

ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДИССЕРТАЦИОННОГО СОВЕТА 24.1.239.01,
СОЗДАННОГО НА БАЗЕ ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
БЮДЖЕТНОГО НАУЧНОГО УЧРЕЖДЕНИЯ «ФЕДЕРАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ЦЕНТР ИНСТИТУТ ЦИТОЛОГИИ И
ГЕНЕТИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ
НАУК», ПО ДИССЕРТАЦИИ НА СОИСКАНИЕ УЧЕНОЙ СТЕПЕНИ
КАНДИДАТА БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

аттестационное дело № _____

решение диссертационного совета от 19 февраля 2025 г. № 2

О присуждении Турнаеву Игорю Ивановичу

(гражданин РФ)

ученой степени кандидата биологических наук.

Диссертация Турнаева И.И. «Эволюция генов, кодирующих ферменты триптофан-зависимого пути биосинтеза ауксина у растений», по специальности 1.5.7.- генетика, принята к защите 30.10.2024 г, протокол № 16, Диссертационным советом 24.1.239.01 (Д 003.011.01), созданным на базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», (630090, Новосибирск, пр. акад. Лаврентьева, 10). Диссертационный совет 24.1.239.01 (Д 003.011.01) утвержден ВАК 15.01.2010, приказ ВАК № 1-7 и переутвержден Министерством образования и науки РФ 11.04.2012 года, приказ № 105/нк.

Соискатель: Турнаев Игорь Иванович, 2 февраля 1971 года рождения, в 1998 году окончил Факультет естественных наук Новосибирского государственного университета с присуждением квалификации биолог по специальности «биология». В 2003 году окончил очную аспирантуру ИЦиГ СО РАН по специальности «генетика». В настоящее время работает

младшим научным сотрудником в лаборатории эволюционной биоинформатики и теоретической генетики ИЦиГ СО РАН.

Диссертация выполнена в лаборатории эволюционной биоинформатики и теоретической генетики ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук».

Научный руководитель – доктор биологических наук, доцент Афонников Дмитрий Аркадьевич, ведущий научный сотрудник, и.о. заведующего лабораторией эволюционной биоинформатики и теоретической генетики ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», г. Новосибирск.

Официальные оппоненты:

1. **Хавкин Эмиль Ефимович**, доктор биологических наук, профессор, главный научный сотрудник лаборатории ДНК маркеров растений ФГБНУ "Всероссийский научно-исследовательский институт сельскохозяйственной биотехнологии", ВНИИСБ, (г. Москва)
2. **Букин Юрий Сергеевич**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории геносистематики ФГБУН «Лимнологический институт Сибирского отделения Российской академии наук» (ЛИН СО РАН)», (г. Иркутск)

Оппоненты дали положительные отзывы на диссертацию.

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Ботанический институт им. В.Л. Комарова» (БИН РАН), (г. Санкт-Петербург), в своём положительном отзыве, составленном доктором биологических наук, профессором, заведующим лабораторией биосистематики и цитологии Родионовым А.В. и утвержденном директором института доктором биологических наук Гельтманом Е.В. указывала, что «Диссертация обладает внутренним единством и содержит новые,

обоснованные личными наблюдениями и расчетами научные результаты и положения, свидетельствующие о личном вкладе автора И.И. Турнаева в науку. Тем самым, представленная к защите кандидатская диссертация И.И. Турнаева «Исследование эволюции белков триптофан-зависимого пути биосинтеза ауксина у растений», соответствует критериям, установленным в пунктах 9-14 «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 года №842 (с учетом последующих редакций), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук.

И.И. Турнаев заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7. – ГЕНЕТИКА.

Диссертационная работа И.И. Турнаева и отзыв на нее рассмотрены, обсуждены и одобрены на заседании семинара лаборатории биосистематики и цитологии БИН РАН, протокол № 2 от 29 января 2025 года.»

Соискатель имеет всего 48 опубликованных работ, из них по теме диссертации 12, из них 3 статьи в рецензируемых научных изданиях (WoS, Scopus) и 9 тезисов в материалах всероссийских и международных конференций. Во всех опубликованных работах личный вклад автора был определяющий. В диссертации отсутствуют недостоверные сведения об опубликованных соискателем работах.

