

# ВАЖНЕЙШИЕ РЕЗУЛЬТАТЫ НИР НИЦМБ ДВО РАН за 2021 год

Балл Учёного совета Центра	Формулировка результата, аннотация, ссылки на публикации
4.76	<p>Проведен филогенетический анализ нескольких групп немертин на основе 5 генных маркеров. Показано, что в семействе Cephalotrichidae выделяются три клады: Cephalothrix s.l., Proccephalotrix и «interstitial cephalotrichids». Семейство Carininidae обособлено от Tubulanidae и занимает базальное положение, близкое к семейству Carinomidae. Показано, что интраэпидермальное положение центральной нервной системы у видов рода <i>Carinina</i> является производным состоянием от субэпидермальной нервной системы. Филогенетический анализ немертин рода <i>Tetrastemma</i> показал полифилию этого рода: большинство видов относится к кладе <i>Tetrastemma</i>, <i>Tetrastemma arcticum</i> относится к общей кладе с родом <i>Poseidonemertes</i>, а еще несколько видов относится к инфраотряду Oerstediiina (к.х.н. Полякова Н.Е. и д.б.н. <b>Чернышев А.В.</b> совместно с Университетом Хоккайдо, Япония, Университетом Орегона, США и Смитсоновским институтом, США).</p> <p><i>Аннотация.</i> Немертины – тип преимущественно морских червей с относительно простым строением, что затрудняет выяснение родственных связей внутри типа на основе морфологических признаков. На основе 5 генных маркеров (COI, 16S, 18S, 28S и гистон H3) впервые проведен филогенетический анализ двух групп палеонемертин и одной группы вооруженных немертин. Установлено, что в семействе Cephalotrichidae имеются три клады: Cephalothrix s.l., Proccephalotrix и клада interstitial cephalotrichids. Возможно, что в дальнейшем этим кладам может присвоен родовой ранг. Семейство Carininidae обособлено от Tubulanidae, к которому относили род <i>Carinina</i>, и занимает базальное положение, близкое к семейству Carinomidae. Выдвинута гипотеза, что синапоморфией клады Carininidae + Carinomidae является непарный вентральный глаз у личинок. Показано, что интраэпидермальное положение центральной нервной системы у видов рода <i>Carinina</i> является не плезиоморфным состоянием, как считалось на протяжении 130 лет, а апоморфным, производным от субэпидермальной нервной системы. Филогенетический анализ немертин рода <i>Tetrastemma</i> с привлечением большого числа видов показал полифилию этого рода: большинство видов относится к кладе <i>Tetrastemma</i>, <i>Tetrastemma arcticum</i> относится к общей кладе с родом <i>Poseidonemertes</i>, а еще несколько видов относится к инфраотряду Oerstediiina. Показано, что роды <i>Psammamphiporus</i> и <i>Quasitetrastemma</i> являются младшими синонимами <i>Tetrastemma</i>. Установлен новый род <i>Arctostemma</i>, описаны новые виды <i>Carinina yushini</i>, <i>Carinina chocolata</i>, <i>Cephalothrix suni</i>.</p> <p>Chernyshev A.V., Polyakova N.E. 2021. An integrative description of a new <i>Cephalothrix</i> species (Nemertea: Palaeonemertea) from the South China Sea//Zootaxa. 4908 (4): 584-594. DOI 10.11646/ZOOTAXA.4908.4.10 (IF=1.091; Q3)</p> <p>Chernyshev A.V., Polyakova N.E., Hiebert T.C., Maslakova S.A. 2021. Evaluation of the taxonomic position of the genus <i>Carinina</i> (Nemertea: Palaeonemertea), with descriptions of two new species // Invertebrate Systematics, Vol.35. P.245–260. DOI: 10.1071/IS20061 (IF=2.583; Q1)</p> <p>Chernyshev A.V., Polyakova N.E., Kajihara H., Norenburg J.L. 2021. A molecular phylogeny of <i>Tetrastemma</i> and its allies (Nemertea, Monostilifera)// Zoologica Scripta. 50 (6): 824-836. DOI: 10.1111/zsc.12511 (IF= 3.142; Q1)</p> <p style="text-align: center;"> <a href="#">Научный совет по молекулярной биологии и генетике</a>  <a href="#">Научный совет по палеобиологии и эволюции органического мира</a>  <a href="#">Научный совет по генетике и селекции</a>  <a href="#">Научный совет по гидробиологии и ихтиологии</a> </p> <p style="text-align: center;">52. Биологическое разнообразие; 53. Общая генетика</p>
4.64	<p>Была исследована экспрессия ряда ключевых генов, участвующих в различных этапах регенерации кишки у голотурии <i>Eupentacta fraudatrix</i>. Гены матриксных металлопротеиназ, <i>72 kDa type IV collagenase</i> и <i>MMP16-3</i>, имели индивидуальный профиль экспрессии и, соответственно, функцию. Среди ингибиторов металлопротеиназ наибольшую активность проявлял ген <i>tensilin3</i>. Гены транскрипционных факторов <i>sox9/10</i> и <i>sox17</i> у <i>E. fraudatrix</i> играют важную роль в</p>

трансдифференцировке клеток целомического эпителия. *Sox9/10*, вероятно, контролирует процесс трансформации мезодермальных клеток в энтероциты, в то время как *sox17* принимает участие в регулировании начальных этапов трансдифференцировки (д.б.н. Долматов И.Ю., к.б.н. Калачева Н.В., к.б.н. Ткачева Е.С., Шульга А.П., Завальная Е.Г., к.б.н. Шамшурина Е.В., к.б.н. Гирич А.С., Бойко А.В., к.б.н. Елисейкина М.Г.).

**Аннотация.** У *E. fraudatrix* среди матриксных металлопротеиназ (ММП) при регенерации кишки наибольшую активность проявляют *72 kDa type IV collagenase* и *MMP16-3*. Транскрипты обоих генов выявляются в тканях зачатка кишки в течение всей регенерации, однако характер их распределения отличается. Это указывает на разницу в функциях *72 kDa type IV collagenase* и *MMP16-3*. Среди ингибиторов ММП наибольшую активность проявлял ген *tensilin3*. Его транскрипты через 5-7 сут после эвисцерации обнаруживаются в целомическом эпителии и формирующемся кишечном эпителии зачатка кишки. В дальнейшем его активность сосредоточена только в растущем кончике пищеварительной трубки. Вероятно, *Tensilin3* блокирует активность ММП и не позволяет им разрушать внеклеточный матрикс. Это приводит к росту соединительно-тканного зачатка кишки. Среди транскрипционных факторов были выбраны гены семейства *Sox*, поскольку их ортологи у позвоночных участвуют в гастрюляции и формировании пищеварительной системы в раннем онтогенезе. Транскрипты *sox9/10* в период трансдифференцировки выявляются в целомическом эпителии и в погружающихся в зачаток клетках. В дальнейшем его экспрессия обнаруживается в энтероцитах. Продукты гена *sox17* выявляются также в целомическом эпителии и в месте его погружения. Однако ни в погруженных клетках, ни в сформированной кишечной выстилке его транскрипты не обнаруживаются. Был сделан вывод о том, что *sox9/10*, вероятно, контролирует процесс трансформации мезодермальных клеток в энтероциты, в то время как *sox17* принимает участие в регулировании начальных этапов трансдифференцировки.

