

## ОТЗЫВ

члена диссертационного совета на диссертацию Борисенко Ильи Евгеньевича на тему: «Регенерация губок *Halisarca dujardinii* (класс Demospongiae) и *Oscarella lobularis* (класс Homoscleromorpha): клеточные механизмы и участие сигнального каскада Wnt», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.23. Биология развития, эмбриология

Диссертационная работа Борисенко И.Е. посвящена изучению клеточных и молекулярных механизмов регенерации у губок. Особенностью работы является сравнительный анализ морфогенезов у представителей двух классов Porifera, имеющих разную организацию. Такой подход позволил автору выявить ряд интересных особенностей регенерации у исследованных видов. Изложение материала в диссертации организовано, в целом, по стандартной схеме и начинается с краткого введения, в котором представлены актуальность исследования, теоретическая и практическая значимость работы, сформулированы цели и задачи исследования, положения, выносимые на защиту и научная новизна работы. Затем, в главе 1 представлен обзор литературы. В этой главе изложены основные проблемы теории регенерации, представлены сведения по репаративным морфогенезам в разных группах животных, а также освещены данные о роли сигнального каскада Wnt в регенерации. Заканчивается обзор литературы описанием имеющихся данных по клеточным и молекулярным механизмам восстановления у губок.

Во второй главе диссертации, очевидно, Борисенко И.Е. рассматривает и обсуждает собственные данные по клеточным механизмам регенерации у двух видов губок. Заслуживает внимания подход, использованный при изучении данной проблемы. Были исследованы представители двух классов Porifera, что позволило установить факт наличия совершенно разных клеточных механизмов регенерации у такой базальной группы многоклеточных животных, как губки. Это открытие важно для понимания происхождения и эволюции восстановительных морфогенезов. Интересные результаты получены автором при оценке пролиферативной активности в процессе регенерации. Незначительный вклад клеточного размножения в восстановление утраченных структур открывает нам новую и пока плохо исследованную сторону феномена регенерации.

Третья глава также посвящена изложению и обсуждению собственных данных по наличию компонентов сигнального пути Wnt и участию лигандов Wnt в регенерации у *H. dujardinii*. Автором получены интересные и важные результаты. Впервые определены основные компоненты сигнального пути Wnt у данного вида. Было показано, что экспрессия генов *Wnt* наблюдается вдоль апико-базальной оси тела губки. Впервые было установлено место экспрессии данного сигнального пути при регенерации после удаления фрагмента тела.

Изложение собственных результатов и их анализа завершается небольшим заключением, в котором подводятся итоги проведенной работы. Автор вполне обоснованно указывает, что его исследования дополняют имеющиеся представления о клеточных механизмах регенерации у представителей Demospongiae и Homoscleromorpha, а также подтверждают ранее в эволюции вовлечение сигнального каскада Wnt в

паттернирование тела и регенерацию. Представленные выводы логичны и полностью отражают полученные результаты.

Представленное описание Материалов и методов достаточно кратко, однако отражает основные особенности манипуляции с животными и использованных методических подходов. Список литературы содержит 211 источников, среди которых имеются публикации как отечественных, так и зарубежных исследователей.

Диссертационная работа Борисенко И.Е. не лишена недостатков. В первую очередь, на мой взгляд, не совсем удачна форма изложения. Помещение главы Материалы и Методы в самый конец диссертации неудобно для рецензирования и понимания излагаемого материала. Кроме того, почему есть глава «Обзор литературы», а нет «Результаты и обсуждение»?

