

И. ИХТИОЛОГИЯ. ЭКОЛОГИЯ

УДК 53

МЕТОДЫ ЛАЗЕРНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ В ИССЛЕДОВАНИЯХ ЕСТЕСТВЕННЫХ ВОД

Е.Н. Бауло, Дальрыбвтуз, Владивосток

Обсуждаются результаты разработки наиболее перспективных из существующих на настоящее время лазерных методов, предназначенных для исследования жидких сред и биологических объектов: методов лазерной индуцированной флуориметрии (ЛИФ) и лазерной искровой спектроскопии (ЛИС).

Состояние систем мониторинга водных акваторий во многом зависит от уровня технических средств, используемых при оценке воздействия на них природных и антропогенных процессов. Одним из основных требований к методам и аппаратуре при проведении мониторинга является оперативность проведения анализов, малая трудоемкость и возможность проведения измерений *in situ*. Современный уровень развития лазерной техники, средств регистрации и обработки оптических сигналов позволяет использовать современные методы лазерной спектроскопии (это резонансная и нерезонансная спектроскопия поглощения, рассеяния и флуоресценция) для решения широкого круга экологических задач [1-3]. Необходимо отметить, что из всех фазовых состояний вещества именно жидкость является самым сложным объектом исследования для методов лазерной спектроскопии, поскольку отсутствие узких линий поглощения в этом состоянии значительно сужает круг задач, решаемых с использованием резонансных методов, которые обеспечивают максимальную чувствительность методов лазерной спектроскопии.

В данной работе обсуждаются результаты разработки наиболее перспективных из существующих на настоящее время лазерных методов, предназначенных для исследования жидких сред и биологических объектов: методов лазерной индуцированной флуориметрии и лазерной искровой спектроскопии. Существует довольно широкий круг задач, где совместное использование этих методов позволяет получать результаты на новом качественном уровне. К таким задачам следует отнести, прежде всего, те, при решении которых необходимо осуществлять одновременный контроль за химическим составом исследуемых объектов и параметрами, характеризующими их состояние или их изменение под воздействием внешних процессов (включая антропогенные воздействия).

Разработка методов ЛИС и ЛИФ проводилась в целях их использования для изучения реакции фитопланктонных сообществ на природные и антропогенные процессы. В настоящее время фитопланктонные сообщества рассматриваются как важнейший элемент углеродного цикла в океане, а также как фактор, в значительной мере определяющий климат на планете. Некоторые авторы рассматривают его как фактор, влияя на

который возможно осуществлять управление климатом на планете посредством воздействия на радиационно-активные компоненты атмосферы. Подтверждение гипотезы резкого увеличения концентрации хлорофилла «а» на больших акваториях океана за счет искусственного обогащения верхнего слоя лимитирующими рост клеток элементами находит подтверждение в ряде работ. Получены результаты, демонстрирующие увеличение концентрации хлорофилла «а» в пределах водных акваторий, которые подверглись выпадению аэрозоля, выносимого из пустынь Сахара и Гоби. Такое возрастание концентрации хлорофилла «а» объясняется поступлением в верхний слой океана микроэлементов, содержащихся в пустынном аэрозоле, которые резко увеличивают скорости электронного транспорта при фотосинтезе и как следствие вызывают локальное цветение водорослей. Искусственное стимулирование развития клеток фитопланктона на больших водных акваториях может менять сложившиеся естественные углеродные циклы и приводить к изменениям биооптических параметров морской воды на больших масштабах.

Проблема оперативного мониторинга элементного состава водных сред и клеток водорослей, а также контроль за состоянием последних, встает и при исследовании воздействия загрязнений на функционирование фитопланктонных сообществ.

