

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента доктора сельскохозяйственных наук, профессора, член-корреспондента РАН, научного руководителя ФГБНУ ФНЦ зернобобовых и крупяных культур, Зотикова Владимира Ивановича**

на докторскую диссертацию Волобуевой Ольги Гавриловны «Эффективность бобово-ризобияльного симбиоза при использовании биопрепаратов и регуляторов роста», представленную на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений

### **Актуальность темы**

Последнее столетие характеризуется широким использованием синтетических азотных удобрений. Устойчивое мнение, что без достаточного обеспечения почв доступными формами азота высокого урожая в производственных условиях получить невозможно. Использование азота органических удобрений, сидеральных культур, промежуточных посевов существенно не снижало отрицательного баланса азота в почве и приводило к постепенному увеличению использования неорганических его форм с повышенными дозами и нормами внесения, что способствовало повышению продуктивности сельскохозяйственных культур, улучшению отдельных показателей качества зерна по содержанию белка и клейковины, повышало стоимость произведённой продукции и обеспечивало стабильное увеличение прибыли. Всё это способствовало глубокому изучению возможностей биологических систем и их взаимодействию в процессе онтогенеза. Одним из таких направлений, несомненно, является бобово-ризобияльный симбиоз между бобовыми растениями и клубеньковыми бактериями. Именно этот процесс, из группы симбиотических азотфиксаторов, наиболее важен для сельскохозяйственного производства. Благодаря симбиозу большой группы бобовых культур с клубеньковыми бактериями в почве, при благоприятных условиях, может накапливаться за год от 60 до 400 кг связанного азота на 1 га.

Учитывая, что последние 10-15 лет идёт постоянный рост цен на минеральные азотные удобрения, внимание учёных, специалистов сельского хозяйства обращено на повышение эффективности биологической фиксации молекулярного азота. Расширяется количество препаративных форм для усиления процесса азотфиксации, создаются новые селекционные сорта с повышенной степенью совместимости с бактериями рода *Rhizobium*. Не менее важна и сама селекция бактерий, обладающих повышенной вирулентностью и конкурентностью для производства новых бактериальных препаратов.

Все эти меры свидетельствуют об актуальности и новизне результатов исследований, представленных в докторской диссертации Волобуевой О.Г.

### **Научная новизна исследований**

В представленной диссертационной работе приводятся экспериментальные данные по реакции зернобобовых культур: гороха, сои, фасоли на обработку семян и вегетирующих растений азотфиксирующими препаратами, стимуляторами роста и фитогормонами. Кроме культур в исследованиях использовались различные сорта, по разному реагирующие на обработку семян ризобиями, стимуляторами роста и фитогормонами. Главной особенностью и новизной исследований

является изучение механизма действия и активность нитрогеназы, количества и качества бактериоидов и клубеньков.

Как показали экспериментальные опыты, при обработке зернобобовых культур азотфиксирующими препаратами в растениях возрастает содержание растительных гормонов, последнее оказывает положительное влияние не только на эффективность симбиотической системы, но и на темпы роста и развитие растений, ускоряет процессы созревания зерна, что весьма важно для позднеспелых культур, таких как соя. Это тем более важно, в связи с ростом посевных площадей данной культуры, не только в целом по стране, но и в особенности в регионах ЦФО (Курская, Белгородская, Орловская, Воронежская области).

Новым результатом исследований является комплексное применение азотфиксирующих препаратов, растительных гормонов и стимуляторов роста в процессе вегетации растений. Системное их использование позволяет не только ускорять и замедлять темпы развития растений, но и существенно влиять на продуктивность растений и, что не менее важно, качество конечной сельскохозяйственной продукции, в частности, накопление белка в зерне бобовых культур. Учитывая, что селекция гороха, сои и фасоли в последние годы ориентирована на повышение продуктивности, а рыночные условия, наоборот, требуют в первую очередь увеличения качественных показателей.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов, рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Благодаря четко поставленной цели и задачам автором была составлена схема исследований, которая позволила провести эксперимент на высоком методическом уровне. Представленный в диссертации большой экспериментальный материал позволяет сделать вывод о достоверности исследований и полученных объективных выводов. Достоверность также подтверждается многогранностью многолетних исследований, которые включают как вегетационные, так и полевые эксперименты.

Диссертационная работа Волобуевой О.Г. выполнялась с 2006 г. по настоящее время. Полученные данные опубликованы в 60 статьях, в т.ч. 15 в изданиях, рекомендованных ВАК РФ.

Диссертант лично проводила многолетние исследования, систематически докладывала экспериментальные данные на Международных и региональных конференциях (31) с целью их адаптации, правильной постановки целей и задач, что позволило логично и доступно изложить их в диссертационной работе.

Докторская диссертация изложена на 348 стр. машинописного текста, содержит 9 глав, список используемых сокращений и библиографический список, включающий 834 источника, в том числе 276 иностранных. Диссертация включает 19 таблиц, 35 рисунков, в приложении представлено 22 микрофотографии и 9 таблиц.

В первой главе приводятся данные по особенностям взаимодействия клубеньковых бактерий и бобовых ризобий, даётся подробное описание типов и форм клубеньков, их роли в повышении продуктивности растений. Излагаются механизмы проникновения клубеньковых бактерий в корень, основные стадии развития бактериоидов и факторы, влияющие на их взаимодействие с растением-

хозяйном как поставщиком легкодоступных углеводов (сахаров). Подробно обсуждается роль бобово-ризобиального симбиоза в обогащении почвы доступными формами азота и последующим его влиянием на продуктивность и качество конечной продукции зерна. В заключение аналитического обзора акцентируется внимание на экологической роли азотфиксации и получении органически чистой продукции без использования синтетических азотных удобрений.

Во второй главе рассматриваются материалы о роли фитогормонов в формировании бобово-ризобиального симбиоза. По мнению большинства исследователей, фитогормоны не только влияют на процессы морфогенеза и онтогенеза, но и играют важную роль в функционировании клубеньковых бактерий и усилении их активности в фиксации азота. Одновременно с этим клубеньковые бактерии сами индуцируют синтез физиологически активных соединений в растении, что положительно влияет на ростовые процессы и метаболизм бобовых в процессе вегетации.

Таким образом, литературные источники свидетельствуют о достаточно существенном влиянии фитогормонов на формирование и деятельность бобово-ризобиального симбиоза. Вместе с тем, достаточных сведений о механизме такого взаимодействия не найдено, что требует дополнительных экспериментальных исследований.