Наиболее значительные публикации по теме диссертации:

1. **Turnaev I.I.**, Akberdin I.R., Suslov V.V., Afonnikof D.A. The Number of Homologs of Some Enzymes Involved in Tryptophan Biosynthesis Is Correlated to the Proportion of Proteins Associated with Transcription in Plants. Russian Journal of Genetics: Applied Research. 2015;5(3):308-312. (WoS IF: 0,6)

2. **Turnaev I.I.**, Gunbin K.V., D.A. Afonnikov D.A. Plant auxin biosynthesis did not originate in charophytes. Trends Plant Sci. - 2015. - Т. 20. № 8. - С. 463–465. (WoS IF: 20,5)
3. **Turnaev I.I.**, Gunbin K.V., Suslov V.V., Akberdin I.R., Kolchanov N.A., Afonnikov D.A. The Phylogeny of Class B Flavoprotein Monooxygenases and the Origin of the YUCCA Protein Family. Plants (Basel). 2020;9(9):1092. (WoS. IF: 4,0)

На диссертацию и автореферат поступило 3 отзыва, все положительные. Отзывы прислали:

1. Акбердин Илья Ринатович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник научного центра генетики и наук о жизни, направления вычислительная биология АНООБО «Университет Сириус, Федеральная территория «Сириус».
2. Щербаков Дмитрий Юрьевич, доктор биологических наук, заведующий лабораторией геносистематики Лимнологического института СО РАН, г. Иркутск.
3. Лавреха Виктория Вадимовна, кандидат биологических наук, научный сотрудник сектора системной биологии морфогенеза растений ИЦиГ СО РАН, г. Новосибирск.

Выбор официальных оппонентов обосновывается тем, что оба оппонента являются компетентными специалистами в области генетики растений, имеют публикации в ведущих биологических журналах и дали свое письменное согласие быть оппонентами. Ведущая организация является одним из ведущих учреждений в области биоразнообразия, эволюции и генетики растений, что позволяет произвести экспертную оценку полученных в диссертационной работе результатов.

Диссертационный совет отмечает, что на основании выполненных соискателем исследований доказано, что гены, кодирующие белки харофитовой водоросли *Klebsormidium nitens* – триптофанаминотрансферазу

(KnTAA, NCBI: GAQ80308.1) и флавиномоноксигеназу (KnFMO, NCBI: GAQ82387.1), отличаются по структурно-функциональной организации от соответствующих генов наземных растений, кодирующих ключевые ферменты биосинтеза гормона ауксина (индолил-3-уксусной кислоты) из триптофана.

Получены новые доказательства в пользу гипотезы о том, что триптофан-зависимый путь биосинтеза ауксина наземных растений появился в эволюции у их общего предка как результат горизонтальных переносов генов, кодирующих ферменты этого пути, от представителей нерастительных таксонов.

Теоретическая значимость работы обоснована тем, что впервые проведен сравнительный биоинформатический и филогенетический анализ структурных особенностей последовательностей генов *KnTAA* и *KnFMO* харофитовой водоросли *K. nitens*, демонстрирующих сходство с генами, кодирующими у наземных растений ферменты биосинтеза ауксина – триптофанаминотрансферазу (TAA) и флавиномоноксигеназу YUCCA (YUCCA), что позволило связать происхождение генов TAA и YUCCA растений с нерастительными организмами. Так, впервые **показано**, что белок KnTAA *K. nitens* по функциональным и структурным характеристикам более близок к аллииназам, чем к триптофанаминотрансферазам наземных растений.

Впервые **показано**, что белок KnFMO *K. nitens* относится к кластеру Pb суперсемейства флавиномоноксигеназ класса В, не принадлежит к семейству YUCCA наземных растений и имеет отличные от них функции.

Значение полученных соискателем результатов исследования для практики подтверждается тем, что в работе получены новые данные, расширяющие наши знания и представления об эволюции пути биосинтеза ауксина – основного фитогормона у высших растений, контролирующего огромное количество морфогенетических признаков, в том числе связанных с

контролем роста растений и их устойчивости к различным стрессам. Полученные теоретические знания, а также комплекс методов и конвейер по анализу данных, примененные в работе, представляют интерес для научно-исследовательских организаций биологического и сельскохозяйственного направления и могут быть использованы как в фундаментальных, так и в прикладных генетико-селекционных исследованиях, а также в образовательном процессе при подготовке специалистов в области эволюционной генетики, частной генетики растений, физиологии и биохимии растений.

