

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертацию Клименкова Игоря Викторовича

### АДАПТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ В СИСТЕМЕ ПЕРИФЕРИЧЕСКОГО ОТДЕЛА ОБОНЯТЕЛЬНОГО И СЛУХОВОГО АНАЛИЗАТОРОВ У РЫБ,

представленной на соискание ученой степени доктора биологических наук по  
специальностям клеточная биология, цитология, гистология (03.03.04) и  
физиология (03.03.01)

Сравнительные исследования видов, занимающих те или иные экологические ниши, дают богатый материал для анализа вариантов структурного обеспечения функций организмов, обитающих в различных условиях среды. Это в полной мере относится к рыбам озера Байкал – природного объекта с уникальными абиотическими и биотическими характеристиками и уникальной геологической историей. Уникальность объекта в значительной степени предопределила «успех» работы, которая посвящена морфофункциональным характеристикам обонятельного и слухового анализатора байкальской ихтиофауны. Для раскрытия адаптивных особенностей сенсорных органов автор использовал естественные вариации образа жизни, включая уровни гидростатического давления, насыщение среды кислородом, вариации пищевых объектов, сезоны года и другие компоненты среды. В результате получен целый ряд новых научных результатов, которые скрупулезно перечислены в разделе «новизна и теоретическая значимость работы». В частности, они относятся к характеристикам сенсорного аппарата пелагических рыб, которые в силу значительных вертикальных миграций (озеро Байкал это позволяет) обладают способностью к устойчивому функционированию при разных кислородных режимах. Автором диссертации впервые обоснована значимость ультрачистой байкальской воды в формировании цитоскелета рецепторных клеток. Помимо специфики обусловленной озером, в рецензируемой работе конкретизируются, в приложении к байкальским рыбам, такие общебиологические положения, как: сопряженные с репродуктивными циклами ультраструктурные изменения обонятельных рецепторов; влияние специфических стимулов на процессы апоптоза и нейрогенеза; наличие доменов, образующих морфофункциональные единицы обонятельной рецепции; конвергенция морфотипов рецепторных клеток у видов, занимающих сходные экологические ниши.

Наряду с теоретически значимыми результатами, автор обсуждает и практические перспективы работы. Заслуживает внимание предложение детально исследовать молекулярные механизмы, обеспечивающие устойчивое функционирование обонятельного анализатора при различном содержании кислорода в воде. Результаты этих исследований послужат поиску нейропротекторов при гипоксических воздействиях, например, при ишемии мозга. Менее очевидным выглядит предложение использовать индукцию запаховыми стимулами процессов апоптоза и компенсаторного нейрогенеза, как метода



неинвазивной оценки нейропластичности, в том числе в клинической практике. Применение этого метода требует разработки методов неинвазивного детектирования деления обонятельных нейронов.

Перечисленные выше новые результаты обоснованы собственными экспериментальными данными и анализом литературы, изложенных на 370 стр. текста. Диссертационная работа построена по традиционной схеме. Она состоит из введения, обзора литературы, главы с изложением материалов и методов, шести глав с результатами исследований, заключения, выводов и списка литературы, который содержит 548 ссылок из них 84 на русском языке. Фактические данные представлены 123 рисунками, включая 31 схему, и 4-мя таблицами.

Во ВВЕДЕНИЕ обосновывается актуальность диссертационного исследования, формулируются цели и задачи работы, излагаются положения, выносимые на защиту, научная новизна, практическая значимость, апробация работы и вклад автора. В приведённой автором постановке проблемы, помимо очевидной целесообразности, обусловленной уникальностью озера Байкал, указывается на недостаточную изученность глубоководных рыб. В этом плане Байкал, как самое глубокое озеро на планете, позволяет исследовать механизмы адаптации пресноводных видов к большим глубинам.

Глава МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ содержит подробное описание методов микроскопии, описание способов отбора проб и пробоподготовки, общие сведения об исследуемых видах рыб. Данную главу открывает раздел 2.1 «Методологические подходы, используемые для решения поставленных задач», в котором автор даёт список задач, связанных с изучением «...адаптивных перестроек ольфакторного аппарата рыб на разных этапах их жизненного цикла...», «...процессов апоптоза и компенсаторного нейрогенеза...», «...морфологических особенностей ранних стадий дифференцировки и миграции обонятельных нейронов...» и т.д. Непонятно какое отношение перечисление решаемых задач имеет к методологии, как учению о научном методе познания? Данная работа лежит в русле сравнительных морфофизиологических исследований, методология которых основывается на унификации приёмов наблюдения, включая стандартизацию исходных данных и получаемых результатов. Для рецензируемой работы это предполагает стандартные измерения морфофункциональных характеристик, охватывающие все изучаемые виды рыб. К сожалению, такие сквозные исследования не были организованы при выполнении данной работы.