В главе 3 рассматриваются экспериментальные данные по влиянию синтетических регуляторов роста и биопрепаратов на регуляцию бобово-ризобиального комплекса. Современные технологии возделывания зернобобовых культур направлены на повышение урожайности и качества зерна. Однако последние 30 лет существенного роста по этим показателям не наблюдается. Продуктивность гороха, сои, фасоли колеблется в пределах 1,8-2,5 т/га, а содержание белка даже снижается до 18-21%. Поэтому в производстве при обязательной предпосевной инокуляции семян, всё чаще используются минеральные удобрения и не только фосфорно-калийные в основное внесение, но и стартовые дозы азотных удобрений (15-20 кг д.в на 1 га), обеспечивающие растения азотом на ранних фазах развития. Кроме того, во многих хозяйствах в процессе вегетации растений используются регуляторы роста на синтетической основе и микроудобрения. Эти приёмы способствуют росту урожайности, но одновременно препятствуют получению экологически чистой продукции. В этой связи целесообразно использовать регуляторы роста растительного и животного происхождения, не оказывающие отрицательного влияния на процессы азотфиксации и не снижающие качественных показателей продукции. К таким препаратам относятся Корневин, Альбит, Эпин-Экстра и другие. Их эффективность подтверждена многочисленными экспериментальными данными, но не получила широкого использования в производстве.

В главе 4 подробно излагаются биологические особенности используемых в исследованиях различных сортов гороха, фасоли, сои. Приводятся схемы полевых и вегетационных опытов, место их проведения, методика исследований и методы определения химического состава растений.

В экспериментальных главах 5, 6, 7, 8 приводятся результаты исследований по влиянию биопрепаратов и регуляторов роста на гормональный статус гороха посевного, фасоли обыкновенной и сои, активность симбиотической системы этих культур в зависимости от биологических особенностей сортов.

Получены данные по количеству клубеньков, их массе, нитрогеназной активности, особенностям функционирования симбиотической системы в онтогенезе растений. Большое внимание уделено формированию урожая в полевых опытах, а также динамике содержания питательных веществ в зерне. Отмечается не только видовая специфичность деятельности разных групп фитогормонов (ИУК, ЦК, ГК, АБК), но и сортовые отличия, что позволяет рекомендовать использование различных препаратов для повышения азотфиксирующей деятельности этих культур и сортов. Выявлено положительное влияние совместного применения Ризоторфина и регуляторов роста на симбиотическую активность клубеньков у растений гороха, сои и фасоли и, как следствие, увеличение содержания белка в бобах и зерне.

### **Значимость для науки и практики выводов и рекомендаций**

Проведено комплексное исследование по изучению биопрепаратов и регуляторов роста на эффективность бобово-ризобиального симбиоза, позволили автору получить новые знания о гормональном статусе растений фасоли, сои, гороха разных сортов и азотфиксирующую активность этих растений. Выявлен положительный эффект Ризоторфина на ультроструктуру клубеньков бобовых растений, районированных в Орловской области.

Новым эффектом совместного применения биопрепаратов и регуляторов роста является увеличение содержания амилозного крахмала в зерне не только фасоли, но и гороха, что вполне может быть использовано для получения биоразлагаемых пластмасс.

Таким образом, полученные результаты исследований Волобуевой О.Г. представляют большой теоретический интерес, ряд выводов и предложений могут использоваться предприятиями перерабатывающей промышленности, а также сельхозтоваропроизводителями, специализирующимися на производстве зернобобовых культур.

Вместе с тем в процессе ознакомления с основными материалами диссертации возникли вопросы, требующие пояснения диссертантом:

1. Название диссертационной работы не завершено. Целесообразно было указать эффективность... на какие культуры?
2. Используемые регуляторы роста растений выбирались и изучались на определённые показатели роста и развития растений или спонтанно?
3. Не все исследования сопровождалось фенологическими наблюдениями за ростом и развитием растений, данными по их фотосинтетической деятельности, особенностями накопления и метаболической деятельности.
4. В отдельных экспериментах (гл. 5 и гл. 6) нет контрольного варианта – без ризоторфина.
5. Литературный обзор состоит из 3 самостоятельных глав – 90 стр., явно перегружен, отсутствует связь с физиологическими показателями растений.

### **Заключение**

Несмотря на имеющиеся замечания, диссертационная работа О.Г.Волобуевой «Эффективность бобово-ризобиального симбиоза при использовании биопрепара-

тов и регуляторов роста» является оригинальной, самостоятельно выполненной научно-квалификационной работой высокого уровня. По актуальности, объему, содержанию, научной новизне и значимости полученных результатов соответствует требованиям ВАК: п.п. 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением правительства РФ от 24.09.2013 г. № 842, предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор Волобуева Ольга Гавриловна вполне заслуживает присуждения учёной степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений.

09.03.2022 г.

Официальный оппонент

доктор сельскохозяйственных наук,

профессор, член-корр. РАН,

научный руководитель ФГБНУ ФНЦ

зернобобовых и крупяных культур



Зотиков

Владимир Иванович

302502, Орловская обл., Орловский р-н,

пос. Стрелецкий, ул. Молодёжная, 10

Телефон: 8(4862) 403-500

Факс: 8(4862) 403-130,

E-mail: [zotikovzvk@mail.ru](mailto:zotikovzvk@mail.ru)

Подпись Зотикова В.И. заверяю:

Начальник отдела кадров



Г.П.Булгакова

## **ОТЗЫВ**

**официального оппонента доктора сельскохозяйственных наук, доцента,  
заведующего кафедрой «Общая биология и биохимия»**

**ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»**

**Карповой Галины Алексеевы**

на диссертацию Волобуевой Ольги Гавриловны на тему: «Эффективность бобово-ризобиального симбиоза при использовании биопрепаратов и регуляторов роста», представленную на соискание ученой степени докторасельскохозяйственных наук по специальности 03.01.05—физиология и биохимия растений.

### **Актуальность избранной темы**

Внедрение в практику сельского хозяйства высокоурожайных и высокобелковых сортов растений требует создания в прикорневой зоне достаточно высоких концентраций легкодоступного азота.

Способность многолетних и однолетних бобовых растений в симбиозе с клубеньковыми бактериями фиксировать атмосферный азот и обогащать им почву, достаточно хорошо изучена. Выявлен огромный вклад бобовых в азотный фонд, плодородие почвы и урожайность последующих зерновых культур, который определяется тем количеством азота, которое поступает в почву с корневыми экссудатами, опадом и остается в пожнивно-корневых остатках. Рядом исследователей показано положительное влияние симбиотического взаимодействия на рост, развитие и продуктивность бобовых культур (Л.М. Доросинский, 1970; Е.Н. Мишустин, 1979, 1983; Д.Г. Звягинцев, 1985, 1991; Г.С. Посыпанов, 1993; И.А. Тихонович, 1998, 2000; П.Р. Шотт, 2007).