Применительно к проблематике диссертации результативно использованы биоинформатические программы для поиска нуклеотидных последовательностей гомологичных генов (BLAST) в базах данных (NCBI, Plaza 2.5, 1000 plant genomes, Green Algae) и их множественного выравнивания (MAFFT, Promals), а также программы PhyloBayes 3.3f, mrBayes, RAxML и IQ-TREE для реконструкции филогенетических деревьев, программа i-Tasser для реконструкции пространственной структуры белковых последовательностей, программу CD-search и инструменты hhblits и hhsearch tool из базы данных Pfam для анализа доменной структуры белков и программу WebLogo 2.8.2 для визуализации консенсусов активных сайтов в исследуемых белках. Корреляционный анализ проводили с применением пакета Statistica.

Оценка достоверности результатов исследования выявила их высокую надежность, которая подтверждается соответствующей оценкой статистической значимости результатов как при сравнении последовательностей и структур белков, так и при реконструкции филогенетических деревьев. При использовании метода максимального правдоподобия оценка статистической значимости кластеризации таксонов проводилась методом ультрабыстрого бутстрепа, для байесовских методов оценивалась апостериорная вероятность кластеризации.

Достоверность теоретических выводов о неспособности белка KnTAA *K. nitens* выполнять функцию аналогичную триптофанамиントрансферазам наземных растений подтверждается независимыми экспериментами по трансгенезу гена *KnTAA* и его экспрессии в мутантных растениях *Arabidopsis thaliana*, неспособных к синтезу данного фермента (Ai Y., et al., J. Zhiwu Shengli Xuebao/Plant Physiology, 2018, doi:10.13592/j.cnki.ppj.2018.0269).

Личный вклад автора заключается в непосредственном участии в формировании выборок белковых последовательностей ферментов триптофан-зависимого пути биосинтеза ауксина растений, проведении процедур выравнивания последовательностей, реконструкции и анализе филогенетических деревьев, сравнительном анализе доменов белков, их активных сайтов, пространственных структур и распределении белков среди таксонов растений, проведении статистического анализа взаимосвязи числа паралогов ферментов пути биосинтеза триптофана и сложностью организмов растений. Все основные результаты исследования получены автором самостоятельно.

Полученные соискателем научные результаты соответствуют п. 7. «Структурная и функциональная геномика. Эволюционная геномика», п. 16. «Генетическая/молекулярно-генетическая биоинформатика и методы многомерного анализа», п. 17. «Частная генетика микроорганизмов, растений и животных. Геносистематика. Филогенетика», п. 21. «Естественный и искусственный отбор, видообразование, генетические механизмы эволюции. Экологическая генетика. Поддержание генетического биоразнообразия и биобанки» паспорта научной специальности 1.5.7. – Генетика.

В ходе защиты диссертации критических замечаний высказано не было. Соискатель Турнаев Игорь Иванович аргументировано ответил на все задаваемые ему в ходе заседания вопросы.

Диссертационным советом сделан вывод о том, что диссертация представляет собой законченную научно-квалификационную работу,

соответствует критериям п.п. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденным постановлением Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г. № 842.

Диссертационный совет 19 февраля 2025 г. принял решение присудить Турнаеву И.И. ученую степень кандидата биологических наук за решение научной задачи, связанной с уточнением происхождения и эволюции комплекса генов, вовлеченных в синтез ауксина – основного гормона растений.

При проведении тайного голосования диссертационный совет в количестве 18 членов совета, из них по специальности 1.5.7 – 5 докторов наук; из 24 человек, входящих в состав совета, проголосовали: за - 17, против – 1, недействительных бюллетеней нет.

Председатель

диссертационного совета,

Академик РАН, д.б.н.



Handwritten signature of A.V. Kochetov

А.В. Кочетов

Ученый секретарь

диссертационного совета,

доктор биологических наук

Handwritten signature of T.M. Khlebodarova

Т.М. Хлебодарова

19.02.25г.