ЛИС уже длительное время используется для анализа химического состава твердых тел и газов [4, 5]. Первые работы по применению ЛИС для исследования элементного состава водных сред стали появляться в конце 80-х годов прошлого столетия [6, 7]. ЛИС основан на возбуждении лазерной искры на поверхности твердых тел, жидкости или в газе и последующем исследовании спектрального состава излучения лазерной плазмы, исходящего из области лазерного пробоя. Измерение интенсивности узких эмиссионных линий элементов, присутствующих в области пробоя, и последующее сравнение с соответствующими калибровками позволяет проводить измерение концентрации элементов в исследуемых образцах. Многочисленные достоинства этого метода хорошо известны [8], основные из них: отсутствие прямого контакта с исследуемым образцом (возможность проведения дистанционных измерений [9]), отсутствие необходимости предварительной подготовки пробы, возможность проведения анализа вне зависимости от агрегатного состояния вещества и одновременная регистрация большого числа элементов, экспрессность метода, высокая степень автоматизации. Необходимо отметить, что чувствительность ЛИС по обнаружению концентрации элементов зависит от регистрируемого элемента (минимально-обнаружимые концентрации (МОК) для различных элементов могут значительно различаться), а также от способа возбуждения лазерной искры и метода регистрации эмиссионных линий элементов лазерной плазмы.

Прямой метод ЛИС с использованием лазерных импульсов наносекундной длительности, в котором производится прямая регистрация спектральных линий, интегрально по времени, и со всей области лазерной плазмы [10] способе обеспечить регистрацию элементов в жидкости на уровне 10^{-2} - 10^{-3} г/л. Использование различных схем метода ЛИС: многоимпульсное

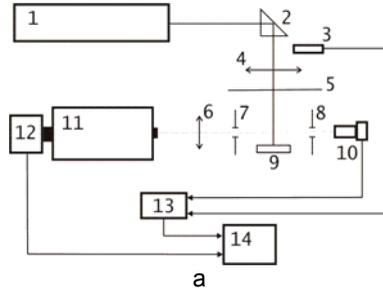
возбуждение лазерной плазмы, пространственную и временную селекцию эмиссионных линий от непрерывного излучения лазерной плазмы [11], позволяет в настоящее время проводить измерения концентрации элементов, содержащихся в водных растворах на уровне 10^3 - 10^4 г/л. Однако даже такая величина МОК позволяет использовать ЛИС в самых различных экологических приложениях. Этот метод перспективно используется для экспресс-мониторинга загрязнения водных акваторий и особенно процессов накопления элементов – загрязнителей клетками фитопланктона.

Создание новых лазерных источников, генерирующих лазерные импульсы фемтосекундной длительности, позволяет значительно поднять величину контраста эмиссионных линий регистрируемых элементов на фоне непрерывного излучения лазерной плазмы и уменьшить значение минимально обнаружимых концентраций до уровня 10^5 - 10^6 г/л [12].

Для исследования реакции фитопланктонных сообществ на антропогенные воздействия необходимы методы, которые позволили бы осуществлять измерение характеристик фотосинтетической системы живых клеток в процессе различных внешних воздействий. И кроме измерения элементного состава клетки необходимо проводить измерения различных параметров, характеризующих фотосинтетическую активность фитопланктонных сообществ. К таким параметрам относятся: концентрация основного пигмента клеток фитопланктона – хлорофилла «а», удельное воспроизводство органического вещества в процессе жизнедеятельности клетки, скорость электронного транспорта в реакции фотосинтеза. Эти параметры возможно оперативно измерять с использованием метода ЛИФ [13-15]. Спектрометры ЛИФ реализованы в настоящее время как в лидарном исполнении (для дистанционного измерения спектров ЛИФ с борта судна или авианосителях [16,17]), так и в прокачиваемых и погружных вариантах с оптоволоком, что также позволяет проводить оперативные измерения по ходу судна [18].

Прямой метод ЛИС жидкости и растительных клеток основан на регистрации эмиссионных спектров лазерной плазмы, генерируемой лазерным излучением с плотностями мощности более или порядка 10^8 Вт/см² на поверхности исследуемой жидкости или пробах фитопланктона. Эти значения легко достигаются в Nd: YAG лазерах с длиной волны излучения 1064 нм, длительностью импульса 10^{-8} с и энергией излучения в десятки миллиджоулей при фокусировке на исследуемый образец. Для уменьшения значений МОК прямой метод ЛИС получил дальнейшее развитие, которое заключалось в использовании многоимпульсного возбуждения лазерной плазмы на поверхности исследуемых образцов, а также в пространственной и временной селекции эмиссионных линий на фоне непрерывного излучения плазмы.