Изучение биологической азотфиксации позволяет перейти к активному регулированию этого процесса в искусственных экосистемах. Поэтому, как с экологической, так и с экономической точек зрения весьма важными являются вопросы интенсификации процессов биологической азотфиксации в агроценозах, что невозможно без познания основных закономерностей этого процесса.

Изменение гормонального статуса растений при развитии ризобиального симбиоза, взаимное влияние в системе «растение-микроорганизмы», активизация процессов биологической фиксации, процессов роста и развития растений, повышение продуктивности бобовых растений при использовании биопрепаратов и регуляторов роста является, несомненно, актуальной темой исследований как с точки зрения теоретических аспектов научного знания, так и практики сельскохозяйственного производства.

### Достоверность и новизна исследования

Автором впервые получены комплексные данные по содержанию и соотношению основных групп фитогормонов – ИУК, цитокининов, гиббереллинов и АБКв листьях, стеблях и корнях с клубеньками растений гороха, фасоли и сои разных сортов, районированных в Орловской области при использовании биопрепарата Ризоторфин и регуляторов роста – Альбит, Корневин и Эпин-Экстра. Установлено влияние изучаемых факторов на сопряженность процессов симбиотической азотфиксации и уровня эндогенных фитогормонов, определяющих развитие и ультроструктуру клубеньков, а также эффективность симбиоза.

Впервые установлено влияние изучаемого бактериального препарата отдельно и в комплексе с регуляторами роста на изменение гормонального статуса, активность азотфиксации растений гороха, фасоли и сои, определяющие рост, развитие растений и повышение их урожайности и качества конечного продукта. Выявлены сортовые реакции растений на применение Ризоторфина, Корневина, Альбита и Эпина-Экстра.

Достоверность полученных результатов подтверждена большим объемом многолетних (2005-2012 гг.) вегетационных и полевых опытов с использованием общепринятых методик микробиологических и физиолого-биохимических исследований с последующей статистической обработкой полученных результатов.

Полученные результаты широко апробированы, так как были представлены автором более чем на 30 научных и научно-практических конференциях Международного и Всероссийского уровней, а также опубликованы в 60 научных работах, в том числе 15 в журналах, рекомендованных ВАК РФ.

**Значимость для науки и практики, полученных автором результатов** заключается в углублении представлений о роли эндогенных фитогормонов растительных организмов в формировании и функциональной активности бобово-ризобияльного симбиоза. Полученные Волобуевой О.Г. данные о параметрах строения симбиосом, таких как наличие включений волютина, поли- $\beta$ -оксимасляной кислоты, площади перибактериального пространства для некоторых видов *Rhizobium* открывают перспективы селекционной работы в направлении создания новых сортов бобовых растений интенсивной симбиотической азотфиксации, с учетом представленных показателей.

В диссертационной работе теоретически обоснована и подтверждена экспериментально возможность использования бактериального препарата Ризоторфин и регуляторов роста Корневин, Альбит и Эпин-Экстра в техно-

логии возделывания культур гороха, фасоли и сои, что позволяет получать конечный продукт высокого качества. Введение данных препаратов в технологию сельскохозяйственного производства бобовых культур позволит получать более высокие урожаи при наименьших затратах, что подтверждено автором при проведении экономической оценки данного агроприема.

Результаты проведенных исследований могут быть использованы в преподавании дисциплин «Микробиология» и «Физиология растений» студентам как агрономического, так и биологического направлений подготовки, так как содержат большой объем эмпирических данных, раскрывающих взаимосвязи азотфиксирующей активности, ультраструктуры клубеньков и гормонального статуса растений.

### **Личный вклад автора**

Соискателем проведен глубокий анализ литературных данных по изучаемым вопросам, на основе которого были сформулированы цель и задачи исследований. Автором были спланированы и проведены лабораторные исследования, вегетационные и полевые опыты с личным участием на всех этапах эксперимента. Осуществлен анализ полученных данных и представлена их интерпретация. Две трети всех публикаций по теме диссертации представлены лично автором, доля участия соискателя в совместных публикациях составляет не менее 50%.

### **Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Основные научные положения, сформулированные в работе и представленные к защите, отражают целостный анализ результатов проведенных исследований, соответствуют поставленной цели и решаемым задачам. Аргументированность основных выводов, сформулированных в заключение диссертации, подтверждена логикой и последовательностью изложения в диссертации эмпирических данных, полученных в ходе многолетних вегетационных и полевых опытов.

### **Оценка содержания диссертации, ее завершенности**

Структура диссертационной работы включает введение, 9 глав, заключение и рекомендации производству, содержит 19 таблиц и 35 рисунков. Список литературы состоит из 834 наименований, в том числе 276 работ зарубежных авторов. Общий объем работы составляет 348 страниц, включая 14 приложений и справки об использовании научных результатов диссертации.



онной работы.

Во **Введении** диссертационной работы раскрыта актуальность исследований, определены цель и задачи исследований и вытекающие из них основные научные положения, выносимые на защиту. Определены научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы. Обоснована достоверность полученных результатов, представлены результаты апробации диссертационных исследований и указаны публикации автора, отмечено личное участие автора в планировании, получении и интерпретации результатов экспериментальных исследований.

**Обзор литературы** представлен в диссертационной работе достаточно широко и полно и включает три главы: «Бобово-ризобиальный симбиоз» (глава 1, стр. 15-38), «Роль фитогормонов в формировании бобово-ризобиального симбиоза» (глава 2, стр. 39-66), «Экзогенная регуляция бобово-ризобиального симбиоза» (глава 3, стр.67-94).

В первой главе освещены вопросы взаимодействия азотфиксирующих микроорганизмов-симбионтов и бобовых растений, показана роль клубеньковых бактерий как доминирующих агентов в установлении симбиоза, подробно описано формирование бактериодосодержащего компартмента при инфицировании клеток бобового растения. Дана общая характеристика клубеньков, принципы их формирования и классификация. Показана роль бобово-ризобиального симбиоза как фактора сохранения почвенного плодородия, экологической стабильности агроценозов и повышения их продуктивности.