Dolmatov I.Yu., Kalacheva N.V., Tkacheva E.S., Shulga A.P., Zavalnaya E.G., Shamshurina E.V., Girich A.S., Boyko A.V. and Eliseikina M.G. Expression of *Piwi*, *MMP*, *TIMP*, and *Sox* during gut regeneration in holothurian *Eupentacta fraudatrix* (Holothuroidea, Dendrochirotida) // *Genes*. 2021. Vol. 12, No 8. P. 1292, doi:10.3390/genes12081292 (IF=4.096; Q2)

Научный совет по биологии развития

Научный совет по клеточной биологии и иммунологии

Научный совет по молекулярной биологии и генетике

50. Биология развития и эволюция живых систем; 59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза; 60. Клеточная биология

## 4.52

Получены новые данные о распределении тетродотоксина (ТТХ) в тканях у морских червей типа *Nemertea*. Показан наиболее вероятный путь миграции полученного от объекта питания ТТХ в ткани немертины: токсин поступает в эпителий желудка и кишечника, далее – в кровеносную систему и в стенку тела, откуда он мигрирует в железы покровов, хобота и головной железы. Показано, что железистые клетки эпидермиса в ответ на внешний раздражитель моментально выбрасывают ТТХ-содержащий секрет на поверхность тела, используя его для отпугивания хищников. Впервые изучен молекулярный механизм адаптации мишени ТТХ (потенциал-зависимого натриевого (*Nav1*) канала) у токсин-содержащих немертин. В последовательности *Nav1* канала выявлены аминокислотные замены, способствующие резистентности немертин к действию ТТХ (Власенко А.Е., Малыкин Г.В., Переверзева А.О., к.б.н. Яковлев К.В., к.б.н. Веланский П.В., Кузнецов В.Г., д.б.н. Чернышев А.В., к.б.н. Магарламов Т.Ю.).

**Аннотация.** Немертины - хищные черви, широко распространенные в Мировом океане. У многих видов этих червей были обнаружены ТТХ – сильный низкомолекулярный нейротоксин бактериального происхождения. Несмотря на более чем 30-летнюю историю изучения ТТХ у немертин, многие вопросы поступления токсина в этих животных, а также механизмов, обеспечивающих его аккумуляцию и использование, остаются незатронутыми.

Методами иммуногистохимии с использованием поликлональных антител к ТТХ было исследовано распределение токсина на органном, внутритканевом и клеточном уровнях у сверхтоксичной немертины *Cephalothrix* cf. *simula* [1]. Было установлено, что ТТХ поглощается немертинами с объектами питания, а особенности строения системы кровообращения позволяют токсину мигрировать в основном в органы передней части тела червя (хобот, головные железы) и в железы покровов, продуцирующих слизь (Рис. 1). При этом токсин накапливается только в определенном типе железистых клеток. Токсин выводится через железы покровов и головных желез, а также через выделительную систему червя (Рис. 1А). Использование немертинами ТТХ для отпугивания хищников было

показано в экспериментах на *Kulikovia alborostrata*. Установлено, что в состоянии покоя секрет, окружающий немертину, содержит небольшое количество ТТХ (Рис. 1Б), а при возникновении внешнего стимула происходит активный выход секрета из тел и протоков ТТХ-содержащих клеток во внешнюю среду, образующего токсин-содержащую слизистую оболочку (Рис. 1В, 1Г).

Необходимым условием способности животных накапливать ТТХ и специфично его использовать для отпугивания хищников или обездвиживания жертвы является наличие молекулярных механизмов, обеспечивающих резистентность ТТХ-содержащих животных к действию токсина. Единственной на сегодняшний день известной мишенью ТТХ являются Nav каналы возбудимых тканей; изменение их структуры в области сайта связывания ТТХ влияет на их аффинность к токсину. У токсичного вида *Kulikovia alborostrata* впервые были проведены исследования по установлению наличия генетических мутаций, ведущих к снижению аффинности Nav1 каналов немертин к ТТХ [2]. Было обнаружено, что последовательность Р-петельных регионов доменов I-IV NaV1 каналов всех исследованных особей одинакова и имеет аминокислотные замены, способствующие резистентности канала к ТТХ (Рис. 2). Сходные аминокислотные замены были выявлены у рыб-фугу.

Malykin G.V., Chernyshev A.V., Magarlamov T.Yu. Intrabody Tetrodotoxin Distribution and Possible Hypothesis for Its Migration in Ribbon Worms Cephalothrix cf. simula (Palaeonemertea, Nemertea) // Marine Drugs. 2021. Vol. 19. No. 9. P. 1-17. (IF=5.118; Q1)

Vlasenko A.E., Kuznetsov V.G., Malykin G.V., Pereverzeva A.O., Velansky P.V., Yakovlev K.V., Magarlamov T.Yu. Tetrodotoxins Secretion and Voltage-Gated Sodium Channel Adaptation in the Ribbon Worm *Kulikovia alborostrata* (Takakura, 1898) (Nemertea) // Toxins. 2021. Vol. 13. No. 9. P. 1-13. DOI: 10.3390/toxins13090606 (IF=4.546; Q1)

[Научный совет по клеточной биологии и иммунологии](#)

Научный совет по молекулярной биологии и генетике

57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ; 60. Клеточная биология

4.52

Впервые для бурых водорослей (Phaeophyceae, Ochrophyta) экспериментально показано, что поддержание функциональной активности фотосинтетического аппарата в условиях длительного недостатка падающего света обеспечивается реорганизацией тилакоидных мембран хлоропластов и селективной модификацией профиля их липидов и жирных кислот. Полученные данные расширяют современные представления об участии липидного метаболизма в формировании фотоадаптивной стратегии морских макрофитов умеренных широт (д.б.н. **Жукова Н.В.**, к.б.н. Яковлева И.М.)

**Аннотация.** Впервые для бурых водорослей (Phaeophyceae, Ochrophyta) на примере морского макрофита *Undaria pinnatifida* исследована стратегия фотоакклимации с точки зрения фотофизиологии и липидного метаболизма. Проведено сравнение фотосинтетических и липидных характеристик, а также структуры хлоропластов у водорослей после длительной экспозиции на свету умеренной и низкой интенсивности. Показано, что акклимация водорослей к ослаблению светового потока характеризуется повышением квантовой эффективности фотосистемы II (ФСII) и скорости фотосинтетического электронного транспорта, увеличением количества ФСII антенных комплексов, что сопровождается увеличением концентрации тилакоидных мембран в хлоропластах и плотности упаковки тилакоидов. Установлено, что эти перестройки в фотосинтетическом аппарате и структуре хлоропластов водоросли связаны с избирательной модификацией индивидуальных классов липидов тилакоидных мембран – повышением содержания моногалактозилдиацилглицерина (МГДГ) и фосфатидилглицерина (ФГ), значительным увеличением соотношения МГДГ/ДГДГ (Рис). Световое лимитирование также индуцирует активную продукцию специфической для ФГ транс-Δ3-гексадеценовой кислоты и накопление n-3 полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) (18:3n-3, 18:4n-3 and 20:5n-3) в основном в ФГ и МГДГ. Снижение доли триацилглицеринов и уровня в них ПНЖК при низком освещении свидетельствует о потреблении этих липидов в качестве источника ПНЖК и энергетических резервов. Эти изменения в профилях липидов и жирных кислот ответственны за поддержку биогенеза тилакоидов и эффективного фотосинтеза при низких интенсивностях падающего света, тем самым внося свой вклад в стратегию фотоакклимации бурых водорослей. Полученные данные свидетельствуют о способности бурых водорослей успешно преодолевать длительные периоды недостаточной освещенности за счет увеличения эффективности поглощения и утилизации падающей солнечной радиации, которое обеспечивается высокой пластичностью и адаптивными особенностями биосинтеза липидов тилакоидных мембран.