Схема спектрометра ЛИС, который использовался нами в различных вариантах, включая применение методов пространственной и временной селекции эмиссионного спектра в лабораторных и натурных условиях (в морских экспедициях), показана на рис. 1, а. Пример спектра лазерной плазмы, генерируемой на поверхности проб морской воды и фитопланктона, приведен на рис.1, б, в соответственно.



1 – Nd:YAG лазер с фототропным затвором на кристалле LiF, 2 – поворотная призма; 3 – фотодиод; 4 – фокусирующая линза с фокусным расстоянием 7 см; 5 – защитное стекло; 6 – объектив; 7, 8 – диафрагмы размером 0,5 x 10 мм; 9 – мишень; 10 – ФЭУ 79; 11 – монохроматор; 12 – ПЗС линейка; 13 – АЦП Ла-н10М6; 14 – персональный компьютер

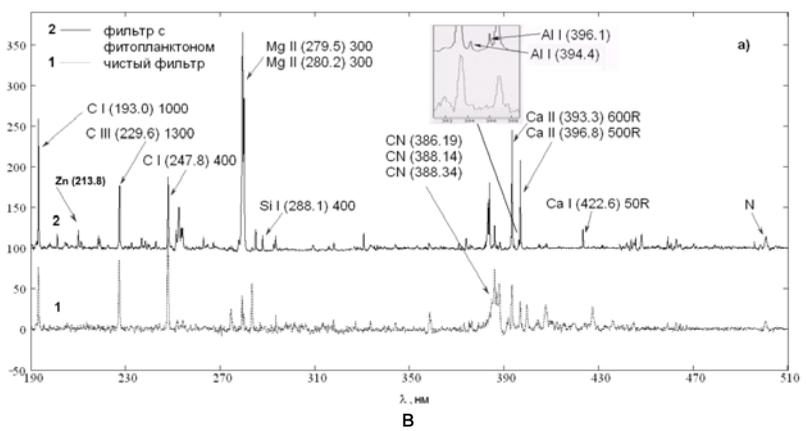
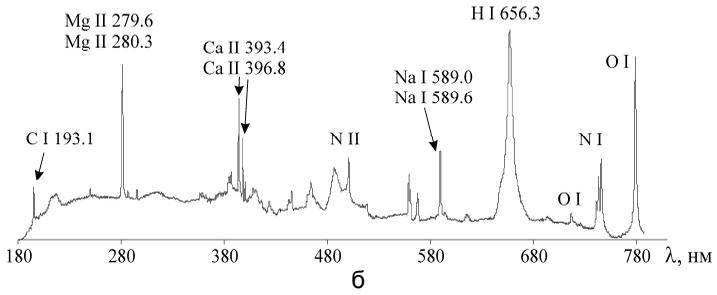


Рис. 1. Схема спектрометра ЛИС (а); спектр лазерной искры на поверхности проб морской воды (б); эмиссионный спектр проб фитопланктона (в)

При проведении количественного анализа фитопланктона интенсивности эмиссионных линий химических элементов сравнивались с калибровочными графиками, полученными для растворов исследуемых элементов с соответствующими поправочными коэффициентами. Предварительно из спектров с пробами фитопланктона, осажденного на фильтр, вычитались спектры чистого фильтра.

Аппаратурный комплекс, предназначенный для анализа качества морской воды и оценки состояния фитопланктонных сообществ, был разработан на базе спектрометров ЛИФ и ЛИС, которые проводят анализ морской воды в проточном варианте. На рис. 2 приведена схема малогабаритного ЛИФ спектрометра, который использовался в морских экспедициях для исследования воздействия процессов различной природы и масштабов на фитопланктонные сообщества (рис. 2), а также примеры спектров флуоресценции морской воды при возбуждении второй и третьей гармоникой излучения Nd:YAG лазера, используемого в спектрометре ЛИФ (рис. 3, а, б) [19].