Вторая глава посвящена анализу роли фитогормонов в формировании бобово-ризобиального симбиоза, где показано, что ауксины, цитокинины, гиббереллины и фенольные соединения обеспечивают не только регуляцию процессов морфогенеза и функциональную активность растительного организма, но и определяют в значительной степени установление симбиотических взаимоотношений в системе «растение-микроорганизм».

В третьей главе автор представляет характеристику биопрепаратов, где основное место отводится препаратам, созданным на основе штаммов бактерий, способных к фиксации атмосферного азота, мобилизации труднодоступных фосфорных соединений почвы, стимуляции роста и развития растений, а также повышению их стрессоустойчивости. Отдельный раздел посвящен влиянию регуляторов роста на процессы симбиотической азотфиксации.

**Экспериментальная часть** диссертационной работы включает главу 4 «Объекты, условия и методы исследования» (стр.95-116), состоящую из основных разделов (4.1 Объекты исследований; 4.2 Условия проведения опытов; 4.3 Методы исследований) и подразделов. В данной главе автор приво-

дит подробную характеристику районированных в Орловской области сортов гороха Норд, Мультик и Юниор, фасоли – Гелиада и Шоколадница, сои – Магева и Свапа, как объектов проведенных исследований. Далее представлена методика постановки вегетационных и полевых опытов с указанием схемы опыта, агрохимической характеристики почв, регламента обработки семян перед посевом, сроков посева и регистрации всходов. Отдельно автор приводит агроклиматическую характеристику Орловской области, где были проведены исследования в полевых условиях. Раздел, посвященный методам исследований, включает подробное изложение физиолого-биохимических, микробиологических и статистических методов, которые были использованы для получения и обработки эмпирических данных представленных в диссертации.

Подробное изложение методики проведения исследований не оставляет сомнений личного участия автора в получении и анализе результатов на всех этапах проводимого эксперимента, о чем свидетельствуют ссылки на публикации автора с использованием не только общепринятых, но и оригинальных указанных методов.

Раздел **Результаты и обсуждения**(стр.117-222) представлен главами 5-9.

В главе 5 «Влияние биопрепарата и регуляторов роста на гормональный статус гороха (*Pisum sativum* L.), фасоли (*Phaseolus vulgaris*) и сои (*Glycine max*) показано влияние регуляторов роста на фоне инокуляции Ризоторфином на изменение уровня содержания эндогенных фитогормонов и их соотношений. Показано, что при обработке семян бобовых культур регуляторами роста в целом сохраняется характер распределения основных групп фитогормонов по органам растений, но изменяется их количественное содержание. При этом повышение содержания ростостимулирующих гормонов в корнях с клубеньками обуславливает повышение азотфиксирующей активности клубеньков на всех культурах. Важным аспектом является сортоспецифичная реакция растений на использование разных регуляторов роста, что может иметь значение при использовании в технологиях возделывания данных культур.

В последующих главах 6-8 последовательно рассматриваются вопросы влияния препарата ризоторфин и регуляторов роста на его фоне на бобово-ризобиальный симбиоз растений фасоли (сорта Гелиада, Шоколадница), сои (сорта Магева, Свапа) и гороха (сорта Мультик, Норд, Юниор). Дан анализ особенностей формирования ультраструктуры клубеньков бобовых растений, включающий показатели количества и площади симбиосом, бактериоидов,

включений волютина и поли- $\beta$ -оксималяной кислоты. Эффективность симбиоза представлена через оценку показателей массы и количества клубеньков и важного физиологического показателя – нитрогеназной активности (фасоль, горох) определяющего данную эффективность. Показаны изменения ростовой активности изучаемых бобовых растений под действием биопрепарата и регуляторов роста регистрируемой по показателям высоты растений и их биомассы. Представлены показатели урожайности (горох, фасоль), дан анализ показателей качества полученной продукции – содержание сырого протеина, амилозы и крахмала в семенах (фасоль, горох) и жира в семенах (горох).

В главе 9 автор проводит экономическую оценку эффективности предпосевной обработки семян регуляторами роста и инокуляции бактериальным препаратом. Убедительно показано повышение рентабельности сельскохозяйственного производства семян при использовании данного агроприема.

В **Заключении** диссертационной работы сформулированы основные выводы, базирующиеся на экспериментальном материале, изложенном в диссертации, и полностью ему соответствуют.

**Конкретные рекомендации по использованию результатов и выводов диссертации** изложены в рекомендациях производству.

#### **Достоинства и недостатки в содержании и оформлении диссертации**

Детальный анализ диссертационной работы позволил сформулировать замечания, которые в целом носят дискуссионный характер, но некоторые требуют пояснений:

- задачи исследований, изложенные в пунктах 5 и 8 можно объединить, так как изменения соотношения фитогормонов в растениях, изменение ультраструктур клубеньков и повышение нитрогеназной активности, показанное в работе при использовании биопрепарата и регуляторов роста и обусловило повышение продуктивности (урожайности) растений;

- при анализе гидротермический условий при постановке полевых опытов отсутствуют значения гидротермического коэффициента (ГТК) за вегетационный период;

- требуют уточнения схемы опытов при проведении исследований в полевых условиях на фасоли, так как имеются некоторые разночтения в интерпретации результатов (рисунки 6.14; 6.15; 6.16; 6.17);

- некорректно приведены нормы высева семян, которые должны быть представлены в млн. всхожих зерен на гектар, что позволяет учитывать коли-

чество растений на единице площади посева при получении показателей урожайности;

- указание названий вариантов опыта в таблицах (5.1; 5.2; 6.4- 6.9; 7.12; 8.14; 9.16-9.19) и рисунках (6.13; 7.18; 8.29- 8.35) должно точно соответствовать схемам опытов, представленным в подразделе 4.2.1 главы 2 «Объекты, условия и методы исследований»;

- для эстетичности восприятия анализируемых результатов при указании превышений, выраженных в процентах, необходимо было использовать одинаковые единицы измерения в числовых выражениях до целых, десятых или сотых долей;

- считаю не совсем удачной формулировку первого вывода в диссертации, так как в данном варианте он дает констатацию исследований, а не установленного факта;

- в рекомендациях производству необходимы уточнения концентраций предлагаемых к использованию регуляторов роста;

- в работе имеются опечатки (стр. 113,115,159) и некоторые погрешности в форматировании текста (стр.16,23,26,28,102,107).

В целом изложенные замечания и пожелания не снижают научной и практической ценности работы.