Zhukova N.V., Yakovleva I.M. Low light acclimation strategy of the brown macroalga *Undaria pinnatifida*: significance of lipid and fatty acid remodeling for photosynthetic competence. // Journal of Phycology. 2021. DOI: 10.1111/jpy.13209 (IF=2.923; Q1)

[Научный совет по физиологии растений и фотосинтезу](#)

[Научный совет по биохимии](#)

56. Физиология и биохимия растений, фотосинтез, взаимодействие растений с другими организмами

4.45

Изучен феномен одновременного заражения десятиногого рака-хозяина двумя симпатрическими видами паразитических корнеголовых ракообразных, как

близкородственными, так и таксономически далекими. В таких случаях конкуренция между видами неизбежна, и двойное заражение является динамическим этапом эволюции паразитизма, отражающимся в борьбе за нового хозяина. Показано, что одним из способов избежать подобной конкуренции является заражение паразитом с широким ареалом различных хозяев в разных районах обитания (к.б.н. Корн О.М., к.б.н. Голубинская Д.Д., к.б.н. Шарина С.Н., к.б.н. Селин Н.И. совм. с ЗИН РАН, Университетом Копенгагена, Дания, Университетом Бергена, Норвегия).

**Аннотация.** В российских водах Японского моря краб *Pachycheles stevensii* одновременно заражен двумя близкородственными корнеголовыми ракообразными, *Lernaeodiscus gybakovi* и *Lernaeodiscus kasyanovi* sp. nov., хорошо различающимися морфологически и генетически. Репродуктивный период обоих паразитов ограничен летними месяцами, и конкуренция между ними неизбежна, хотя экстенсивность заражения *L. kasyanovi* значительно ниже. Второй пример множественного заражения – симпатрические саккулиниды, *Parasacculina pilosella* и *Sacculina pugettiae*, обнаруженные на водорослевом крабе *Pugettia* aff. *ferox*. Наиболее важным представляется впервые продемонстрированное одновременное оседание двух разных паразитов не просто на один вид, но на одну особь хозяина, причем интенсивность множественного заражения достигает четырех экстерн на одном крабе. Молекулярный анализ показал, что две саккулиниды не являются близкородственными видами и должны относиться к разным родам и даже семействам. Другим аспектом взаимоотношений паразит–хозяин и способом избежать конкуренции является постепенная смена предпочитаемого хозяина паразитом с широким ареалом распространения. На сегодня мало известно о потенциальной межвидовой конкуренции Rhizocephala. Однако редкость обнаружения симпатрических видов на одном хозяине показывает, что конкуренция существует. При этом превалирование одного вида над другим зависит также от их географического положения.

Golubinskaya D.D., Korn O.M., Sharina S.N., Selin N.I. Sympatric two-species infestation by rhizocephalan barnacle parasites in the spider crab *Pugettia* aff. *ferox* Ohtsuchi & Kawamura, 2019 from Peter the Great Bay (northwestern Sea of Japan). *Zoological Studies*. 2021. V. 60:54. <https://doi.org/10.6620/ZS.2021.60-54> (IF=2.058; Q2)

Korn O.M., Golubinskaya D.D., Rees D.J., Glenner H., Høeg J.T. The second rhizocephalan species, *Lernaeodiscus kasyanovi* sp. nov. (Cirripedia: Rhizocephala: Peltogastridae), parasitizing the porcellanid crab *Pachycheles stevensii* Stimpson, 1858 (Decapoda: Anomura: Porcellanidae), from Russian waters of the Sea of Japan. *Marine Biodiversity*. 2021. V. 51, 79. <https://doi.org/10.1007/s12526-021-01211-x> (IF=1.533; Q3)

Golubinskaya D.D., Korn O.M., Sharina S.N., Miroljubov A.A. Morphological and molecular investigations of the rhizocephalan barnacle *Peltogaster lineata* Shiino, 1943 in the northern part of the species range (Peter the Great Bay, the Sea of Japan). *Marine Biodiversity*. 2021. <https://doi.org/10.1007/s12526-021-01239-z> (IF=1.533; Q3)

Научный совет по гидробиологии и ихтиологии

Научный совет по биологии развития

Научный совет по изучению, охране и рациональному использованию животного мира

50. Биология развития и эволюция живых систем; 52. Биологическое разнообразие

**4.45** На примере морской свободноживущей нематоды-эноплиды *Enoplus brevis* впервые для класса нематод Enoplea проанализирована функция уникального только для нематод цитоскелетного белка *major sperm protein* (MSP). Показано, что этот белок обеспечивает амебоидную подвижность сперматозоидов *E. brevis* так же, как это происходит и у нематод-рабдитид из другого класса, Chromadoreia, несмотря на то, что MSP *E. brevis* демонстрирует низкую гомологию с MSP хроматорей, у которых обнаруживается гиперконсерватизм в последовательностях этих белков. Данные по MSP отражают огромную эволюционную дистанцию между классами нематод Enoplea и Chromadoreia и показывают необходимость переоценки сложившихся взглядов на эволюцию MSP внутри типа Nematoda (к.б.н. Зограф Ю.К., к.б.н. Требухова Ю.А., д.б.н. Юшин В.В., к.б.н. Яковлев К.В.).

**Аннотация.** Основные белки сперматозоидов (MSP) представляют собой специфичную для нематод систему цитоскелетных белков, необходимых для движения амебоидных сперматозоидов. Ряд генов MSP различается у разных видов нематод, но кодируемые последовательности белков обнаруживают высокую гомологию между ними. Тем не менее, все исследования локализации и функций MSP на сегодняшний день основаны исключительно на представителях отряда Rhabditida, принадлежащих к классу нематод Chromadoreia, в то время как движение сперматозоидов с помощью MSP в классе Enoplea все еще не было подтверждено. В исследовании было показано наличие MSP в сперматозоидах свободноживущей морской нематоды *Enoplus brevis* (Enoplida) и проведено сравнение локализации MSP в сперматозоидах данного вида с локализацией MSP в сперматозоидах представителя

класса Chromadorea *Panagrellus redivivus* (Rhabditida). Анализ последовательностей MSP обоих видов показал, что MSP из сперматозоидов *E. brevis* способен к образованию филаментов и сложенные из них волокна, что свидетельствует о его двигательной функции, аналогичной таковой в сперматозоидах представителей класса Chromadorea. Обнаружено, что MSP *E. brevis* демонстрирует низкую гомологию с MSP отряда Rhabditida, представители которого характеризуются гиперконсерватизмом в последовательностях белка MSP. Полученные результаты отражают базальное положение Enoplea на филогенетическом древе типа Nematoda и открывают новую страницу в понимании происхождения и эволюции подвижности сперматозоидов нематод на основе MSP.

