

## СВЕДЕНИЯ

о результатах публичной защиты Степанова Артема Анатольевича  
на соискание ученой степени кандидата биологических наук  
27 ноября 2025 года протокол № 13

Тема диссертации «Особенности антифунгального действия 2,4-диацетилфлороглюцина, вторичного метаболита *Pseudomonas protegens*» на соискание ученой степени кандидата биологических наук по научной специальности 1.5.18. – Микология, биологические науки.

Присутствовали 17 членов диссертационного совета: Павлюшин В.А., Гусева О.Г., Афанасенко О.С., Власов Д.Ю., Гричанов И.Я., Гультяева Е.И., Гришечкина Л.Д., Долгих В.В., Зеленева Ю.В. Змитрович И.В., Лаврищев А.В., Лаптиев А.Б., Литвинович А.В., Лоскутов И.Г., Мироненко Н.В., Новикова И.И., Фролов А.Н., в том числе 7 докторов наук по специальности 1.5.18. – Микология.

### **Заключение диссертационного совета**

**Диссертационный совет отмечает, что в результате выполненных соискателем исследований** впервые охарактеризованы особенности действия 2,4-диацетилфлороглюцина (2,4-ДАФГ), вторичного метаболита ризосферных бактерий рода *Pseudomonas*, в субингибиторных и ингибиторных концентрациях на дрожжеподобные и мицелиальные грибы в условиях *in vitro* и *in situ*.

**Показано**, что минимальная ингибирующая концентрация (МИК) 2,4-ДАФГ в отношении *Candida albicans* и грибов рода *Aspergillus* составила 125 мкг/мл, в отношении грибов рода *Fusarium* – 62 мкг/мл. **Обнаружено** негативное влияние 2,4-ДАФГ в субингибиторных (1/16 – 1/2 от минимальной ингибирующей концентрации (МИК)) и ингибиторных концентрациях на образование биопленок микромицетами, в частности – уменьшение общей биомассы и метаболической активности биоплёнок.

**Выявлено**, что 2,4-ДАФГ в субингибиторных концентрациях меняет количественный состав экзополимерного матрикса (ЭПМ) биоплёнок микромицетов. 2,4-ДАФГ в субингибиторных концентрациях (1/8 – 1/2 МИК) снижает содержание углеводов в ЭПМ формирующихся биоплёнок у *Aspergillus spp.* и *Fusarium spp.* на 11,7 – 68,3 % и 13,1 – 52,5 %, соответственно, по сравнению с контролем. Содержание белков в ЭПМ формирующихся биоплёнок *C. albicans*, *Aspergillus spp.*, *Fusarium spp.*, сформированных в присутствии субингибиторных концентраций 2,4-ДАФГ (1/8 – 1/2 МИК) уменьшается на 53,6 – 66,1 %, 8,4 – 69,4 % и 8,1 – 49,8 %, соответственно, по сравнению с контролем.

**Обнаружено**, что субингибиторные концентрации 2,4-ДАФГ способны влиять на межклеточную коммуникацию *C. albicans*. **Продемонстрировано**, что 2,4-ДАФГ в субингибиторных концентрациях 1/8 – 1/2 МИК снижают продукцию тирозола (молекулы

«чувства кворума») у культур *C. albicans* на 24,1 – 76,2 % по сравнению с контролем.

**Установлено**, что в зависимости от эколого-трофической принадлежности микромицетов, действие 2,4-ДАФГ снижает продукцию микотоксинов у сапротрофных видов и повышает её у фитопатогенных. 2,4-ДАФГ в субингибиторных концентрациях 1/16 – 1/4 МИК у *A. fumigatus* снижали продукцию глиотоксина на 25,4 – 68,7 % и фумагиллина на 42,4 – 64,3 %, по сравнению с контролем. Вместе с тем, 2,4-ДАФГ в субингибиторных концентрациях 1/8 – 1/2 МИК повышали продукцию T-2 токсина у *F. sporotrichioides* на 25,2 – 66,7 % и зеараленона у *F. culmorum* на 73,5 – 87,8 %, по сравнению с контролем.

Впервые **показано** влияние 2,4-ДАФГ на структуру грибного сообщества почвенного микробиома. На 28 сутки эксперимента наблюдалось уменьшение относительной доли представителей отдела Mucoromycota с одновременным увеличением относительной доли представителей отделов Ascomycota и Basidiomycota.

**Теоретическая значимость исследования работы обоснована тем, что** полученные результаты дополняют представление о механизмах взаимодействия ризосферных псевдомонад и микромицетов, а также роли антимикробных соединений как регуляторов экологических процессов. Показана способность 2,4-ДАФГ изменять структурно-функциональные особенности почвенного микробиома и оказывать воздействие на продукцию микотоксинов у грибов родов *Fusarium* и *Aspergillus*.

**Значение полученных результатов исследования для практики подтверждается** тем, что полученные результаты определяют необходимость дополнительного контроля микотоксинов в почве и сельскохозяйственной продукции, полученной при использовании средств защиты растений на основе вторичных метаболитов бактерий рода *Pseudomonas*. Выводы о потенциальном влиянии вторичных метаболитов псевдомонад на контаминацию сельскохозяйственной продукции микотоксинами грибов рода *Fusarium* представляются важными в аспекте обеспечения биобезопасности.

**Личный вклад автора.** Автором диссертации совместно с научным руководителем разработаны основные направления исследования, сформулирована цель, поставлены задачи исследовательской работы. Диссидентом лично выполнена основная часть экспериментальных исследований, проведен анализ полученных результатов, сформулированы выводы.

**Оценка достоверности результатов исследования** показала, что представленные в диссертационной работе результаты получены с использованием современных микробиологических, биохимических и молекулярно-генетических методов, подтверждены экспериментами, основанными на серии измерений с необходимым числом повторов. Представленные в работе результаты экспериментов проанализированы методами статистического анализа и являются репрезентативными.

Результаты исследования опубликованы диссидентом в 8 печатных работ, в том числе 3 статьи в периодических научных изданиях, индексированных базами данных WoS и Scopus, 5 – в материалах съездов и конференций.

На заседании 27 ноября 2025 г. (протокол № 13) диссидентский совет пришел к заключению, что диссидентия Степанова Артема Анатольевича представляет собой завершенную научно-квалификационную работу, в которой содержатся новые сведения об особенностях действия 2,4-диацетилфлороглюцина, вторичного метаболита ризосферных бактерий рода *Pseudomonas*, на микромицеты. Полученные результаты расширяют существующее представление о функционировании почвенного грибного сообщества и имеют важное практическое значение, в частности для повышения супрессивности почв, биобезопасности посевов, оценки роли биопленок. Работа соответствует требованиям пп. 9 – 11, 13, 14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемым к диссидентиям на соискание ученой степени кандидата наук.

За решение задачи, имеющей важное значение для развития микологии, диссидентский совет принял решение присудить Степанову Артему Анатольевичу ученую степень кандидата биологических наук по научной специальности 1.5.18. – Микология.

При проведении тайного голосования диссидентский совет в количестве 17 человек, из них 7 докторов наук по специальности 1.5.18. – Микология, участвовавших в заседании, из 22 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за – 17, против – 0, недействительных бюллетеней – нет.