### **Заключение о соответствии диссертации критериям, установленным Положением о порядке присуждения ученых степеней**

Диссертация Волобуевой О.Г. представляет заверченный научный трудрасширяющий горизонты научного знания в области регуляции взаимоотношений растительных и бактериальных организмов при формировании ризобиального симбиоза при исключительной роли эндогенных фитогормонов растений в осуществлении данного взаимодействия. Создание высокоэффективных растительно-микробных систем в агроценозах путем предпосевной инокуляции семян бактериальными препаратами и обработки регуляторами роста открывает возможности расширенияадаптивных свойств растений, придания им новых метаболических функций ина основе этого – получения высококачественной и экологически чистой сельскохозяйственной продукции.

По актуальности темы исследований, научной новизне полученных результатов, их теоретической и практической значимости, степени обоснованности и достоверности научных положений, выводов и рекомендаций диссертация Волобуевой Ольги Гавриловны «Эффективность бобово-

ризобиального симбиоза при использовании биопрепаратов и регуляторов роста» соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (пп.9-14 Положение «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденное Постановлением правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013г.), а ее автор – Волобуева О.Г. – заслуживает присуждения ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений.

Официальный оппонент  
заведующий кафедрой  
«Общая биология и биохимия»  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет»  
доктор сельскохозяйственных наук  
(06.01.01 – общее земледелие, растениеводство;  
ДДН № 011114 от 11 сентября 2009г. № 32д/17);  
кандидат биологических наук  
(03.01.05 – физиология и биохимия растений;  
КТ № 012145 от 3 декабря 1999г.)  
доцент Карпова Галина Алексеевна  
18 апреля 2022 г.

Г.А. Карпова

Место работы:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Пензенский государственный университет»,  
кафедра «Общая биология и биохимия»

Адрес организации: 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40;  
телефон организации: 8 8412 64 39 13;  
телефон оппонента: 8 927 287 2040  
email: [pollylina@mail.ru](mailto:pollylina@mail.ru)

Подпись Карповой Г.А. заверяю:

Начальник управления кадров  
ФГБОУ ВО «Пензенский государственный  
университет»



В.И. Проскурина

## ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Волобуевой Ольги Гавриловны  
**«Эффективность бобово-ризобияльного симбиоза при использовании  
биопрепаратов и регуляторов роста»,**

представленную на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук  
по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений

Интерес к азотфиксирующему бобово-ризобияльному симбиозу является неизменно высоким среди исследователей и практиков, а в последнее время дополнительно растет в связи с развитием органического земледелия и интенсификацией сельскохозяйственного производства. Выполненная диссертантом работа посвящена изучению влияния биопрепаратов и регуляторов роста на различные аспекты функционирования бобово-ризобияльной симбиотической системы, что может помочь поиску способов увеличения эффективности симбиотической азотфиксации. Это имеет большое значение как для развития фундаментальных представлений о данном процессе, так и для сельскохозяйственного производства, в связи с чем тема диссертационной работы Волобуевой О.Г. безусловно является актуальной.

**Цель** исследований состояла в изучении влияния биопрепарата Ризоторфин и регуляторов роста: Альбит, Корневин и Эпин-Экстра на гормональный статус растений фасоли, сои и гороха, на различные характеристики и эффективность бобово-ризобияльного симбиоза, а также на урожайность указанных культур. Диссертантом были сформулированы задачи, которые в ходе диссертационного исследования были успешно решены.

### **Научная новизна диссертационной работы Волобуевой О.Г.**

Впервые в условиях полевых опытов исследовано влияние обработки семян биопрепаратом Ризоторфин и регуляторами роста на изменение содержания и соотношения фитогормонов в различных органах и тканях растений гороха, фасоли и сои разных сортов и эффективность симбиоза. Установлено влияние регуляторов роста и биопрепарата на взаимосвязь симбиотической азотфиксации с фитогормонами и ультраструктурой клубеньков. Выявлен положительный эффект Ризоторфина на ультраструктуру клубеньков бобовых и показано, что содержание в клетках ризобий включений волютина и поли- $\beta$ -оксимасляной кислоты может быть дополнительной характеристикой симбиотической системы.

### **Теоретическая и практическая значимость работы.**

В диссертации Волобуевой О.Г. развивается представление об участии фитогормонов в формировании бобово-ризобияльного симбиоза. Применение биопрепаратов и регуляторов роста оказывает воздействие на ультраструктуру клубеньков бобовых растений в связи с изменением соотношения разных групп фитогормонов. Параметры строения симбиосом:

наличие включений волютина и поли-оксималяной кислоты для некоторых видов *Rhizobium* могут рассматриваться как новый дополнительный показатель активности симбиотической системы и использоваться селекционерами при создании сортов бобовых растений, способных формировать эффективную азотфиксирующую систему.

Работа Волобуевой О.Г. имеет и несомненное практическое значение. Для повышения эффективности бобово-ризобияльного симбиоза диссертантом даны рекомендации совместной предпосевной обработки семян бобовых биопрепаратом на основе клубеньковых бактерий и регуляторами роста. Установленные закономерности действия биостимуляторов на гормональный статус, азотфиксирующую активность, рост и урожайность растений гороха, фасоли и сои могут быть использованы в практике растениеводства. Диссертант дает и конкретные практические рекомендации по предпосевной обработке семян бобовых.

Диссертационная работа Волобуевой О.Г. построена по обычному плану и включает введение, обзор литературы, материалы и методы исследований, результаты и их обсуждение, заключение и список цитируемой литературы. Диссертация содержит 19 таблиц и 35 рисунков. Рисунки наглядны и хорошо иллюстрируют полученные результаты. Список цитируемой литературы включает 834 источника, в том числе 276 зарубежных. К диссертации имеется 14 приложений, в том числе электронно-микроскопические снимки клубеньков.

В обзоре литературы описаны принципы взаимодействия бобового растения и клубеньковых бактерий при формировании симбиотической азотфиксирующей системы, свойства самих клубеньковых бактерий и образуемых с их участием клубеньков, включая структуру бактериоидсодержащего компартмента, а также вклад бобово-ризобияльного симбиоза в продуктивность агроэкосистем. Также подробно описана роль фитогормонов в формировании данной азотфиксирующей системы и ее экзогенная регуляция с помощью биопрепаратов и регуляторов роста.

Раздел «Материалы и методы» включает описание методов культивирования клубеньковых бактерий и изучения различных показателей клубеньков (включая электронно-микроскопические исследования), определение фитогормонов и ростовых показателей, методики определения крахмала и жира, методы статистической обработки результатов. Изучены различные сорта бобовых растений. Спектр использованных методов подтверждает высокий методический уровень диссертации и достоверность полученных результатов.

В главе «Результаты и обсуждение» описываются полученные диссертантом данные и проводится их детальное обсуждение в свете поставленных задач. Среди наиболее интересных и практически важных результатов можно отметить следующие. Показано, что биопрепарат

Ризоторфин и регуляторы роста Альбит, Корневин и Эпин-Экстра оказывают положительное влияние на гормональный статус бобовых растений – гороха фасоли и сои разных сортов. Изменение содержания и соотношения фитогормонов под действием Ризоторфина и исследованных регуляторов роста оказывает серьезное влияние на ультраструктуру клубеньков, в том числе на состояние симбиосом и на содержание гранул поли-оксимасляной кислоты. Комплексное использование Ризоторфина и регуляторов роста дает положительный эффект на симбиотической азотфиксирующую систему, а также на ростовые показатели и урожайность бобовых растений. Показаны и сортовые различия.

Отметим, что полученные в диссертационной работе Волобуевой О.Г. результаты обладают несомненной научной новизной и представляют существенный вклад в изучение бобово-ризобиального симбиоза.

В то же время к рассматриваемой диссертации можно высказать несколько замечаний.

В некоторых случаях диссертантом даны неудачные формулировки. Так, например, в подразделе введения «Научная новизна» имеется следующая фраза: «Впервые выявлен положительный эффект Ризоторфина на ультраструктуру клубеньков бобовых растений, районированных в Орловской области», из чего можно сделать вывод, что ультраструктура клубеньков бобовых, выращенных в Орловской области, характерна только для этой области и что данное заключение не может быть применено для бобовых, выращенных в других регионах. К счастью, данная формулировка отсутствует в заключении и в выводах.

В подразделе введения «Теоретическая и практическая значимость работы» приведена я фраза: «Параметры строения симбиосом ... могут ... использоваться селекционерами при создании сортов бобовых растений интенсивной симбиотической азотфиксацией». Поскольку сами бобовые растения не фиксируют азот без клубеньковых бактерий, то лучше было бы написать: «... могут ... использоваться селекционерами при создании сортов бобовых растений, способных формировать эффективный азотфиксирующий симбиоз».

Раздел «Заключение» в диссертации Волобуевой О.Г. состоит из двух частей – собственно заключения и пронумерованных выводов, которые вполне можно было бы выделить в самостоятельный раздел «Выводы». При этом общий объем выводов выглядит слишком громоздким: 13 выводов, занимающих более 4-х страниц текста диссертации. В выводах совсем не обязательно приводить данные по каждому изученному сорту, достаточно обобщить основные полученные результаты, а 1-й вывод: «Изучено содержание и соотношение разных групп фитогормонов ...», строго говоря, вообще является не выводом, а описанием проведенных исследований.

Есть недочеты в цитировании по тексту и в списке цитируемой литературы.



На стр. 15 указана ссылка на работу Спайка и Кондороши. Здесь опечатка в фамилии первого автора. Правильно пишется - Спайнк, как и указано в списке литературы.

На стр. 90 упомянуты Меркис А.А. и Деева В.П. При этом не указаны годы их цитируемых работ, а Меркиса А.А. нет и в списке литературы. На той же странице приведена ссылка на Прусакову Л.Д., снова без указания года, в то время как в списке литературы приведены две ее монографии разных лет, не считая работ в соавторстве.

Последний абзац на стр. 90 начинается с фразы: «В наших исследованиях (1992) было показано...». Вероятно, здесь имеется в виду ссылка 57 (Волобуева с соавт. Вестник ТСХА, 1992), однако общий принцип цитирования по тексту необходимо соблюдать и для своих публикаций (Фамилия, год).

На стр. 92 приведена цитата из лекции К.А. Тимирязева, при этом указаны годы его жизни, но не дан год лекции, а в списке литературы К.А. Тимирязева нет вообще.

В ссылке 178 в списке литературы (Задонцев А.И. Хлорхолинхлорид в растениеводстве. М.: Колос) указан 1873 г. вместо 1973.

В ссылках 585 и 807 не приведены названия статей.

Есть ошибки в алфавитном порядке расположения ссылок. Так, Злотников (ссылка 193) идет после Зотикова (ссылка 192), а Idris (ссылка 720) после Lurwayi (ссылка 719).

Имеются случаи отсутствия единообразия в оформлении списка литературы. В некоторых ссылках перед названиями журналов стоит //, в некоторых – нет, и т.п.

В тексте имеется незначительное количество опечаток и стилистических неточностей.

В то же время отмеченные недостатки носят технический характер и не снижают общей положительной оценки рассматриваемой диссертации.

Диссертация Волобуевой О.Г. является цельным исследованием, в котором была решена важная научная проблема – изучение влияния биопрепаратов и регуляторов роста на эффективность бобово-ризобияльного симбиоза. Следует отметить большой объем и трудоемкость проделанной работы. Основные результаты были получены впервые и не были известны ранее. Полученные результаты достоверны, выводы обоснованы, соответствуют поставленным задачам и отражают суть проведенных исследований.

Результаты диссертационной работы Волобуевой О.Г. изложены в статьях, опубликованных в рецензируемых научных журналах, в том числе рекомендованных ВАК РФ. Автореферат и опубликованные работы соответствует содержанию диссертации. Материалы диссертационной работы неоднократно докладывались на представительных научных конференциях.

Таким образом, можно заключить, что диссертация Волобуевой О.Г. «Эффективность бобово-ризобиального симбиоза при использовании биопрепаратов и регуляторов роста» посвящена важной и актуальной проблеме – формированию симбиотической азотфиксирующей системы бобовых растений, является законченной научно-квалификационной работой, выполнена на высоком научном и методическом уровне, хорошо оформлена, соответствует требованиям п. 9 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г. (в действующей редакции), предъявляемым к докторским диссертациям, а ее автор Волобуева Ольга Гавриловна заслуживает присуждения искомой ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений.

Согласен на сбор, обработку, хранение и передачу персональных данных при работе диссертационного совета Д 220.038.04 по диссертационной работе Волобуевой О.Г.

Официальный оппонент  
Топунов Алексей Федорович



Адрес: 119071, Москва, Ленинский проспект, д. 33, стр. 2.  
Тел.: 8(495)660-34-30, доб. 199; моб. тел. 8(916)157-63-67, эл. почта: aftopunov@yandex.ru  
Федеральное государственное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии»  
Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН),  
Заведующий лабораторией биохимии азотфиксации и метаболизма азота,  
Главный научный сотрудник,  
Доктор биологических наук по специальности 03.00.04 – биохимия.