Zograf J.K., Trebukhova Y.A., Yushin V.V., Yakovlev K.V. Analysis of major sperm proteins in two nematode species from two classes, *Enoplus brevis* (Enoplea, Enoplida) and *Panagrellus redivivus* (Chromadorea, Rhabditida), reveals similar localization, but less homology of protein sequences than expected for Nematoda phylum // *Organisms Diversity & Evolution*. 2021. DOI: 10.1007/s13127-021-00522-y (IF = 2.940; Q1)

Научный совет по биологии развития

Научный совет по изучению, охране и рациональному использованию животного мира

50. Биология развития и эволюция живых систем; 52. Биологическое разнообразие; 60. Клеточная биология

4.45

Впервые изучена динамика липидомов и физиологических параметров рифообразующих и мягких кораллов при обесцвечивании. На основе анализа липидома симбионтов (зооксантелл) кораллов показано, что степень ненасыщенности их гликолипидов является маркером термоустойчивости. При тепловом стрессе в биомембранах кораллов наибольшие изменения происходят в составе фосфатидилэтаноламинов (ФЭ). Показано, что изменения липидома являются индикаторами физиологических процессов симбиотического организма. Содержание фосфатидилинозитолов, участвующих в апоптозе и аутофагии, значительно снижается и появляются окисленные ФЭ, что указывает на повреждение мембран клеток. Полученные результаты вносят вклад в изучение экологии и биохимии кораллов (к.б.н. **Сикорская Т.В.**, к.б.н. Ермоленко Е.В., д.б.н. Имбс А.Б., к.б.н. Ефимова Е.В., к.б.н. Борода А.В., к.б.н. Гианова Т.Т.).

**Аннотация.** Клетки коралловых полипов содержат симбиотических динофлагеллят (СД, зооксантелл), потеря которых при повышении температуры (обесцвечивание) является основной причиной гибели коралловых рифов. Липиды играют важную роль в метаболизме кораллов и составляют основу клеточных мембран. Для изучения обесцвечивания кораллов с помощью липидомного подхода, кораллы *Acropora cerealis* и *Sinularia heterospiculata* были подвержены тепловому воздействию (33°C). Установлена взаимосвязь между физиологическими процессами и динамикой липидома при обесцвечивании *S. heterospiculata*. Были изучены липидомы СД с различной термоустойчивостью кораллов *Palythoa tuberculosa* и *S. heterospiculata*. Генетическими методами установлено, что *S. heterospiculata* содержала зооксантеллы клада С, а *P. tuberculosa* - СД клада С и более термоустойчивый клад D (*Durusdinium trenchii*). Показано, что в процессе обесцвечивания происходит деградация хлоропластов СД и нарушение биосинтеза гликолипидов (ГЛ), которые являются структурными компонентами тилакоидных мембран СД. На состав ГЛ также влияет термоустойчивость зооксантелл. Присутствие термоустойчивого *D. trenchii* в коралле приводит к высокому содержанию ненасыщенных галактолипидов. Профиль ГЛ, вероятно, видоспецифичен и не зависит от таксономического положения организма-хозяина. Профиль молекулярных видов ТГ зооксантелл установлен впервые. Обнаружены ТГ с ацильной группой 16:0 во 2-м положении глицерина, которые могут иметь цитоплазматическое происхождение; и ТГ с ПНЖК 2-м положении, которые биосинтетически связаны с галактолипидами и локализованы в пластоглобулах СД. Эксперименты показали, что при тепловом стрессе в биомембранах кораллов наибольшие изменения происходят в составе фосфатидилэтаноламинов. Изменения липидома могут стать надежными индикаторами физиологических процессов симбиотического организма коралла, и использоваться для оценки влияния неблагоприятных факторов окружающей среды на коралловые рифы.

Sikorskaya T.V., Ermolenko E.V., Boroda, A. V., Ginanova, T. T. Physiological processes and lipidome dynamics in the soft coral *Sinularia heterospiculata* under experimental bleaching // *Comp. Biochem. Phys. B*. 2021. V. 255, 110609. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2021.110609> (IF=2,231; Q2)

Ermolenko E.V., Sikorskaya T.V. Lipidome of the reef-building coral *Acropora cerealis*: Changes under thermal stress. // *Biochem. Syst. Ecol.* 2021. V. 97, 104276. <https://doi.org/10.1016/j.bse.2021.104276> (IF=1,381; Q4)

Sikorskaya T.V., Efimova K.V., Imbs A.B. Lipidomes of phylogenetically different symbiotic dinoflagellates of corals // *Phytochemistry*. 2021. V. 181, 112579. <https://doi.org/10.1016/j.phytochem.2020.112579> (IF=4.072; Q1)

[Научный совет по биохимии](#)

57. Структура и функции биомолекул и надмолекулярных комплексов, протеомика, биокатализ

4.41

Впервые представлены аннотированный и иллюстрированный список и результаты

многомерного анализа пространственного распределения фауны слабо изученных бельдюговых рыб в северной части Охотского моря. На внешнем шельфе и прилегающем к нему верхней части континентального склона обнаружена богатая и разнообразная ихтиофауна бельдюговых рыб. Детально проведенный анализ уловов показал наличие двух областей шельфа с температурами ниже и выше  $-1^{\circ}\text{C}$ . Обе характеризовались высоким видовым разнообразием, но разным видовым составом. Выявлена четкая картина смены видового состава по глубине. Представленные фотографии видов значительно упростят процесс полевого определения бельдюговых рыб специалистами-ихтиологами, в особенности коллегами из рыбохозяйственной отрасли (к.б.н. Савельев П.А. совместно с МагаданНИРО).

**Аннотация.** Северо-западная часть Охотского моря является наименее изученной областью наших дальневосточных морей. На сегодняшний день фактических данных о видовом составе рыб в этом районе очень мало. Основной причиной можно считать слабую разработанность некоторых таксономически сложных семейств рыб, имеющих высокую долю в видовом богатстве ихтиофауны этого района, что делает процесс видовой идентификации представителей этих таксонов в полевых условиях весьма проблематичным или вовсе невозможным. С момента проведения одной из первых бонитировочных донных траловых съемок, проведенных в северной части Охотского моря сотрудниками ТИНРО, прошло более 30 лет. Впервые за прошедший период по материалам донной траловой съемки, проведенной в августе-сентябре 2013 г в северо-западной части Охотского моря, где уникальные для Тихого океана условия обитания фауны приближены к высокоарктическим, на основании свежих собственных фактических материалов описан видовой состав и особенности пространственного распределения бельдюговых рыб семейства Zoarcidae в нижней части шельфа и прилегающей верхней части материкового склона. На внешнем шельфе и прилегающем к нему верхней части континентального склона обнаружена богатая и разнообразная фауна бельдюговых рыб. Всего обработано 3664 экземпляра, распределенных среди 6 родов и 19 видов. Некоторые считавшиеся редкими виды оказались обычными или многочисленными в исследованном районе. Детально проведенный анализ областей шельфа с температурами ниже и выше  $-1^{\circ}\text{C}$  показал, что обе области характеризовались высоким видовым разнообразием, но разным видовым составом бельдюговых рыб. Выявлена четкая картина смены сообществ по глубине, соответствующая принятым схемам вертикальной зональности донных сообществ северной части Тихого океана.

