

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертацию на соискание ученой степени
кандидата биологических наук Саидова Данияла Магомедовича
на тему: «КРИТЕРИЙ ТОКСИЧНОСТИ ЭМБРИОНАЛЬНО-
ЛИЧИНОЧНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ДВУСТВОРЧАТЫХ
МОЛЛЮСКОВ»
по специальности 1.5.16 – Гидробиология

В основе диссертационного исследования Данияла Магомедовича Саидова, с которым я с большим интересом познакомился, лежит грандиозная серия экспериментов по изучению влияния стандартного токсиканта, бихромата калия, на выживаемость, рост и развитие личинок мидий *Mytilus*, нацеленная на совершенствование эмбрионально-личиночного теста двустворчатых моллюсков - важного метода биотестирования для оценки негативного воздействия окружающей среды. Основные элементы этого комплексного исследования следующие.

Во-первых, эмбрионально-личиночный тест проведен, по стандартной методике, для беломорских мидий из популяций Кандалакшского залива.

Во-вторых, впервые оценена способность личинок мидий с морфологическими отклонениями, вызванными токсикантом, к реабилитации. Показано, что если после краткосрочного воздействия низких концентраций токсиканта перенести личинок в чистую воду, то часть личинок с деформированными раковинами восстанавливают нормальную морфологию и рост.

В-третьих, анатомически и гистологически описано разнообразие патологий раннего развития, разработана их научная классификация. Основной «мишенью» для токсиканта оказалась раковина. Анализ литературных данных позволил заключить, что воздействие других токсиканов на развитие мидий принципиально схоже с бихроматом калия.

Числовые результаты исследования проанализированы с помощью самых искусных статистических подходов, а морфологические данные иллюстрированы прекрасными фотографиями личинок и их гистологических срезов. Полученные данные позволили предложить новый интегральный индекс токсичности, тем самым усовершенствовав эмбрионально-личиночный тест.

Актуальность избранной темы исследования, научная новизна исследования, оригинальность полученных результатов и обоснованность научных выводов и положений, вынесенных на защиту, не вызывают сомнений.

Результаты работы опубликованы, в том числе, в трех статьях в научных журналах, индексируемых в международных базах данных Scopus, Web of Science и RSCI. Особо отмечу статью Саидова и Косевича (Saidov, Kosevich 2021) в престижном журнале *Ecotoxicology Springer*.

Если говорить о диссертации в целом, то она имеет традиционную компоновку, в частности включает большой обзор литературы (45 страниц из 102 страниц текста). Я хочу особо отметить первые два раздела обзора литературы - «эмбриональное и личиночное развитие *Mytilus edulis*» и «эмбрионально-личиночное тестирование двустворчатых моллюсков», которые являются самодостаточными и исчерпывающими научными обзорами. Я не нашел в тексте диссертации заслуживающих специального упоминания логических, стилистических или технических огрехов и оцениваю ее как очень зрелую. Автор искушен в токсикологии, эмбриологии и математическом анализе, что, на мой взгляд, делает его труд малоуязвимым для критики с позиций этих наук. Что мне не очень понравилось, так это перегруженность главы «обсуждение результатов» статистическими расчётами, формулами и рисунками (рисунки N 35 и N 36 в диссертации, N8 и N9 в автореферате), которые, возможно, лучше бы смотрелись в главе

«результаты». Еще мне не хватало иллюстраций с наглядными схемами экспериментов, которые могли бы облегчить понимание их дизайна.

Не сомневаясь в обоснованности выводов работы, я позволю себе высказать сомнения в надежности самого подхода, когда состояние среды оценивается по результатам «эмбрионально-личиночного тестирования с использованием двустворчатых моллюсков мидий», что по стандартной методике, что по усовершенствованной методике, разработанной соискателем. Надеюсь, что Даниял Магомедович развеет мои сомнения. Меня беспокоит, что тесты могут недоучитывать высокую индивидуальную и «семейную» изменчивость в приспособленности потомства моллюсков и что эта изменчивость может маскировать эффект среды. За высокой индивидуальной изменчивостью, по моему разумению, стоят следующие причины.

Первая. Мидии как представители *Bivalvia* имеют крайне высокую геномную изменчивость и, как следствие этого, большой груз мутаций (напр., Hollenbeck, Johnston 2018; doi: 10.3389/fgene.2018.00253). Этим стереотипно объясняют установленные эмпирические факты большой диспропорции вклада разных родителей в генофонд потомства (т.н. «лотерейное размножение») и огромную диспропорцию между генетически-эффективной численностью популяций и численностью в них половозрелых особей (напр., Hedgcock, Pudovkin 2011; <https://doi.org/10.5343/bms.2010.1051>). При большой генетической отягощенности результаты эмбрионально-личиночного тестирования потомства одной семьи (одной пары особей) могут отражать генетическую отягощенность конкретной семьи, а не состояние среды. Я не нашел ни в тексте диссертации, ни в статье в Токсикологии информации о числе родителей, гаметы которых использовались в экспериментах по оплодотворению. Так сколько доноров половых продуктов использовалось в данных экспериментах, сколько рекомендовано «стандартной методикой», и как это число обосновано?

Вторая. Называть тест-объект *Mytilus edulis* – дань традиции прошлого века. Тридцать лет назад этот политипичический вид в северном полушарии разделили, на основании генетических данных, на три вида, из которых в Кандалакшском заливе Белого моря отмечены *Mytilus edulis* и *M. trossulus*, а также их гибриды. Доля гибридов невелика, в смешанных беломорских популяциях 10-20%, и, как считается, ограничивается за счет отбора против гибридов (см. обзор Gosling 2021; DOI: 10.1002/9781119293927). Возраст эволюционной дивергенции между *M. edulis* и *M. trossulus* оценивается в 3.5 миллиона лет. Считается, что за их дивергенцией стоит та же «амфибореальная» биогеографическая история, что за дивергенцией трески и минтая (р. *Gadus*), много- и малопозвонковой сельди (р. *Clupea*) и прочих амфибореальных таксонов (обзор Laakkonen et al. 2021 <https://doi.org/10.5061/dryad.zw3r22868>). Такие немолодые эволюционные линии как *M. edulis* и *M. trossulus*, наверное, могут различаться по чувствительности к токсикантам? Еще важнее, что может различаться приспособленность потомства от внутри- и межвидовых скрещиваний, а также скрещиваний с участием гибридов. Я не нашел в тексте диссертации какой-либо рефлексии по поводу таксономической принадлежности экспериментальных мидий. Насколько мы можем доверять результатам тестирования, при котором игнорируется таксономическая гетерогенность тест-объекта и возможность присутствия среди экспериментальных животных межвидовых гибридов?

Прошу воспринимать эти вопросы не как замечания, а как критические комментарии. Они никак не умаляют значимости диссертационного исследования, которое я считаю образцовым. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В.Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.5.16 – Гидробиология (по биологическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете

имени М.В.Ломоносова, а также оформлена согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель **Саидов Даниял Магомедович** заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности **1.5.16 – Гидробиология.**

Официальный оппонент:

кандидат биологических наук,

доцент кафедры ихтиологии и гидробиологии биологического факультета

Санкт-Петербургского государственного университета

Стрелков Петр Петрович

05.05.2023

Контактные данные:

тел.: _____, e-mail:

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 03.00.08 - Зоология

Адрес места работы:

199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., д. 7–9,

Санкт-Петербургский государственный университет, биологический факультет

Тел.: 8812 3213279; e-mail: