

ОТЗЫВ

официального оппонента доктора сельскохозяйственных наук, профессора
Белопухова Сергея Леонидовича
на диссертацию Мульо Панолуиса Фредди Эдуардо
«Обоснование совершенствования технологии возделывания сои в условиях
Нечерноземной зоны РФ», представленную на соискание учёной степени
кандидата сельскохозяйственных наук по специальности
4.1.1. Общее земледелие и растениеводство

Актуальность темы диссертационного исследования. Обеспечение продовольственной безопасности страны и снижение зависимости от импорта высокобелкового растительного сырья остаются приоритетными задачами отечественного агропромышленного комплекса. В этом контексте интродукция и адаптация сои овощной (*Glycine max* L.) - культуры, отличающейся высоким содержанием полноценного белка, сбалансированным аминокислотным составом и широким спектром пищевого использования (в том числе в виде «эдамаме»), представляет несомненный научный и практический интерес. Вместе с тем, как справедливо отмечает соискатель, в Российской Федерации данная культура остаётся малоизученной: отсутствуют систематизированные сведения об адаптивном потенциале коллекционных сортов и сортообразцов в конкретных почвенно-климатических условиях, а вопросы биологизации технологии её возделывания за счёт предпосевной инокуляции семян штаммоспецифичными ризобиями практически не исследованы применительно к дерново-подзолистым почвам Центрального района Нечернозёмной зоны РФ.

Особую актуальность работе придаёт то, что автор рассматривает проблему на стыке интродукции, физиологии бобово-ризобияльного симбиоза и биохимии растительного сырья, обосновывая необходимость дифференцированного подбора пары «генотип сои - штамм микроорганизма» в зависимости от почвенно-климатических условий региона. Такой комплексный подход соответствует современным тенденциям развития

адаптивно-ландшафтного и биологизированного земледелия и представляется методологически верным.

Таким образом, тема диссертационной работы Мульо Панолуиса Ф.Э. является актуальной, а избранное направление исследований - обоснованным и практически значимым.

Научная новизна исследований и полученных результатов

Научная новизна работы, на наш взгляд, заключается в следующем:

- впервые для агроэкологических условий Нечернозёмной зоны РФ экспериментально обоснована эффективность предпосевной инокуляции сои овощной микробиологическим удобрением на основе *Sinorhizobium fredii* (БиоБеСтА, Ж) и биопрепаратом на основе *Bradyrhizobium japonicum* (Оптимайз 400, РК), с установлением достоверного превосходства первого препарата по показателям нодуляции (90,3 % против 61,9 % заселённых растений; 31,2 против 21,2 клубенька на растение);
- установлено полное отсутствие спонтанного клубенькообразования у неинокулированных растений всех изученных генотипов, что доказательно свидетельствует об отсутствии в почвах региона аборигенных эффективных штаммов ризобий сои и обосновывает обязательность предпосевной инокуляции как элемента технологии;
- выявлены и статистически подтверждены сортоспецифические различия в реакции генотипов сои овощной на инокуляцию по комплексу морфобиологических и биохимических признаков, что позволило автору сформулировать принцип избирательного подбора компонентов системы «сорт, сортообразец × инокулянт × целевой признак»;
- методом автофлуоресцентной микроскопии и тандемной масс-спектрометрии впервые получены сортоспецифичные хемотипические профили семян сои овощной, коррелирующие с окраской семенной кожуры и содержанием фенольных соединений.

Указанные положения обладают признаками научной новизны и представляют оригинальный вклад автора в разработку теории биологизации земледелия и адаптивного семеноводства сои.

Теоретическая и практическая значимость работы. Теоретическая значимость работы состоит в развитии представлений о генотип-штаммовой специфичности бобово-ризобияльного симбиоза применительно к сое овощной, а также в расширении методологической базы фенотипирования генотипов по биохимическим признакам с использованием оптических методов анализа.

Практическая значимость подтверждается разработанными автором нормативами предпосевной обработки семян (БиоБеСтА, Ж - 1,0 л/т; Оптимаиз 400, РК - 1,8 л/т), рекомендациями по подбору комплементарных пар «инокулянт - генотип», а также экономически обоснованным выделением перспективных сортообразцов А и F, обеспечивающих в условиях опыта прибавку урожайности 32-43 %, снижение себестоимости продукции на 12,4-22,4 % и уровень рентабельности производства 98-110 %. Эти результаты могут быть использованы селекционно-семеноводческими учреждениями и сельхозпроизводителями Центрального Нечерноземья при внедрении сои овощной в производство.

