и/или качества сельскохозяйственных культур». В отличие от минеральных удобрений или пестицидов, их действие обусловлено не содержанием питательных веществ, и эффект достигается вследствие воздействия не одного определенного ингредиента, но комплекса эмерджентных свойств ингредиентов (определенного соотношения гуминовых кислот, фульвокислот, низкомолекулярных физиологически активных соединений, гормоно-подобных веществ).

Особое внимание последнее время привлекает антиоксидантная (АО) активность ГП, наличие которой придает дополнительный потенциал для использования ГП, в том числе и в растениеводстве. Она обусловлена присутствием в молекуле гуминовых кислот фенольных, гидроксильных, хиноидных и других функциональных групп, способных блокировать реактивные окислители и таким образом смягчать последствия негативных воздействий окружающей среды посредством прерывания свободно-

радикальных реакций и предотвращения повреждения клеточных мембран и биологических макромолекул.

В связи с этим оценка эффективности гуминовых продуктов с учетом их уровня АО является весьма актуальной задачей, учитывая, что многочисленные предлагаемые сегодня на рынке коммерческие ГП, произведенные из различного природного сырья, существенно отличаются по своим свойствам и эффективности. Особенно значимо в этом аспекте выполненное И.М.Кочетковым испытание двух видов промышленных ГП на картофеле, одной из важнейших сельскохозяйственных культур. Дополнительную значимость работе придает тот факт, что автором изучено влияние ГП не только на собственно урожай, но и на качество продукции, в частности витамина С и резистентного крахмала, на разных фонах минерального питания. Выполненное И.М.Кочетковым 3х-летнее исследование показателей качества картофеля при применении ГП на трех различных уровнях элементов питания, наряду с финальной оценкой продукта – урожайностью, вносит вклад в решение актуальных задач агрохимии и приближает к выявлению механизмов проявления стимулирующего эффекта гуминовых продуктов.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций. Исследования проводили в течение трех вегетационных сезонов в 2019, 2021 и 2022 гг. в условиях микрополевых опытов с применением принятых в данном регионе технологий обработки почв и приемов возделывания тест-культуры (картофель *Solanum tuberosum* L. сорта Удача). Эксперименты заложены в рандомизированном дизайне с необходимым числом повторностей. Химические анализы почв и растительного материала выполнены в соответствии с актуальными протоколами, также с достаточным числом лабораторных повторностей. Проведена статистическая обработка данных. Четкость представления

результатов анализов и интерпретации полученных данных убеждают в достоверности полученных результатов.

Научные положения, вынесенные на защиту, вполне обоснованы и подтверждаются полученным экспериментальным материалом. В диссертации представлен анализ тенденций в динамике урожайности и показателей качества клубней картофеля (содержание калия, фосфора, общего и белкового азота, нитратов, витамина С, общего и резистентного крахмала и антиоксидантной активности), обусловленных погодными условиями года, фоном минерального питания, а также видом ГП.

Научная новизна и практическая значимость работы.

Впервые проведено детальное исследование влияния двух видов ГП, отличающихся источником органического сырья, на АО активность клубней картофеля. Установлено, что при фолиарной обработке растений картофеля этими препаратами на разном фоне минеральных удобрений, в фазу начала и окончания цветения, происходит увеличение АО активности клубней.

Особый интерес исследованию придает тот факт, что за период проведения испытаний существенно отличались погодные условия. Если 2019 и 2022 годы были засушливыми, но в целом без аномальных показателей, то условия 2021г классифицированы как «засуха». Привлечение метеорологических данных позволило автору выявить различия в воздействии изучаемых ГП в зависимости режимов температуры и влажности и показать, что в условиях стресса (засухи) ГП сильнее проявляют свои адаптогенные свойства.

Впервые проанализировано влияние дополнительного калийного удобрения при посадке картофеля в различные по погодным условиям вегетационные сезоны и показано, что в накопление аскорбиновой кислоты как первичного антиоксиданта характерно именно для засушливого сезона.