Saveliev P.A., Metelyov E.A. Species composition and distribution of eelpouts (Zoarcidae, Perciformes, Actinopterygii) in the northwestern Sea of Okhotsk in summer // Progress in Oceanography. 2021. vol. 196. P. 102605. <https://doi.org/10.1016/j.pocean.2021.102605> (IF=4.08; Q1)

Научный совет по гидробиологии и ихтиологии  
 Научный совет по проблемам изучения, охраны и рационального использования животного мира  
 Научный совет по экологии биологических систем

51. Экология организмов и сообществ; 52. Биологическое разнообразие

4.41

Впервые показана способность рекомбинантных адено-ассоциированных вирусов (rAAV) гиппокампа млекопитающих встраиваться в нейроны мезенцефалона молоди кеты *Oncorhynchus keta*. Методом конфокальной микроскопии показано двойное иммуногистохимическое маркирования нейронспецифического (HuCD) и зеленого флуоресцентного (GFP) протеинов, доказывая, что rAAV-трансдуцированные клетки имеют нейрональный фенотип. Повышенная продукция нейроblastов в мозге молоди кеты, связанная с эмбрионализацией, обеспечивает возможность для успешной трансдукции rAAV в мозг молоди тихоокеанских лососей и позволяет использовать данную модель для различных молекулярно-генетических приложений (д.б.н. Пущина Е.В., аспирант Капустянов И.А., к.б.н. Шамшурина Е.В., д.б.н. Варакин А.А.).

**Аннотация.** Цель работы заключалась в исследовании способности трансдукции рекомбинантных аденоассоциированных вирусов гиппокампа мышей в клетки мозга молоди кеты *Oncorhynchus keta* и последующего определения фенотипа rAAV-маркированных клеток методом конфокальной микроскопии. В работе использовали мышинные рекомбинантные адено-ассоциированные векторы (rAAV) с кальциевым индикатором последнего поколения GCaMP6m, которые обычно используются для дорсального гиппокампа мышей, но ранее не применялись для доставки генов в мозг рыб. Доставка гена *in vivo* осуществлялась с помощью внутричерепной инъекции GFP-

содержащего вектора в область мезенцефалического тегмента годовой молоди кеты *Oncorhynchus keta*. Оценка встраивания гAAV в клетки мозга молоди кеты была произведена через 1 неделю после однократной инъекции вектора. Оценка экспрессии гAAV в различных областях таламуса, претектума, задне-туберальной области, посткомиссуральной области, медиальной и латеральной областей тегмента и мезенцефалической ретикулярной формации молоди *O. keta* была проведена с помощью конфокальной сканирующей микроскопии с последующим ИГХ анализом локализации нейронспецифического протеина HuCD в сочетании с окрашиванием ядер DAPI. Результаты анализа показали частичную колоколизацию клеток, экспрессирующих гAAV с зеленой флуоресценцией с протеином HuCD с красной флуоресценцией. Таким образом, клетки таламуса, задне-туберальной области, мезенцефалического тегмента, клеток добавочной зрительной системы, мезенцефалической ретикулярной формации, гипоталамуса и посткомиссуральной области мезенцефалона молоди кеты, экспрессирующие гAAV были отнесены к нейронспецифичной линии клеток мозга кеты, что свидетельствует, о способности гиппокампальных аденовирусов млекопитающих встраиваться в нейроны ЦНС рыб. Впервые установлено, что специфичные для гиппокампа гAAV млекопитающих могут встраиваться в нейроны мозга рыб с последующей экспрессией вирусных протеинов, что очевидно указывает на нейрональную экспрессию гомолога аденовирусного рецептора млекопитающих нейронами молоди кеты.

Pushchina, E.V.; Kapustyaynov, I.A.; Shamshurina, E.V.; Varaksin, A.A. A Confocal Microscopic Study of Gene Transfer into the Mesencephalic Tegmentum of Juvenile Chum Salmon, *Oncorhynchus keta*, Using Mouse Adeno-Associated Viral Vectors. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 5661. <https://doi.org/10.3390/ijms22115661> *Biochemistry and Molecular biology*, (IF= 5.9; Q1)

[Научный совет по биологии развития](#)

59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза; 60. Клеточная биология

4.33

Сравнительный анализ микроскопической анатомии семенников, а также сперматогенеза и организации сперматозоидов у двух видов немертин из разных родов семейства Tubulanidae показал несомненные общие черты в строении семенников и в раннем развитии мужских гамет, однако в спермиогенезе возникают значительные отличия, приводящие к развитию сперматозоидов оригинальной морфологии. Смещенный от центральной оси сперматозоида акросомный комплекс выделен как синапоморфный признак для всего класса немертин Palaeonemertea, при этом у изученных видов были обнаружены признаки прогенетического сперматогенеза (к.б.н. Юрченко О.В. д.б.н. Чернышев А.В., к.б.н. Незнанова С.Ю.).

**Аннотация.** Морфология сперматозоидов и сперматогенез с успехом используются как дополнительные морфологические признаки в филогенетических исследованиях. У немертин *Callinera* sp. и *Parahubrechtia* sp. из класса Palaeonemertea обнаружены области сперматид, где происходит формирование акросомного комплекса (базальная и апикальная, соответственно). Спермиогенез у обоих видов завершается формированием сперматозоидов классического примитивного типа с округлым ядром, небольшим акросомным комплексом, смещенным от центральной продольной оси сперматозоида. Данный признак обнаружен у большинства изученных представителей Palaeonemertea, что позволяет говорить о синапоморфии всего класса (Рис. 1). У *Callinera* sp. средняя часть сперматозоида содержит 2–4 митохондрии, а у *Parahubrechtia* sp. имеет одну кольцевую, но незамкнутую митохондрию. Наличие нескольких митохондрий в сперматозоидах у *Callinera* sp. впервые отмечено у палеонемертин и рассматривается как результат так называемого «прогенетического сперматогенеза», феномена при котором черты присущие ранним стадиям, сохраняются на более поздних этапах развития (т.е. слияния нескольких митохондрий в одну не происходит). Предполагается два сценария формирования средней части сперматозоидов немертин: кольцевая митохондрия является плезиоморфным состоянием немертин, а у *Pilidiophora* 3-5 митохондрии остаются не слитыми после спермиогенеза; (2) множественные митохондрии являются плезиоморфным состоянием немертин, и они независимо сливаются в пределах классов Palaeonemertea и Hoplonemertea. Первый сценарий более экономичен и предполагает, что наличие нескольких митохондрий в сперматозоидах является синапоморфией *Pilidiophora*. Второй сценарий предполагает, что присутствие кольцевых митохондрий является синапоморфным состоянием для Palaeonemertea, а также для Hoplonemertea (Рис. 2). В любом из этих сценариев присутствие 2-4 митохондрий у *Callinera* sp. является результатом неслияния митохондрий в кольцевую структуру на стадии сперматид.

