

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное  
учреждение высшего образования  
«КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ

КАФЕДРА ЗООЛОГИИ И ОБЩЕЙ БИОЛОГИИ

Направление подготовки 06.03.01 Биология

Профиль «Зоология и общая биология»

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА  
КАРИМОВОЙ АЛЬМИРЫ РИНАТОВНЫ

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОРФОЛОГИИ  
СПЕРМАТОФОРНОГО КОМПЛЕКСА ОРГАНОВ  
*OPISTHOTEUTHIS CALIFORNIANA* (ОСТОПОДА: CIRRATA)

Работа завершена:

" 08 " 06 2020 г.



А. Р. Каримова

Работа допущена к защите:

Научный руководитель  
Зав. отд. беспозвоночных зоомузея

" 08 " 06 2020 г.



А. В. Беспятых

Заведующий кафедрой  
Кандидат биологических наук, доцент

" 09 " 06 2020 г.



Р. М. Сабиров

Казань – 2020

## РЕФЕРАТ

Ключевые слова: ГОЛОВОНОГИЕ МОЛЛЮСКИ, ПЛАВНИКОВЫЕ ОСЬМИНОГИ, РАЗМНОЖЕНИЕ, РЕПРОДУКТИВНАЯ СИСТЕМА САМЦОВ, СПЕРМАТОЦЕЙГМЫ, ГЛУБОКОВОДНАЯ МАЛАКОФАУНА.

Плавниковые осьминоги (*Cirrata*) представляют архаичную глубоководную группу головоногих моллюсков, систематика которой до сих пор находится в хаотическом состоянии, так как большинство видов известно лишь по единичным, часто молодым и обычно сильно поврежденным экземплярам. Для них не подходит распространенный видовой критерий – строение сперматофора, однако было замечено, что даже у близкородственных видов имеются серьезные различия в строении мужской репродуктивной системы органов.

Изучено строение сперматофорного комплекса органов самцов осьминога *Opisthoteuthis californiana*. Установлено, что он состоит из семенника, семяпровода, последовательно расположенных трех сперматофорных желез, двух придаточных желез и пениса. Сами отделы довольно компактные, хорошо обособлены друг от друга. Количество отделов сперматофорного комплекса меньше, нежели у бесплавниковых осьминогов, что может быть связано с более простым строением агрегатов спермы – сперматоцейгмов у плавниковых осьминогов. Описана структура сперматоцейгмов.

В секрете 1 придаточной железы обнаружены микрокристаллы. Предполагается, что они могут увеличивают плотность оболочки сперматоцейгмов, выполняя структурную функцию. Так же, они могут раздражать эпителий яйцеводов самок после осеменения, что, возможно, ускоряет процесс проникновения сперматозоидов к яйцеклеткам.

Работа изложена на 51 странице, содержит 6 таблиц, 25 иллюстраций, список литературы 29 наименования.

## СОДЕРЖАНИЕ

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ .....	4
ВВЕДЕНИЕ.....	5
1. Обзор литературы	
1.1. История изучения <i>Incirrata</i> и современные представления о структуре подотряда.....	8
1.2. Строение цирратных осьминогов.....	10
1.3. Краткая морфо-экологическая характеристика  <i>Opisthoteuthis californiana</i> (Berry, 1949).....	14
2. Материалы и методы.....	16
2.1. Методики гистологического исследования.....	19
3. Морфология и гистология репродуктивной системы самцов <i>O.</i> <i>Californiana</i> .	
3.1. Внешнее строение сперматофорного комплекса органов.....	23
3.2. Внутреннее строение СКО.....	26
3.3. Морфология агрегатов спермы и механизм их формирования..	37
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	42
ВЫВОДЫ.....	43
ЛИТЕРАТУРА.....	44
ПРИЛОЖЕНИЕ. Рейсовый журнал сборов «Тенуи Мару» и «Каюо Мару» с материалом по <i>O. californiana</i> .....	48

## ВВЕДЕНИЕ

Несмотря на исчисляемую уже столетиями историю изучения Мирового океана, наши познания о фауне абиссальных глубин остаются поверхностными, и в целом, по мнению многих океанологов, сегодня мы знаем гораздо больше о ближайшем космосе, нежели о населении океана на тысячеметровых глубинах. В то же время фауна этих глубин весьма разнообразна и насчитывает множество видов из самых различных таксонов как позвоночных, так и беспозвоночных животных. Особый интерес в спектре глубоководных видов представляют головоногие моллюски, как животные, освоившие океан от литоральной зоны до ультраабиссали и нередко демонстрирующие, в связи с этим, черты глубокой эволюционной специализации.