Вынесенное в название изучение адаптивных особенностей обонятельного и слухового анализаторов, адресует диссертационное исследование к методологии изучения адаптивных стратегий, блестящим примером которой может служить книга - Хочачка П., Сомеро Дж. Стратегия биохимическая адаптации: Пер. с англ. - М.: Мир, 1988. - 568 с. Согласно этим авторам изучение любой адаптации начинается с анализа проблем, которые должен преодолеть организм, успешно



существующий в конкретных условиях среды. В соответствии с этим анализ адаптаций показывает какими путями (какими стратегиями) достигается устойчивое существование организма или функционирования его отдельных систем. Игнорирование автором этой, хорошо обоснованной методологии, приводит к тому, что изучение всего текста диссертации не дает ответа на вопрос о том, какие проблемы в работе рецепторных систем рыб возникают при высоком или низком гидростатическом давлении и, соответственно, каким образом осуществляется адаптация. При обсуждении вопроса об адаптации к разным глубинам через всю работу, красной нитью, проходит смешивание гидростатического давления и концентрации кислорода в воде. Причем не делается ни теоретических, ни экспериментальных попыток дифференцировать эффекты этих сопряженных факторов.

Для изучения функциональных характеристик обонятельного и слухового анализаторов рыб содержали в аквариумах при стандартном кислородном режиме. Стандарт - это хорошо, но нужно обосновать насколько он подходит для изучения глубоководных рыб?

В разделе статистика указан пакет коммерчески доступных программ. Если есть ссылка на пакеты программ, то было бы полезно указать и номер лицензии для Statistica 10 и Microsoft Excel 2010. Но учитывая полное совпадение результатов вычисления статистических параметров разными стат. пакетами, включая бухгалтерские счета и логарифмическую линейку, то указывать коммерчески доступные пакеты программ нет никакой необходимости.

В главах 3-8 изложен богатый фактический материал, характеризующий строение и функциональные реакции обонятельного и слухового анализаторов байкальских рыб. Этот раздел содержит множество цветных и черно-белых иллюстраций высокого качества. Это настоящий «пир духа» для клеточных биологов, цитологов и гистологов.

В ЗАКЛЮЧЕНИИ автор интегрирует результаты исследований в 3D пространстве, образованным разнообразием изученных видов, разнообразием исследованных биологических структур, разнообразием методов. В итоге он приходит к обоснованному выводу о том, что вариации структур и функций организмов находятся в гармонии с условиями окружающей среды и образом жизни.

На основе полученных результатов автор формулирует 9 ВЫВОДОВ, которые логично вытекают из результатов экспериментальной работы, рассмотренных через призму глубокого анализа современной литературы.

В заключение следует отметить, что, несмотря на сделанные замечания, диссертационная работа Игоря Викторовича Клименкова заслуживает положительной оценки. Рецензируемый труд является законченным самостоятельным исследованием, выполненным на высоком методическом уровне.



В работе над диссертацией автор продемонстрировал высокопрофессиональное владение современными цитологическими, гистологическими и физиологическими методами исследования в приложении к уникальному природному объекту – ихтиофауне озера Байкал. Полученные им результаты закладывают новое направление сравнительных исследований анализаторов у организмов, населяющих водоем с уникальной геологической историей и с уникальным набором абиотических и биотических факторов среды. Результаты диссертационного исследования обнародованы в 21 статье, которые опубликованы в отечественных и зарубежных журналах, включая один журнал первого (Q1) квартиля (Sci. Rep). Все вышесказанное дает основания для заключения о том, что квалификационное исследование Игоря Викторовича Клименкова отвечает всем требованиям ВАК, предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальностям 03.03.04 – клеточная биология, цитология, гистология и 03.03.01 - физиология, а ее автор заслуживает присуждения искомой степени.

Зав. Отделением генетики животных и  
человека

ФИЦ ИЦиГ СО РАН,

д.б.н., профессор

  
М.П. Мошкин

тел.: +7 (383) 363-49-63\*7207

Эл. почта: mmp@bionet.nsc.ru

*Ученый секретарь, к.б.н.  
Орлова*



*bx 2171/58  
23.09.2019*