Подпись Топунова А.Ф. заверяю

Ученый секретарь ФИЦ Биотехнологии РАН  
К.б.н. Орловский Александр Федорович.  
Тел.: 8(495)954-40-07; эл. почта: orlovsky@inbi.ras.ru



29 апреля 2022 г.



Председателю диссертационного  
совета Д 220.038.04 на базе  
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ  
Т.Н.Дорошенко

### СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ

по диссертационной работе Волобуевой Ольги Гавриловны на тему «Эффективность бобово-ризобияльного симбиоза при использовании биопрепаратов и регуляторов роста», представленной на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений.

Фамилия, Имя, Отчество	Зотиков Владимир Иванович
Учёная степень (с указанием шифра специальности научных работников, по которому защищена диссертация)	Доктор сельскохозяйственных наук, 06.01.09 – «Растениеводство»
Наименование диссертации	Теоретические основы повышения урожайности и содержание белка в надземной массе однолетних кормовых культур в северных областях Казахстана
Ученое звание	Профессор (2001)
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр зернобобовых и крупяных культур», (ФГБНУ ФНЦ ЗБК) 302502, Орловская область, Орловский район, пос. Стрелецкий, ул. Молодежная, д.10, к.1
Наименование подразделения	ФГБНУ ФНЦ ЗБК
Должность	Научный руководитель ФГБНУ ФНЦ ЗБК
Список основных публикаций в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (от 5 до 15 публикаций)	Список основных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет: 1. Зотиков В.И., Сидоренко В.С. Современные тенденции в производстве зерновых бобовых культур

и сои // Аграрный сектор. – 2017. - №1(31). – С.90-95. (Казахстан)

2. **Зотиков В.И.** Голопятов М.Т., Глазова З.И., Вороничев Б.А. Эффективность применения и особенности использования жидких комплексных удобрений (ЖКУ №11Р37) в растениеводстве. – Орёл. ВНИИЗБК. – 2017. – 44с.

3. **Зотиков В.И.** Зернобобовые и крупяные культуры – актуальное направление повышения качества продукции //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2017. - №3(23). – С.23-28.

4. **Зотиков В.И.**, Задорин А.М., Грядунова Н.В., Сидоренко В.С., Хмызова Н.Г. Стратегия производства зернобобовых и крупяных культур на основе селекции семеноводства и ресурсосберегающих технологий. (Результаты выполнения Межведомственного координационного плана фундаментальных и приоритетных прикладных исследований по научному обеспечению АПК РФ за 2016-2017 гг.). Орёл. 2018. ФГБНУ ВНИИЗБК. – 90с.

5. **Зотиков В.И.**, Сидоренко В.С., Бударина Г.А., Голопятов М.Т., Акулов А.С., Семёнов А.С., Вилюнов С.Д. Влияние применения препаратов биостим масличный и ультрамаг комби на урожайность новых сортов зернобобовых культур //Зернобобовые и крупяные культуры. – 2019. - №4. – С.4-12.

6. Головина Е.В., **Зотиков В.И.** Продукционный процесс и адаптивные реакции к абиотическим факторам сортов сои северного экотипа в условиях Центрально-Черноземного региона РФ. Орёл. ФНЦ ЗБК. 2019. – 319с. (Монография).

7. Васильчиков А.Г., Семенов А.С., **Зотиков В.И.** Повышение урожайности новых сортов сои путем применения корректирующих подкормок // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2020. - №4. – С.15-20.

8. **Зотиков В.И.** Отечественная селекция зернобобовых и крупяных культур // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. №3(35). С.12-19.

9. **Зотиков В.И.**, Вилюнов С.Д. Современная селекция зернобобовых и крупяных культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. - № 25(4). – С.381-387.

Зотиков Владимир Иванович,  
Член-корреспондент РАН, доктор  
сельскохозяйственных наук, профессор,  
научный руководитель ФГБНУ ФНЦ ЗБК  
Подпись Зотикова В.И. заверяю

Начальник отдела кадров (дата)

  
  
  
28.01.2022

Председателю диссертационного совета  
 Д 220.038.04 на базе  
 ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ  
 доктору сельскохозяйственных наук,  
 профессору Т.Н. Дорошенко

### СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ

по диссертационной работе Волобуевой Ольги Гавриловны на тему: «Эффективность бобово-ризобияльного симбиоза при использовании биопрепаратов и регуляторов роста», представленной на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений.

Фамилия, Имя, Отчество	Карпова Галина Алексеевна
Учёная степень (с указанием шифра специальности научных работников, по которому защищена диссертация)	доктор сельскохозяйственных наук 06.01.01 – Общее земледелие, растениеводство  кандидат биологических наук 03.01.05 – Физиология и биохимия растений
Наименование диссертации	Оптимизация продукционного процесса агрофитоценозов проса, яровой пшеницы и ячменя при использовании регуляторов роста и бактериальных препаратов в лесостепи среднего Поволжья
Учёное звание	доцент
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент предоставления отзыва	Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Пензенский государственный университет" (ФГБОУ ВО ПГУ) 440026, г. Пенза, ул. Красная, 40
Название подразделения	Кафедра "Общая биология и биохимия"
Должность	заведующий кафедрой

Список основных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет

1. Карпова Г.А., Карпова Л.В., Фролова Е.Ю. Активация ранних ростовых процессов семян под действие регуляторов роста как фактор повышения полевой всхожести и урожайности яровой пшеницы // Нива Поволжья. - 2016. - Вып. 1 (38). – С. 29-35.
2. Карпова Г.А. Динамика ростовых процессов сельскохозяйственных культур при использовании регуляторов роста // Нива Поволжья. - 2017. – Вып. 4 (45). – С. 88-93.
3. Карпова Г.А. Перспективы использования бактериальных препаратов для активизации морфофизиологических процессов и повышения урожайности сельскохозяйственных культур // «Актуальные проблемы науки XXI века»: материалы XXVIII Международной научно-практической конференции, 30 декабря. – Москва: Международная исследовательская организация «Cognitio». - 2017. – ч.2. - С. 62-66.
4. Карпова Г.А., Теплицкая Д.Г. Влияние регуляторов роста на формообразовательные, ростовые и физиологические процессы в онтогенезе растений пшеницы и ячменя // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. - 2019. – Вып. 4 (28). – С. 16-25.
5. Карпова Г.А., Теплицкая Д.Г. Формирование листового аппарата растений яровой мягкой пшеницы Экада 113 в агроклиматических условиях Пензенской области при использовании регуляторов роста // МЕЖДУНАРОДНЫЙ ЖУРНАЛ гуманитарных и естественных наук. – Новосибирск: ООО «Капитал». - 2019. - № 7-2. – С. 53-57.
6. Карпова Г.А. Активизация ранних ростовых и метаболических процессов зерновых культур при использовании регуляторов роста // Известия высших учебных заведений Поволжский регион. Естественные науки. - 2020. - №4. - с. 13-23.
7. Карпова Л.В., Карпова Г.А., Строгонова А.В. Эффективность применения комплексных жидких удобрений в хелатной форме на фоне естественного и минерального питания растений яровой пшеницы // Нива Поволжья. - 2020. - Вып. 4 (57). - с. 51-58.