Проведенный автором сопряженный анализ динамики минеральных элементов, витамина С, фракций крахмала, антиоксидантной активности в

клубнях в зависимости от дополнительных обработок гуминовыми препаратами уточняет теоретические положения о механизме влияния ГП на растения при фолиарной обработке.

Работа имеет выраженную практическую значимость: полученные результаты свидетельствуют о том, что материалы диссертации можно рассматривать как основу для предварительных практических рекомендаций для применения изученных ГП в реальных производственных условиях. Перспективно продолжение исследований и на других тест-культурах.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, списка литературы и приложений. Работа изложена на 115 страницах печатного текста, содержит 3 таблицы, 24 рисунка и 18 приложений. Список литературы включает 171 источник (из них 139 на иностранном языке). В Приложения помещены 3 рисунка и 15 таблиц.

Анализ диссертации по главам. *Во введении* обоснована актуальность, цель и задачи исследования, дана общая характеристика работы.

Первая глава диссертации посвящена обзору научной литературы по теме исследования (стр. 12 - 36). Она включает сведения о физиологобиохимических особенностях картофеля *Solanum tuberosum L* сорта Удача; информацию об антиоксидантной активности растений, механизмах ее действия, группах соединений-антиоксидантов у картофеля. Рассмотрены методы определения АО активности и приведены некоторые сведения о влиянии гуминовых веществ на физиологию растений. Приведена информация о составе и фракциях крахмала в картофеле, а также о влиянии ГП на фракционный состав крахмала и антиоксидантную активность клубней картофеля.

Во второй главе «Объекты исследования и методы исследования» (стр. 37-43) представлены описание полевого опыта и краткая характеристика

изучаемых гуминовых препаратов (ГП), а также описаны методы полевых и лабораторных исследований.

Полевой опыт был заложен на базе учебно-опытного почвенно-экологического центра МГУ «Чашниково» и проводился в течение трех сезонов в 2019, 2021 и 2022гг на посевах картофеля сорта «Удача». Схема опыта включала три минеральных фона: 1NPK; 2NPK и 2NPK + K. Помимо этого, включены варианты с двукратной фолиарной обработкой вегетирующих растений двумя видами ГП: Гумистар на основе вермикомпоста и БиоГумат из бурого угля.

Глава три (стр. 44-71) посвящена рассмотрению влияния минерального питания и фолиарной обработки двумя видами ГП на урожайность и показатели качества клубней картофеля в условиях трех вегетационных сезонов, отличающихся погодными условиями. Эта часть работы разделена на 10 подглав.

В разделах 3.1-3.3 рассмотрены сведения, которые формировали «базис» дальнейших исследований: агрохимические показатели почв вариантов опыта; АО исследуемых ГП и метеорологические условия в вегетационные периоды исследования.

Далее, в подглаве 3.4, автор подробно анализирует урожайность и выход товарной продукции картофеля в зависимости от обработок тест-культуры и погодных условий сезона.

В подглавах 3.5-3.8 рассмотрено изменение показателей качества клубней картофеля под воздействием изучаемых факторов. Проанализировано содержание калия, фосфора, общего и белкового азота, нитратов, общего и резистентного крахмала, витамина С, и антиоксидантной активности клубней. Показано увеличение количества первичного антиоксиданта (витамина С) и общего крахмала в клубнях, обработанных ГП растений, по сравнению с контрольными вариантами.

В двух финальных разделах – 3.9 и 3.10 – автор анализирует полученные результаты с привлечением методов математической статистики: корреляционного анализа и метода главных компонент. По результатам этих исследований автор выделяет наиболее эффективные варианты обработки в различные по погодным условиям сезоны и делает обобщающий вывод, что наиболее влиятельными вариантами за 3 года исследования были варианты с обработкой ГП.

В *Заключении* автор обобщает полученные данные о влиянии ГП или дополнительного калийного питания на урожайность, содержание витамина С, АО свойства и содержание фракций крахмала клубней картофеля. Наиболее выраженное положительное влияние этих дополнительных обработок выявлено для наиболее засушливого сезона, что позволяет рассматривать полученные результаты как перспективные и в прикладном отношении при выращивании культуры.

Завершается работа *выводами*, адекватно отражающими содержание диссертации.