Yurchenko, O.V., Neznanova, S.Y., Chernyshev, A.V. A comparative morphological study of the testes, spermatogenesis, and spermatozoa in two nemertean species, *Callinera* sp. and *Parahubrechtia* sp. (Palaeonemertea, Tubulanidae) // *Zoologischer Anzeiger*, 2021. Vol. 294. P. 114-127. DOI: 10.1016/j.jcz.2021.08.005. (IF= 1,52; Q2)

[Научный совет по биологии развития](#)

Научный совет по изучению, охране и рациональному использованию животного мира

50. Биология развития и эволюция живых систем; 52. Биологическое разнообразие

**4.24** Впервые показано, что клетки эмбрионального типа околожелудочковой зоны конечного мозга молоди тихоокеанской кеты *Oncorhynchus keta* продуцируют глутаминсинтетазу (маркер нейральных стволовых клеток и глутаматергических нейронов) и цистатионин  $\beta$ -синтазу (фермент синтезирующий сероводород). В результате травмы конечного мозга существенно возрастает количество клеток обоих типов, и дополнительно экспрессия глутаминсинтетазы возникает в радиальной глии, что определяет успешную нейропротекцию в области травмы, снижение окислительного стресса и экзайтотоксичности (д.б.н. **Пущина Е.В.**, аспирант **Жарикова Е.И.**, д.б.н. **Вараксин А.А.**).

**Аннотация.** У молоди тихоокеанских лососей преобладающим типом нейральных стволовых клеток (НСК) в конечном мозге являются нейроэпителиальные клетки, соответствующие эмбриональным НСК. Экспрессия молекулярного маркера НСК глутаминсинтетазы (ГС), была выявлена в нейроэпителиальных клетках паллиума и субпаллиума молоди кеты *Oncorhynchus keta*. Через 3 дня после травмы конечного мозга экспрессия ГС у молоди кеты была выявлена в радиальной глии, соответствующей НСК взрослого типа в паллиуме и субпаллиуме. Максимальная плотность распределения ГС+ радиальной глии была обнаружена в дорсальной паллиальной области. В мозге рыб сероводород, продуцируемый в нейрогенных зонах, может участвовать в поддержании микросреды, обеспечивающей оптимальные условия для функционирования нейрогенных ниш во время конститутивного нейрогенеза. При травме, H<sub>2</sub>S детерминирует выживаемость клеток, обеспечивая нейропротективный эффект и снижая процесс глутаматной экзайтотоксичности. H<sub>2</sub>S действует как сигнальная молекула, участвующая в изменении нейрогенной среды, что приводит к реактивации нейрогенных ниш и клеточных программ регенерации. Изучение контроля экспрессии регуляторных Sonic Hedgehog генов (Shh) и регулируемых ими транскрипционных факторов Pax2, все еще недостаточно. У молоди Тихоокеанской кеты эффекты Pax2 связаны с воспалительным процессом, возникающим в результате травмы. Сравнительный анализ экспрессии Pax2 в теленцефалоне интактной молоди кеты показал наличие конститутивных паттернов экспрессии Pax2 в нейрогенных областях и не нейрогенных паренхиматозных зонах паллиума и субпаллиума. После травматического повреждения паттерны экспрессии Pax2 изменились, количество Pax2+ снизилось ( $p < 0.05$ ) в Дл, Дм паллиума и Вл субпаллиума по сравнению с контролем. Мы полагаем, что снижение экспрессии Pax2 может быть вызвано ингибирующим влиянием транскрипционного фактора Pax6, экспрессия которого в мозге лососей при травме увеличивается.

Pushchina, E.V.; Zharikova, E.I.; Varaksin, A.A. Mechanical Brain Injury Increases Cells' Production of Cystathionine  $\beta$ -Synthase and Glutamine Synthetase, but Reduces Pax2 Expression in the Telencephalon of Juvenile Chum Salmon, *Oncorhynchus keta*. Int. J. Mol. Sci. 2021, 22, 1279. <https://doi.org/10.3390/ijms22031279> Biochemistry and Molecular Biology, (IF= 5.9; Q1)

[Научный совет по биологии развития](#)

59. Молекулярные механизмы клеточной дифференцировки, иммунитета и онкогенеза; 60. Клеточная биология

**4.18** Морфологическими методами вместе с молекулярно-филогенетическим анализом проведена таксономическая ревизия массовых видов морских многощетинковых червей (полихет) прибрежных вод Европы, Японского моря и Арабского залива. Показано, что “старые” виды, первоначально описанные в европейских водах в 18-19 веках и позже отмеченные по всему миру, нуждаются в детальном переописании. Сложившееся представление о полной изученности европейской биоты и отсутствие исследований в этой области негативно повлияло на описание биологического разнообразия в других регионах. Показан уникальный характер фауны полихет Японского моря и Арабского залива в составе которой, как оказалось, отсутствуют европейские виды, которые здесь ошибочно определяли ранее (к.б.н. **Радашевский В.И.**, к.б.н. **Панькова В.В.**, к.б.н. **Маляр В.В.** Сбор материала совместно с коллегами: КИНИ, Кувейт; Сеульский национальный университет, Республика Корея).

**Аннотация.** Морфологическими исследованиями и с помощью молекулярно-генетического анализа проведено сравнение массовых видов морских многощетинковых червей семейства Spionidae из прибрежных вод Европы, Японского моря и Арабского залива. Показана недоизученность европейских вод и отсутствие нативных европейских видов в фауне полихет Японского моря и Арабского залива. Описан новый массовый вид, обитающий в Северном и Норвежском морях, один новый вид из Японского моря и 4 новых вида из Арабского залива. Впервые описано развитие личинок на спинной стороне гермафродитных особей нового вида *Rhynchospio glandulosa* Radashevsky & Choi, 2021. Показано, что “старые добрые” виды, первоначально описанные в европейских водах в 18-



19 веках и позже отмеченные по всему миру, нуждаются в детальном переописании. Сложившееся представление о полной изученности европейской биоты и отсутствие исследований в этой области негативно влияет на описание биологического разнообразия в других регионах.