Степень обоснованности и достоверности выводов и заключений соискателя. Достоверность полученных результатов основана на достаточном объёме экспериментальных данных, полученных в течение трёх лет (2022–2024 гг.) в полевых условиях ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (Одинцовский район Московской области), а также в лабораториях РУДН и Дальневосточной опытной станции ВИР. Полевой опыт заложен по общепринятой схеме (метод рандомизированных блоков, два фактора - генотип и вариант предпосевной обработки, трёхкратная повторность), что обеспечивает статистическую надёжность выводов. Биометрические и агрохимические определения выполнены с использованием аттестованных методик (методика полевого опыта Б.А. Доспехова, методики

ГОСТ для определения белка, жира, макро- и микроэлементов), а статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного анализа с определением наименьшей существенной разности ($НСР_{05}$) в программном пакете InfoStat 2020, что соответствует современным требованиям к агрономическим исследованиям. Показатель точности опыта по большинству учитываемых признаков не превышал 0,4–6,9 %, что позволяет оценить высокую точность эксперимента.

Следует отметить корректное применение автором современных физико-химических методов - конфокальной лазерной сканирующей микроскопии (LSM 800, Carl Zeiss) для регистрации автофлуоресценции тканей семени в трёх спектральных диапазонах и tandemной масс-спектрометрии высокого порядка (ионная ловушка amaZon SL, Bruker Daltonics, фрагментация до MS^4) для идентификации вторичных метаболитов. Сочетание указанных методов позволило автору обоснованно связать пространственное распределение флуорофоров (гидроксициннамовых кислот, флавонолов, хлорофилла а) с сортовыми и генотипическими особенностями семян, что представляет самостоятельный методический интерес для последующего хемофенотипирования селекционного материала.

Выводы диссертации логически вытекают из представленного экспериментального материала, статистически подтверждены и не вызывают сомнений в их достоверности.

Публикации по теме диссертационного исследования. Основные результаты исследования отражены в 10 научных публикациях, включая 1 статью в издании, индексируемом в Scopus, 2 статьи – в базе RSCI, 4 статьи – в журналах Перечня ВАК и РUDN, а также 3 работы в материалах международных конференций.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация имеет традиционную структуру и состоит из введения, пяти глав, заключения, предложений производству, перспектив дальнейшей разработки темы, списка

литературы (218 источников, из них 143 иностранных) и приложений; общий объём работы — 278 страниц, включает 13 таблиц и 22 рисунка.

Оценка содержания диссертации. Во Введении приводится обоснование актуальности темы, степень её разработанности; сформулированы цель и задачи исследований, научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, приведены методы и исследований; степень достоверности результатов; положения, выносимые на защиту; апробация и внедрение результатов; публикации по теме исследования; структура и объём диссертационной работы, а также личный вклад соискателя.

В *первой главе* представлен обзор литературы, охватывающий вопросы интродукции сои овощной, физиологии бобово-ризобияльного симбиоза, влияния биопрепаратов на продуктивность и биохимический состав семян, агробиологических особенностей культуры и принципов моделирования сорта. Обзор носит аналитический характер, выполнен на большом массиве зарубежных и отечественных источников, корректно систематизирован по разделам.

Во *второй главе* подробно и методически грамотно описаны почвенно-климатические условия проведения опытов, схема эксперимента, характеристики изучаемых сортов и сортообразцов, применяемых препаратов, а также технология возделывания культуры. Подробное представление погодных условий за три года исследований в сопоставлении со среднемноголетними данными, позволяет объективно интерпретировать межгодовую вариабельность полученных результатов.

Третья глава, посвящённая фенотипированию сортов и сортообразцов на основе анализа автофлуоресценции семян, представляет особый интерес с точки зрения химии и биохимии продукции растениеводства. Автором корректно интерпретирована природа регистрируемых сигналов автофлуоресценции (гидроксициннамовые кислоты - синий канал; флавонолы и флавины - зелёный канал; хлорофилл а - красный канал), обоснованно указаны методические ограничения конфокальной микроскопии без

спектрального разрешения и подчеркнута необходимость комплексирования с масс-спектрометрическими методами для количественной верификации.

Четвертая глава является наиболее объёмной и содержательной частью диссертации, в которой на большом статистически обработанном материале показано влияние предпосевной обработки семян на 14 морфобиологических и структурных признаков растений, а также на биохимический (белок, жир, клетчатка, зола, влага) и минеральный (P, K, Fe, Zn) состав зерна сои. Достоверно показано, что применение микробиологического удобрения БиоБеСтА, Ж обеспечивает более выраженное положительное действие на большинство изученных признаков по сравнению с эталонным биопрепаратом Оптимайз 400, РК.