К числу абиссальных видов в первую очередь относятся плавниковые осьминоги (*Cirrata*). В триасе-юре плавниковые осьминоги отделились в независимую эволюционную ветвь и представляют собой древнюю группу головоногих моллюсков (Несис, 1985).

Есть мнение, что плавниковые и бесплавниковые осьминоги — полифилетическая группа. Современные *Cirrata* — обитатели глубин (преобладают на глубинах в 5000 м), самые глубоководные среди головоногих моллюсков (населяют батиналь, абиссаль и даже ультраабиссаль) (Voss, 1988). Среди настоящих осьминогов имеются как прибрежные, даже литоральные, так и глубоководные, в том числе абиссальные виды. Плавниковые осьминоги планктонофаги, рацион состоит из глубоководного бентопелагического зоопланктона, представленного в основном, по-видимому, ракообразными (Hunt, 1996). До настоящего времени систематика подотряда плавниковых осьминогов находится в хаотическом состоянии, так как большинство видов известно лишь по единичным, часто молодым и обычно сильно поврежденным экземплярам (Несис, 1982).

В качестве критериев для диагностики видов и построения филогенетических связей внутри родов и всего подсемейства *Cirrata* могут служить осо-

бенности строения репродуктивной системы этих осьминогов. На большую систематическую значимость строения репродуктивной системы и ее частей у головоногих указывал Карл Хун (Chun, 1899). Ряд более поздних авторов также подчеркивали это (Fort, 1937; Ronald, 1977; Mangold, 1989; Сабиров, 1990). В то же время обращает на себя внимание крайнее многообразие агрегатов спермы головоногих и особенно осьминогов (Сабиров, Беспярых, 1996). Однако у плавниковых октопод агрегаты спермы устроены сравнительно просто, и, вероятно, не смогут стать таким надежным систематическим критерием каким они служат для других видов головоногих (Mann, 1984). На этом фоне особую систематическую значимость приобретают данные о строении репродуктивной системы *Cirrata*. Кроме того, подробное изучение половой системы поможет получить ответы на ряд вопросов об экологии, репродуктивном поведении этих осьминогов и возможно об их эволюции.

Анализ литературы показал, что морфология сперматофорного комплекса органов (СКО) и агрегатов спермы *Opisthoteuthis californiana* не изучена. Но есть некоторая информация о репродуктивном поведении этих осьминогов. Ряд особенностей указывает на то, что они способны к множественному нересту в течение всего половозрелого периода своей жизни, возможно несколько раз в год, что указывает на приблизительный возраст животных. Следствием этого является то, что у самок полнота яйцеводной железы не зависит от размеров тела (Villanueva, 1992). Характерен значительный соматический рост особей после периода полового созревания. Так же известно, что лучшим показателем половой зрелости самцов является диаметр самой большой из увеличенных присосок (Vecchione et al., 1922; 2003).

В 2019 г. нами была рассмотрена внешняя морфология репродуктивной системы самцов и агрегатов спермы *O. californiana*, однако остался ряд нерешенных вопросов, для ответа на которые был необходим более детальный подход с привлечением гистологических методов и электронной микроскопии.

Целью настоящего исследования стало получение новых данных о функциональной морфологии репродуктивного комплекса органов самцов *O.*

*californiana* с уточнением функциональной роли отделов СКО, реконструкцией процесса формирования сперматоцейгмов и детальным описанием их морфологии.

Для достижения поставленной цели нами решались следующие задачи:

- Анализ современных литературных данных о строении СКО *O. californiana*.
- Гистологическое исследование СКО и агрегатов спермы.
- Изучение морфологии СКО и содержимого желез и протоков зрелых самцов.
- Разработка 3D-модели СКО *O. californiana* со схемой формирования агрегатов спермы.
- Изучение строения сперматоцейгмов методами сканирующей электронной микроскопии.

## ВЫВОДЫ

1. Морфология репродуктивной системы цирратных осьминогов демонстрирует черты глубокой специализации на фоне не менее сложной чем у инцирратных осьминогов организации строения.

2. Сперматоцейгмы представляют собой плотно упакованные агрегаты сперматозоидов овально-яйцевидной формы, заключенные в рыхлую наружную белковую оболочку неправильной формы. «Крышечки» на полюсах сперматоцейгмов обнаружены не были.

3. Формирование агрегатов сперматозоидов происходит в I-II отделах СКО, в придаточных железах осуществляется формирование наружной рыхлой оболочки и микрокристаллических структур.

4. Однозначно определить функциональную роль микрокристаллических образований не представляется возможным. Не исключено, что после осеменения они раздражают ресничный эпителий яйцеводов самки способствуя ускорению проникновения сперматозоидов к яйцеклеткам.