

Отзыв официального оппонента
на диссертацию **Прохоровой Елены Евгеньевны**
«Иммунные реакции лёгочных моллюсков»,
представленную на соискание учёной степени доктора биологических наук по
специальности **1.5.12 – Зоология**
в диссертационный совет **24.1.119.01 (Д 003.033.01)** на базе Федерального
государственного бюджетного учреждения науки «Институт систематики и экологии
животных Сибирского отделения Российской академии наук»

Актуальность и фундаментальная значимость.

Диссертационная работа Е. Е. Прохоровой посвящена одной из фундаментальных проблем современной зоологии и сравнительной иммунологии – организации системы врождённого иммунитета у лёгочных моллюсков. Несмотря на многолетнюю историю изучения защитных реакций беспозвоночных, системные работы, объединяющие клеточные, молекулярные и транскриптомные подходы на широком спектре природных моделей, остаются крайне редкими. Представленное исследование заполняет этот пробел, что определяет его высокую актуальность и фундаментальную значимость.

Работа изложена на 445 страницах, содержит введение, 6 глав, заключение, выводы, список сокращений, словарь терминов, список литературы (890 источников) и 28 приложений, иллюстрирована 153 рисунками и 51 таблицей. Объём и глубина проработки материала полностью соответствуют уровню докторской диссертации. Особого внимания заслуживает методологическая многослойность исследования: автор сочетает классические гистологические и цитологические методы, проточную цитофлуориметрию, молекулярно-генетическую идентификацию объектов, транскриптомный анализ и анализ экспрессии генов. Такой междисциплинарный подход обеспечивает высокую достоверность полученных результатов.

Научная новизна.

Научная новизна работы не вызывает сомнений. Впервые проведена видовая идентификация и генотипирование семи видов лёгочных моллюсков из природных популяций европейской части России и плато Укок. Впервые выполнен сравнительный анализ клеточного состава гемолимфы у представителей четырёх семейств пульмонат. Впервые получен и проанализирован транскриптом гемоцитов *Planorbarius corneus*, в том числе при природном заражении трематодами, и на его основе предсказана доменная структура широкого набора паттерн-распознающих рецепторов, включая уникальные

комбинации доменов, не описанные ранее у других животных. Впервые показана избирательность экспрессии генов ПРР и факторов цитотоксичности при заражении трематодами разных видов, причём не только в гемоцитах, но и в других тканях (сердце, гепатопанкреас, белковая железа, нога). Это открывает новые перспективы для понимания механизмов иммунитета у беспозвоночных.

Теоретическая значимость.

Исследование имеет высокую теоретическую значимость, поскольку оно не просто описывает частные иммунные реакции у лёгочных моллюсков, но и формирует новую концептуальную платформу для понимания организации, эволюции и функционирования системы врождённого иммунитета моллюсков. Автор предлагает пересмотреть устоявшееся представление о гемоцитах как о дискретных типах и обосновывает концепцию единой клеточной линии с функциональной специализацией, аналогичной моноцитарно-макрофагальному ряду позвоночных. Таким образом, работа предлагает новый подход для описания гемоцитов не как «типов клеток», а как состояний клетки в контексте иммунного ответа и физиологического статуса организма. Показывает, что набор ПРР у лёгочных моллюсков значительно шире, чем у позвоночных, и включает множество уникальных доменных комбинаций, не описанных ранее у других организмов. Это позволяет сделать вывод, что в отсутствие адаптивной иммунной системы эволюция пошла по пути расширения репертуара врождённых рецепторов, и этот репертуар формируется под давлением конкретного набора патогенов, с которым взаимодействует вид. Автором предложена оригинальная перекрёстная классификация ПРР моллюсков, учитывающая доменную архитектуру, что может быть использовано для систематизации рецепторов у других групп беспозвоночных. Автор впервые показывает, что экспрессия генов факторов иммунного ответа происходит не только в гемоцитах, но и в клетках гепатопанкреаса, сердца, белковой железы и ноги. Работа вносит существенный вклад в эволюционную иммунологию и паразитологию, расширяя представления о коэволюции трематод и их промежуточных хозяев.

Практическая значимость.