В *пятой главе* представлен расчёт экономической эффективности возделывания изученных генотипов с учётом дополнительных затрат на приобретение и применение инокулянтов, подтверждающий целесообразность биологизации технологии.

Заключение и выводы отражают основные результаты исследования и логически связаны с поставленными задачами. Предложения производству и перспективы дальнейшей разработки темы сформулированы конкретно и обоснованно.

Соответствие содержания автореферата основным положениям диссертации. Содержание автореферата соответствует основным положениям, выносимым на защиту диссертации.

В процессе изучения диссертационной работы и автореферата возникли следующие замечания и вопросы:

1. В главе 3 качественная интерпретация спектров автофлуоресценции не сопровождается количественными измерениями интенсивности сигнала (в условных единицах) и корреляционным анализом с данными тандемной масс-спектрометрии по содержанию конкретных фенольных соединений, что снижает доказательность отдельных выводов о природе флуорофоров и переводит их в разряд обоснованных предположений.

2. В таблицах по биохимическому составу зерна сои (раздел 4.14) приведены только средние значения и $НСР_{05}$, но отсутствуют показатели точности отдельных определений (стандартное отклонение, коэффициент вариации), что осложняет оценку воспроизводимости лабораторных анализов.

3. Наблюдаемое разнонаправленное изменение содержания жира при инокуляции (повышение у стандарта Брянская 11 и снижение у перспективных сортообразцов) констатируется автором как факт, однако не сопровождается обсуждением вероятных биохимических механизмов перераспределения ассимилятов между белковым и липидным пулом семени.

4. В обзоре литературы (подраздел 1.2) при обсуждении механизмов действия ризобияльных инокулянтов и продуцируемых ими сигнальных молекул недостаточно широко представлены работы российских научных школ биохимии почв, изучавших азотный режим дерново-подзолистых почв Нечерноземья, что несколько снижает связь теоретической части работы с зональной спецификой почв региона исследований.

5. Список литературы (218 источников) содержит подавляющее большинство (143) иностранных публикаций; желательно в последующих публикациях по теме шире представить результаты отечественных исследований по использованию биопрепаратов на бобовых культурах.

6. В тексте автореферата при формулировании вывода о повышении содержания цинка в семенах «до 100 %» не указано, что данный максимальный эффект зафиксирован именно у сортообразца А; это уточнение присутствует в диссертации, но было бы полезно перенести его в текст автореферата для более точного восприятия результата.

Высказанные замечания не затрагивают основных научных положений и выводов диссертации и не снижают её научной и практической ценности.

Заключение. Диссертационная работа Мульо Панолуиса Фредди Эдуардо «Обоснование совершенствования технологии возделывания сои в условиях Нечерноземной зоны РФ» является законченным самостоятельным научным исследованием, выполненным на высоком методическом уровне с

применением современных полевых, лабораторных и физико-химических методов. Полученные результаты обладают научной новизной, достоверностью и практической значимостью для развития технологии возделывания сои овощной в Нечернозёмной зоне РФ.

Работа соответствует требованиям, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, согласно пункту 2.2 раздела II Положения о присуждении ученых степеней в Федеральном государственном автономном образовательном учреждении высшего образования «Российский университет дружбы народов», утвержденного ученым советом РУДН, протокол № УС-1 от 22.01.2024 г., а ее автор Мульо Панолуиса Фредди Эдуардо заслуживает присуждения ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук по специальности 4.1.1. Общее земледелие и растениеводство (сельскохозяйственные науки).

Официальный оппонент:

доктор сельскохозяйственных наук
по специальности 03.01.05 - физиология и биохимия растений, профессор,
профессор кафедры химии института агробиотехнологии
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет -
МСХА имени К.А. Тимирязева»

 / С.И. Белопухов /

Тел. 8 (495) 976-32-116
E-mail: belopuhov@mail.ru
Адрес 127434, г. Москва,
ул. Тимирязевская, д. 49

22 сентября 2026 г.



ПОДПИСЬ ЗАВЕДУЮЩЕГО
СЛУЖБЫ КАДРОВОЙ
ПОЛИТИКИ И ПРИЕМА ПЕРСОНАЛА
О.Е. ЛОГУТОВ
2026 г.