**Radashevsky V.I.** *Pseudopolydora* (Annelida: Spionidae) from European and adjacent waters with a key to identification and description of a new species // *Marine Biodiversity*. 2021. Vol. 51, № 2. P. 1–23. DOI: 10.1007/s12526-020-01156-7 (IF=1.533; Q3)

**Radashevsky V.I.**, Al-Kandari M., **Malyar V.V.**, **Pankova V.V.** *Pseudopolydora* (Annelida: Spionidae) from the Arabian Gulf, Kuwait // *European Journal of Taxonomy*. 2021. Vol. 773, № 1. P. 120–168. DOI: 10.5852/ejt.2021.773.1519 (IF=1.372; Q3)

**Radashevsky V.I.**, Choi J.-W. Morphology and reproductive biology of a new hermaphroditic *Rhynchospio* (Annelida: Spionidae) species brooding larvae on the parent's dorsum // *Marine Biodiversity*. 2021. Vol. 51, № 65. P. 1–15. DOI: 10.1007/s12526-021-01197-6 (IF=1.533; Q3)

[Научный совет по гидробиологии и ихтиологии](#)

[Научный совет по изучению, охране и рациональному использованию животного мира](#)

52. Биологическое разнообразие

4.09

Доказана гипотеза о существовании симбиоза голожаберных моллюсков (на примере *Rostanga alisae*) с бактериями на основе сопоставления генетических, морфологических и биохимических данных. Обнаружено, что эпителий моллюска включает самовоспроизводящуюся популяцию гетеротрофных бактерий и цианобактерий, которые вносят существенный вклад в метаболизм жирных кислот хозяина и обеспечивают ему химическую защиту от хищников. Полученные результаты расширяют представление о биологической роли симбиоза Metazoa с бактериями (д.б.н. **Жукова Н.В.**, к.б.н. Елисейкина М.Г., д.б.н. Балакирев Е.С. совместно с Университетом Комильяс, Испания).

**Аннотация.** Открытие новых симбиотических ассоциаций расширяет наше представление о биологическом разнообразии и влиянии симбиоза на экологию и эволюцию морских беспозвоночных. Гипотеза о том, что голожаберные моллюски являются местом обитания симбиотических бактерий, была проверена на *Rostanga alisae*. Существование симбиотической ассоциации *R. alisae* с бактериями было подтверждено многочисленными доказательствами, включая анализ клонированных генов бактериальной 16S рРНК и флуоресцентную гибридизацию *in situ* (FISH), а также микроскопические наблюдения. Было идентифицировано 74 клона, принадлежащих к типам  $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ -протеобактерий, актинобактерий и цианобактерий. FISH анализ подтвердил, что бактериоциты, заполненные *Bradyrhizobium*, *Maritalea*, *Labrenzia*, *Bulkholderia*, *Achromobacter* и *Stenotrophomonas*, локализуются в основном в эпидермисе ноги и мантии, а в кишечном эпителии моллюска обнаруживаются многочисленные цианобактерии *Synechococcus* (Рис.). Ультраструктурный анализ выявил несколько бактериальных морфотипов в клетках эпидермиса, эпителия кишечника и в слое мускула, покрывающего моллюска. Высокая доля типичных бактериальных жирных кислот в *R. alisae* указывает на то, что симбиотические бактерии вносят существенный вклад в обеспечение моллюска питательными веществами. Таким образом, *R. alisae* является уникальным видом среди морских животных, поскольку он является местом обитания широкого спектра филогенетически различных, но физиологически похожих бактерий. Эти бактерии, известные как аэробные хемогетеротрофы или факультативные анаэробы, способные к фиксации азота и / или денитрификации в анаэробных условиях, окислению монооксида углерода, гидролизу хитина и могут использовать хитин в качестве источника углерода, азота и энергии. Они также могут проявлять токсическую активность и обеспечивать химическую защиту хозяина. В целом полученные данные расширяют представление о биологической роли симбиоза Metazoa с бактериями.

Zhukova N.V., Eliseikina M.G., Balakirev E.S., Ayala F.J. Multiple bacterial partners in symbiosis with the nudibranch mollusk *Rostanga alisae* // *Scientific Reports*. 2021, in press (IF=4.379; Q1)

[Научный совет по гидробиологии и ихтиологии](#)

[Научный совет по микробиологии](#)

[Научный совет по молекулярной биологии и генетике](#)

[Научный совет по палеобиологии и эволюции органического мира](#)

[Научный совет по экологии биологических систем](#)

50. Биология развития и эволюция живых систем; 51. Экология организмов и сообществ; 52. Биологическое разнообразие; 53. Общая генетика; 55. Биохимия, физиология и биосферная роль микроорганизмов

4.05

На основе оригинальных данных впервые проведен сравнительно-морфологический анализ псевдокнид хобота немертин. Показано, что ультраструктура псевдокнид разнообразна и может быть использована в

систематике немертин. Хотя псевдокниды и похожи на стрекательные капсулы книдарий, морфологически и функционально они имеют принципиальные различия, которые подтверждают их независимое происхождение. Впервые установлена функциональная морфология псевдокнид, которые можно разделить на три функциональных типа, которые либо пробивают покровы жертвы вывернутым филламентом, либо прикрепляются к покровам жертвы за счет выделяемого секрета или специального стержня (к.б.н. **Магарламов Т.Ю.**, д.б.н. **Чернышев А.В.** совместно с Университетом содружества Виргинии, США).

**Аннотация.** Немертины – тип хищных беспозвоночных, насчитывающий более 1300 видов. Для захвата жертвы немертины используют специальный выворачивающийся орган – хобот. В эпителии хобота находятся микроскопические структуры – псевдокниды, которые напоминают стрекательные капсулы (книды) книдарий. Несмотря на то, что псевдокниды были впервые описаны более 150 лет назад, их функция остается неизвестной. Нами предпринято масштабное исследование ультраструктуры псевдокнид 32 видов немертин из 20 родов, на основе чего впервые проведен сравнительно-морфологический анализ этих структур. Этот анализ показал, что псевдокниды разных таксонов существенно различаются по числу и расположению слоев и субслоев, что позволяет использовать эти структуры в систематике немертин. В отличие от стрекательных капсул, псевдокниды имеют более сложное строение, включающее 4-6 слоев и субслоев, которые разрушаются при выстреливании филламентов. Впервые выяснено, как функционируют псевдокниды. Выявлено 3 механизма выстреливания псевдокнид: 1) выворачивание простого филламента, который пробивает покровы жертвы, и через образовавшееся повреждение, вероятно, проникают токсины (Рис. 1 А); 2) филламент выворачивается вместе с центральным цилиндром, через который наружу выходит секрет псевдокниды, служащий, по всей видимости, для прикрепления к покровам жертвы (Рис. 1 Б); 3) филламент выворачивается вместе с центральным цилиндром, который формирует адгезивную подошву (Рис. 1 В). Полученные данные показывают, что псевдокниды – уникальные структуры немертин, возникшие независимо от стрекательных капсул книдарий.

Magarlamov T.Yu., Chernyshev A.V., Turbeville J. M. 2021. Pseudocnidae of ribbon worms (Nemertea): ultrastructure, maturation, and functional morphology// PeerJ. 9: e10912 DOI 10.7717/peerj.10912 (IF=2.86; Q2).