Одним из недостатков рецензируемой работы является краткость изложения полученных результатов и их анализа, в результате чего многие важные процессы, происходящие при регенерации губок, плохо описаны и вопросы, возникающие при их обсуждении, остаются без ответа. В частности, для меня осталось непонятным участие экзопинакоцитов в регенерации у *H. dujardinii*. Через 12 час после повреждения «Интактные экзопинакоциты, окружающие рану, меняют форму своих цитоплазматических выростов, что приводит к разобщению внешнего слоя экзопинакодермы (рис. 4, G)» (стр. 34). Однако что далее с ними происходит, не указано. На стр. 38 при описании стадии заживления раны (24 час после повреждения) написано, что в состав «бластемы» входят дедифференцированные экзопинакоциты. Откуда они там взялись? При этом автор идентифицирует их по определенным «ультраструктурным маркерам», которые также нигде не указаны. А позднее, при обсуждении клеточных событий регенерации у *H. dujardinii* (стр. 43, 2 абзац) сказано, что «...эпителизация происходит за счет включения дедифференцированных клеток мезохила и хоаноцитов, тогда как периферическая экзопинакодерма остается интактной». А в следующем абзаце автор пишет, что «бластема» содержит различные дедифференцированные клетки, в том числе и экзопинакоциты. И все эти клетки (очевидно и экзопинакоциты?) участвуют в формировании экзопинакодермы.

Кроме того, не понятно, почему автор считает, что наличие микроворсинок на апикальной поверхности молодых экзопинакоцитов свидетельствует о подвижности этих клеток (стр. 38, 3 абзац, стр. 43, 2 абзац)? У другого изученного вида губок, *O. lobularis*, экзопинакоциты мигрируют, но, судя по рис. 13 и 14, не имеют микроворсинок на апикальной поверхности.

При описании регенерации *O. lobularis*, не совсем понятно представлен процесс эпителизации раны и происхождения «новых» экзопинакоцитов. На стр. 49 (2 абзац) написано, что в центральной части раны ее поверхность начинает покрываться эндопинакоцитами (6 час регенерации). Через 12 час после повреждения почти вся раневая поверхность выстлана экзопинакоцитами (стр. 51, 1 абзац). В следующем абзаце указывается, что сформированный слой экзопинакоцитов – это регенеративная мембрана (как указано в литобзоре, временное образование). Далее автор пишет, что на этой стадии начинается движение экзопинакодермы из интактной зоны в область раны. И в

следующем абзаце указывается, что еще одним источником новой экзопинакодермы являются эндопинакоциты. Из всего этого возникает ряд вопросов: 1) какова судьба и функция эндопинакоцитов, которые появились на поверхности раны через 6 час после повреждения? 2) когда сформировалась регенеративная мембрана и куда она потом исчезла, если, как утверждается в главе 1 (стр. 24), регенеративная мембрана – это временное образование? 3) как соотносятся процессы формирования регенеративной мембраны и миграции экзопинакодермы? 4) на каком этапе и как происходит встраивание эндопинакоцитов в экзопинакодерму?

Кроме того, текст диссертации содержит опечатки и грамматические ошибки. Например: «...эти клетки не принимают участие в регенерации других структур и сами могут регенерировать при полном удалении щупальца или гребного ряда» (стр. 12), «...радиально симметричные эпителизованные образования» (стр. 20).

Тем не менее, указанные недостатки не умаляют значения рассматриваемой работы.

Диссертация Борисенко Ильи Евгеньевича на тему «Регенерация губок *Halisarca dujardini* (класс Demospongiae) и *Oscarella lobularis* (класс Homoscleromorpha): клеточные механизмы и участие сигнального каскада Wnt», соответствует основным требованиям, установленным Приказом от 19.11.2021 № 11181/1 «О порядке присуждения ученых степеней в Санкт-Петербургском государственном университете», соискатель Борисенко Илья Евгеньевич заслуживает присуждения ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.23. Биология развития, эмбриология. Пункты 9 и 11 указанного Порядка диссертантом не нарушены.

Член диссертационного совета  
Доктор биологических наук,  
старший научный сотрудник,  
зам. директора НИЦМБ ДВО РАН

И.Ю. Долматов.

10.01.2022

подпись *И.Ю. Долматов*  
Заверяю: начальник ОДО  
Буренина В.Л.