Карпова Галина Алексеевна,  
доктор сельскохозяйственных наук, доцент,  
заведующий кафедрой "Общая биология  
и биохимия" ФГБОУ ВО "Пензенский  
государственный университет"

« 31 » сентября 2022 г.

Личную подпись *Карповой Г.А.*  
**ЗАВЕРЯЮ**  
Специалист по кадрам *Т.С. Бутузова*  
« 31 » 01 2022



Председателю диссертационного  
совета Д 220.038.04 на базе  
ФГБОУ ВО Кубанский ГАУ  
Т.Н.Дорошенко

### СВЕДЕНИЯ ОБ ОФИЦИАЛЬНОМ ОППОНЕНТЕ

по диссертационной работе Волобуевой Ольги Гавриловны на тему «Эффективность бобово-ризобияльного симбиоза при использовании биопрепаратов и регуляторов роста», представленной на соискание ученой степени доктора сельскохозяйственных наук по специальности 03.01.05 – Физиология и биохимия растений.

Фамилия, Имя, Отчество	Топунов Алексей Фёдорович
Учёная степень (с указанием шифра специальности научных работников, по которому защищена диссертация)	Доктор биологических наук, Специальность 03.00.04 – Биологическая химия
Наименование диссертации	Функционирование леглобина и регуляция кислородного режима в клубеньках бобовых
Ученое звание	
Полное наименование организации в соответствии с уставом на момент представления отзыва	Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» (ФИЦ Биотехнологии РАН) 119071, Российская Федерация, г.Москва, Ленинский проспект, дом 33, строение 2
Наименование подразделения	Лаборатория биохимии азотфиксации и метаболизма азота
Должность	Заведующий лабораторией, главный научный

	<p>сотрудник</p> <p>aftopunov@yandex.ru</p>
<p>Список основных публикаций в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет (от 5 до 15 публикаций)</p>	<p>Список основных публикаций по теме диссертации в рецензируемых научных изданиях за последние 5 лет:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Космачевская О.В., Насыбуллина Э. И., Топунов А. Ф. Пероксидазная активность леглобина клубеньков бобов (<i>Vicia faba</i> L.) по отношению к гидропероксиду трет-бутила. // Прикладная биохимия и микробиология. 2022. Т. 58. № 1. С. 44-52. DOI: 10.31857/S0555109922010044.</li> <li>2. Kosmachevskaya O.V., Nasybullina E.I., Shumaev K.B., Topunov A.F. Expressed soybean leghemoglobin: Effect on <i>Escherichia coli</i> at oxidative and nitrosative stress. // Molecules. 2021. V. 26. N 23. e7207. DOI: 10.3390/molecules26237207.</li> <li>3. Чумикина Л.В., Арабова Л.И., Колпакова В.В., Топунов А.Ф. Фитогормоны и абиотические стрессы. // Химия растительного сырья. 2021. № 4. С. 5-30. DOI: 10.14258/jcprm.2021049196.</li> <li>4. Kandelinskaya O.L., Grischenko H.R., Khripach V.A., Zhabinskii V.N., Kartizhova L.E., Shashko Y.K., Kosmachevskaya O.V., Nasybullina E.I., Topunov A.F. Anabolic/anticatabolic and adaptogenic effects of 24-epibrassinolide on <i>Lupinus angustifolius</i>: Causes and consequences. // Steroids. 2020. V. 154. N 4. e108545. DOI: 10.1016/j.steroids.2019.108545.</li> <li>5. Космачевская О.В., Осипов Е.В., Чан Ван Ти, Фам Тхи Туэт Май, Топунов А.Ф. Влияние условий культивирования на синтез поли-3-гидроксибутирата клубеньковыми бактериями <i>Rhizobium phaseoli</i>. // Прикладная биохимия и микробиология. 2020. Т. 56. №1. С.60-68. DOI: 10.1134/S0555109920010109.</li> <li>6. Талызин В.В., Баширова Н.Ф., Космачевская О.В., Пунина Н.В., Арабова Л.И., Тихомирова Н.В., Топунов А.Ф. Метгемоглобинредуктаза бактерий и бактериоидов <i>Bradyrhizobium lupine</i>: очистка,</li> </ol>



свойства. // Прикладная биохимия и микробиология. 2018. Т. 54. № 1. С. 33-41. DOI: 10.7868/S055510991801004X

7. Хапчаева С.А., Зотов В.С., Дидович С.В., Топунов А.Ф. Маркирование микросимбионтов *Phaseolus vulgaris* L. и способы повышения эффективности бобово-ризобиального симбиоза. // Таврический вестник аграрной науки. 2018. № 4(16). С. 176-191. DOI: 10.25637/TVAN2018.04.17

8. Хапчаева С.А., Дидович С.В., Топунов А.Ф., Мулюкин А.Л., Зотов В.С. Специфичность симбиотических взаимодействий бактерий рода *Rhizobium leguminosarum* bv.viciae с растениями трибы Viceae. // Экологическая генетика. 2018. Т. 16. № 4. С. 51-60. DOI: 10.17816/ecogen16451-60

9. Флоренская Т.Г., Космачевская О.В., Топунов А.Ф. Молекулярные формы глутаматдегидрогеназы корней сои. // Таврический вестник аграрной науки. 2017. №4(12). С.18-30.

Топунов Алексей Фёдорович,  
Заведующий лабораторией биохимии азотфиксации  
и метаболизма азота, главный научный сотрудник,  
доктор биологических наук,  
Федеральное государственное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр  
«Фундаментальные основы биотехнологии»  
Российской академии наук»



«28» января 2022 г.



Подпись: Топунов А.Ф.  
ЗАВЕРЯЕТСЯ  
28.01.2022