Научный совет по клеточной биологии и иммунологии

60. Клеточная биология

3.29

Тестирование гена COI показало, что коммерчески-ценный моллюск *Macra chinensis*, обитающий в морях Азиатско-Тихоокеанского региона, дивергировал на три вида, идентификация которых является важной задачей. Установлено, что распознавание генетических видов невозможно на основе анализа окраски раковин и структуры сперматозоидов вследствие выраженной внутривидовой варибельности данных признаков. Обнаружено, что эти признаки определяются экологическими факторами и поэтому географически специфичны. Предложено введение уникальных географических идентификаторов, в которых раковины и сперматозоиды используются для определения географического происхождения особей мактры на рынке морепродуктов (д.б.н. **Реунов А.А.**, к.б.н. **Лутаенко К.А.**, к.б.н. **Вехова Е.Е.**, к.б.н. **Шарина С.Н.**, к.б.н. **Александрова Я.Н.**, к.б.н. **Реунова Ю.А.**, к.б.н. **Ахмадиева А.В.**, акад. **Адрианов А.В.** совместно с ДВФУ, Центром штрихкодирования, Канада, Университетом святого Франциска Ксаверия, Канада и Институтом океанологии китайской академии наук, Китай).

**Аннотация.** При проведении молекулярного анализа митохондриального гена COI у коммерчески-ценного двустворчатого моллюска *Macra chinensis*, собранного у берегов России в зал. Восток (Японское море), у берегов Южной Кореи провинции Кьенсанбук (Японское море), а также у берегов Китая г. Яньтай (Желтое море) обнаружена генетическая дивергенция на три вида, которые предварительно охарактеризованы как *M. chinensis* COI клада I, *M. chinensis* COI клада II, *M. chinensis* COI клада III (Рис. 1). Выяснение возможности определения данных видов на основе морфологических признаков является важной задачей.

Исследованы цвет раковин и структура сперматозоидов, чтобы выяснить, возможно ли на основе этих признаков различить особи, представляющие генетические клады. Установлено, что количество типов окраски раковин превышает количество обнаруженных генетических видов. Показано, что особи, принадлежащие к одной генетической кладе, могут иметь раковины разного цвета. Следовательно, невозможно выбрать один тип окраски раковины в качестве признака, пригодного для распознавания обнаруженных генетических видов (Рис. 2).

Также обнаружено, что для изученных особей *M. chinensis* характерно 4 морфотипа гетероморфных

сперматозоидов, различающихся наличием и параметрами акросомального стержня: морфотип 1 без акросомального стержня, морфотип 2 с акросомальным стержнем длиной 0.4 мкм, морфотип 3 с акросомальным стержнем длиной 0.6 мкм, морфотип 4 с акросомальным стержнем длиной 0.8 мкм. Морфотип 4 характерен только для *M. chinensis* COI клада III (Рис. 3). Показано, что у трех генетических видов морфотипы сперматозоидов представлены в разных пропорциях. Предполагалось, что генетическая дивергенция мактры может вызвать сдвиг в сторону преобладания одного из морфотипов, который мог бы быть использован в качестве видоспецифичного признака, позволяющего различать особи моллюсков, принадлежащих к разным генетическим кладам. Однако доминирующие формы сперматозоидов были одинаковыми в кладе I и кладе III. Таким образом, морфология доминирующего сперматозоида не может быть использована для идентификации обнаруженных генетических видов.

В результате проведенного исследования установлено, что раковины и сперматозоиды не могут быть привлечены для распознавания особей, принадлежащих к видам *M. chinensis* COI клада I, *M. chinensis* COI клада II, *M. chinensis* COI клада III. В то же время обнаружено, что специфичность цвета раковин и особенности количественного состава гетероморфного набора сперматозоидов определяются экологическими факторами места обитания моллюсков. Поэтому как цвет раковин, так и параметры набора сперматозоидов являются географически специфичными. Предложено введение географических идентификаторов, в которых раковины и сперматозоиды используются для определения географического происхождения особей мактры на рынке морепродуктов (Рис. 4).

Reunov A.A., Lutaenko K.A., Vekhova E.E., Zhang J., Zakharov E.V., Sharina S.N., Alexandrova Y.N., Reunova Y.A., Akhmadieva A.V., Adrianov A.V. In the Asia-Pacific region, the COI DNA test revealed the divergence of the bivalve mollusc *Maetra chinensis* into three species; can these species be distinguished using shell coloration and sperm structure? // Helgoland Marine Research. 2021. Vol. 75. No. 7. <https://doi.org/10.1186/s10152-021-00553-0> (IF = 1.24; Q3)

[Научный совет по гидробиологии и ихтиологии](#)

52. Биологическое разнообразие; 53. Общая генетика

2.73

Впервые предложен эволюционный сценарий происхождения и расселения дальневосточных красноперок, основанный на данных их фенотипической и биологической изменчивости и климатической и геологической истории Дальнего Востока. Альтернативные гипотезы опровергаются вследствие несоответствия места и времени формирования видов с их морфологическим строением и биологией. Результаты важны для понимания закономерностей формирования биоразнообразия дальневосточных морей (д.б.н. Долганов В.Н.).

**Аннотация.** Исходный вид красноперок произошел от плоскоголового амурского жереха *Pseudaspius leptocaudatus* в условиях лимана р. Амур во второй половине миоцена. В результате изоляции Японского моря, разделившей ареал предкового вида в конце плиоцена (около 2,4 млн. лет назад), в более теплых условиях Японского моря сформировалась *T. hakonensis*, а севернее, в Охотском море и у восточной Японии, более холодноводная *T. brandtii*. При дальнейшем похолодании конца плиоцена-начала плейстоцена амфидромная форма *T. brandtii* в Охотском море исчезла, оставшись только у восточной Японии, а в лимане р. Амур из неё сформировалась вторично более приверженная к пресным водам *T. sachalinensis*. После открытия в конце эоплейстоцена (около 0,7 млн. лет назад) Сангарского пролива *T. brandtii* проникла в Японское море и заселила реки западного побережья Японии, но в дальнейшем, под воздействием теплых вод Цусимского течения была вынуждена отойти севернее, оставив в реках северо-западного Хонсю жилые популяции, которые в течение второй половины плейстоцена обособились в красноперку Накамуры *T. nakamurai*. Популяционная структура дальневосточных красноперок сформировалась во время двух последних оледенений плейстоцена под влиянием значительного изменения климата и изоляции части их ареалов во время закрытия проливов Японского моря. Во время предпоследнего оледенения (240-130 тыс. лет назад) закрытие Корейского пролива привело к дивергенции популяций *T. hakonensis* и *T. brandtii* Японского и Восточно-Китайского морей. В межледниковья, оттесняемые на север теплом амфидромные популяции красноперок оставляли в более прохладных условиях рек свои жилые формы, полностью изолированные от соседних водотоков. Формирование большинства жилых популяций происходило, видимо, путем неоднократного вселения проходных форм и было вынужденным явлением.

Долганов В.Н. Формирование биологического разнообразия дальневосточных красноперок рода *Tribolodon* // Биология моря. 2021. Т. 47, № 6 (принята в печать).

[Научный совет по гидробиологии и ихтиологии](#)

[Научный совет по палеобиологии и эволюции органического мира](#)

52. Биологическое разнообразие