В *приложения* автором помещены фотографии закладки полевого опыта на территории Чашниково МГУ имени М.В. Ломоносова; а также таблицы с полученными аналитическими данными. Приведены фактические данные об урожайности картофеля в 2019, 2021 и 2022гг; содержании фосфора, калия, азота общего, белкового и нитратов, витамина С, АО активности, общего и резистентного крахмала в клубнях картофеля по вариантам опыта в годы исследования. Также приведены материалы по статистической обработке данных.

К работе имеются некоторые вопросы и замечания:

1. При обсуждении уровня антиоксидантной активности используемых ГП автор сравнивает их с таковыми для гуминовых веществ почв, ссылаясь на публикации 20-летней давности, которые носят самый

общий характер (Re, 1999; Rimmer, 2006) (стр.46). Следовало привести больше современных сведений об АО свойствах гуминовых веществ.

2. Описание объектов и методов исследования приведено недостаточно исчерпывающе. В разделе «Учет урожайности» следовало привести ссылки на соответствующие ГОСТы или протоколы по определению урожайности с учетом/без учета потерь и товарности клубней.

3. Для проведения диссертационного исследования с ГП следовало определить их базовые свойства, а не ограничиваться только информацией, указанной на упаковке (стр.38). Из последней, в частности, неясно, каково содержание ГВ в препарате БиоГумат, сравнимо ли оно с таковым в препарате Гумистар (2 г/л), насколько препараты схожи или различны также по содержанию макро- и микроэлементов. Возможно, при обработке растения получили существенно различные количества как гуминовых веществ, так и NPK и микроэлементов. Также это могло повлиять на уровень АО активности гуминовых препаратов. Информация о составе препаратов исключительно важна для понимания выявленных закономерностей.

4. Почему при значениях коэффициентов корреляции 0,3-0,5 зависимости между факторами трактуются как высокая положительная корреляция (вывод 1 для калия; стр.16, 18 автореферата)?

5. Вывод 2 о положительном влиянии дополнительного внесения калия на содержание АСК в засушливый вегетационный период сформулирован неудачно, поскольку к последним отнесены 2019 и 2022гг, а 2021 квалифицирован как засуха (стр.45). В данном выводе речь идет от о наиболее засушливом 2021 году, или о всех засушливых?

6. В главе 3.2 автореферата данные на рис. 2-4 дублируются в таблицах 1-3. Следовало выбрать какой-то один способ представления материала. Это заодно и позволило бы поместить в автореферат данные о составе клубней картофеля не только в виде трехмерных рисунков, но и более традиционном формате.

Отмеченные замечания и вопросы ни в коей мере не подвергают сомнению достоверность результатов и выводов рассматриваемой диссертации и носят исключительно рекомендательный характер.

Общее заключение. Диссертация Кочеткова И.М. является законченным научно-исследовательским трудом, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне. Полученные результаты, сделанные выводы и сформулированные положения научно обоснованы, достоверны, подтверждены значительным фактическим материалом и его статистической обработкой, имеют существенную научную значимость и практическую ценность. Работа написана грамотным научным языком, хорошо иллюстрирована. Автореферат диссертации достаточно полно отражает содержание диссертации.

Результаты исследования представлены на российских и международных научных конференциях. По теме диссертации опубликовано 9 работ, 4 из которых опубликованы в изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ имени М.В. Ломоносова по специальности и отрасли наук.

Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации 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. Диссертационное исследование оформлено 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 И.М. заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 4.1.3. Агрохимия, агропочвоведение, защита и карантин растений.

Официальный оппонент:

кандидат биологических наук, доцент,
ведущий научный сотрудник кафедры химии почв факультета почвоведения
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени
М.В.Ломоносова»

Якименко Ольга Сергеевна _____

«20» ноября 2025 года

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена
диссертация: 03.00.27 Почвоведение

Контактные данные: тел. +7-906 _____, e-mail: iakim@soil.msu.ru

Адрес места работы:

119991, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Московский
государственный университет имени М.В. Ломоносова, факультет
почвоведения.

Тел.: +7(495) 939-29-47; e-mail: soil.msu@mail.ru