Практическая значимость определяется возможностью использования разработанных моделей и методических подходов для мониторинга трематодных инвазий, а также для учебных курсов по зоологии, паразитологии, цитологии и эволюционной иммунологии. Полученные транскриптомные данные депонированы в открытые базы и могут служить основой для дальнейших сравнительно-иммунологических исследований.

В совокупности положения диссертации формируют новую концептуальную основу в области изучения врождённого иммунитета моллюсков, переходя от описания отдельных реакций к созданию целостной, многоуровневой теории, объясняющей, как устроен, как функционирует и как эволюционирует иммунная система лёгочных моллюсков. Работа не только отвечает на существующие вопросы, но и ставит новые, формируя повестку для будущих исследований.

Автореферат полностью соответствует содержанию диссертации, основные положения опубликованы в 30 статьях в журналах из перечня ВАК РФ, включая публикации в высокорейтинговых международных, а также в монографической статье и учебном пособии.

Вместе с тем, при общей положительной оценке работы, следует отметить ряд дискуссионных моментов:

1. Представленные данные убедительно свидетельствуют в пользу центральной роли АПО в гемопоэзе планорбид. В то же время в литературе высказывались предположения о возможном участии других тканей (в частности, перикардального эпителия и стенок сосудов) в продукции гемоцитов. Было бы интересно услышать позицию автора относительно того, насколько принципиально эти альтернативные гипотезы исключаются полученными данными, или же они могут рассматриваться как дополнительные, а не конкурирующие механизмы.

2. В работе выделяется небольшая популяция «малых гиалиноцитов» с высоким ядерно-цитоплазматическим отношением. Их морфология действительно напоминает малодифференцированные клетки, что позволяет предположить их возможную роль в качестве резервной или стволовой популяции. Вместе с тем, учитывая их малочисленность и отсутствие данных о пролиферативной активности *in vivo*, не исключено, что часть таких клеток может быть следствием пробоподготовки или отражать функциональное состояние клеток на определённой стадии дифференцировки. Хотелось бы уточнить, рассматривает ли автор эти клетки как самостоятельную функциональную единицу или как промежуточную форму в рамках предложенной модели единой клеточной линии.

3. Автор справедливо указывает на потенциальную значимость полученных результатов для разработки мер биологического контроля трематодных инвазий. Действительно, понимание механизмов резистентности и избирательности иммунного ответа моллюсков создаёт фундамент для будущих прикладных разработок. На данном этапе, как и следовало ожидать в фундаментальном исследовании, речь идёт скорее о концептуальной базе, чем о готовых технологиях. Было бы интересно услышать, какие

конкретные направления прикладного использования автор считает наиболее реалистичными в среднесрочной перспективе.

Несмотря на указанные замечания, диссертационная работа Е. Е. Прохоровой представляет собой завершённое, оригинальное и исключительно содержательное исследование, выполненное на высоком методическом уровне. Автором получены новые фундаментальные данные, существенно расширяющие представления о врождённом иммунитете не только моллюсков, но и беспозвоночных в целом. Работа вносит вклад в развитие зоологии, сравнительной иммунологии и паразитологии, а её результаты имеют как теоретическое, так и потенциальное практическое значение.

Диссертация **соответствует** всем требованиям «Положения о присуждении учёных степеней» (Постановление Правительства РФ № 842 от 24 сентября 2013 г.), предъявляемым к докторским диссертациям, а её автор, Прохорова Елена Евгеньевна, безусловно заслуживает присуждения учёной степени доктора биологических наук по специальности 1.5.12 – Зоология.

Официальный оппонент

доктор биологических наук (03.00.19 - Паразитология),
кандидат биологических наук (03.00.08 - Зоология),
профессор, заведующий кафедрой общей биологии и биомедицины,
ФГБОУ ВО «Псковский государственный университет»
180000, г. Псков, пл. Ленина, дом 2.
Тел.: +7(8112) 201-699
Факс: +7(8112) 201-699
E-mail: rector@pskgu.ru
Адрес www-сервера: http://pskgu.ru

Прокофьев Владимир Викторович

09.09.2026 г.

kafzooeco@pskgu.ru

+7(8112) 201-699 (доп. 512)