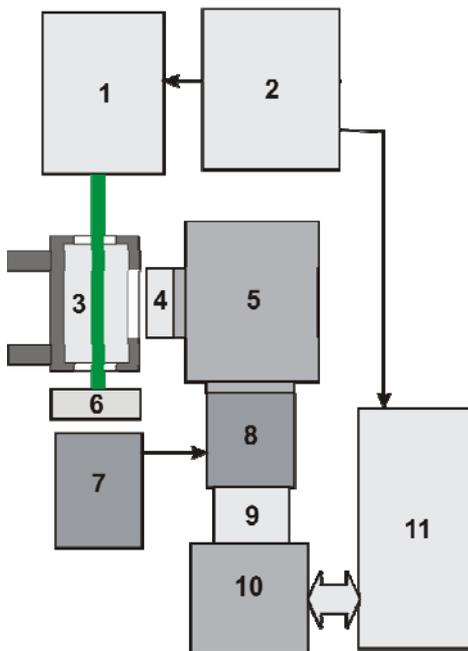


Рис. 2. Схема спектрометра ЛИФ: 1 – YAG лазер (длины волн излучения 532 и 355 нм); 2 – блок питания и охлаждения лазера; 3 – оптическая кювета; 4 – оптический фильтр ОС-12; 5 – полихроматор МДП-1; 6 – оптические фильтры; 7 – блок питания ЭОП; 8 – ЭОП ЭПМ-47Г; 9 – объектив; 10 – ПЗС-камера; 11 – ЭВМ с платой управления ПЗС-камерой

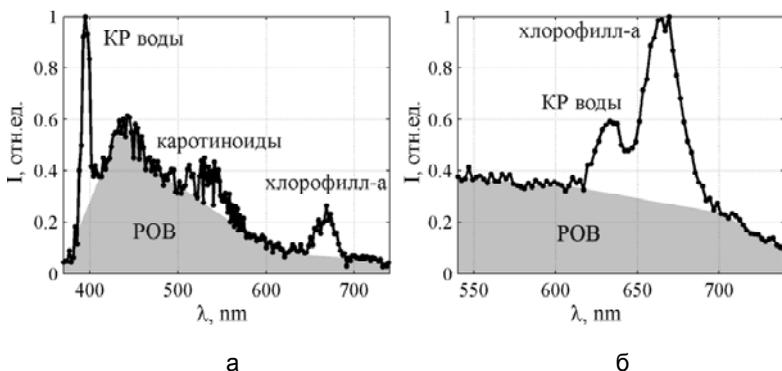


Рис. 3. Спектры ЛИФ при возбуждении второй и третьей гармониками излучения, соответственно (а, б)

Наличие линий флуоресценции хлорофилла «а», его производных и других пигментов, входящих в состав клеток фитопланктона, позволяет использовать эти спектры для измерения их концентрации. Исследование статистических зависимостей между параметрами спектра растворенного органического вещества (РОВ) и концентрацией хлорофилла «а» дает возможность получать информацию о производстве РОВ клетками фитопланктона и измерять величину удельного воспроизводства органики клетками в процессе фотосинтеза, что характеризует состояние фотосинтетического аппарата клетки, наряду со скоростью электронного транспорта.

По результатам проведенных исследований можно сделать вывод, что предложенные методы лазерной спектроскопии и их технические возможности могут быть использованы для исследования естественных вод в решении экологических задач разного уровня и по обнаружению антропогенных загрязнений в воде и для оценки биопродуктивности морских акваторий.

Библиографический список

1. *Chen R.F.* In situ fluorescence measurements in coastal waters // *Organic Geochemistry*. 1999. № 30. P. 397-409.
2. *Barbini R., Colao F., Fantoni R., Ribezzo A.* Differential lidar fluorosensor system used for phytoplankton bloom and sea water quality monitoring in Antarctica // *International Journal of Remote Sensing*. 2001. Vol. 22, № 2/3. P. 369-384.
3. *Hussain T., Gondal M. A.* Monitoring and assessment of toxic metals in Gulf War oil spill contaminated soil using laser-induced breakdown spectroscopy// *Environmental Monitoring and Assessment Environmental Monitoring and Assessment*. Volume 136. Numbers 1-3 / (2008). P. 391-399.

4. *Gomba J.M., D'Angelo C., Bertuccelli D., Bertuccelli G.* Spectroscopic characterization of laser induced breakdown in aluminium-lithium alloy samples for quantitative determination of traces // *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, V56 (2001), № 6. P. 695-705.

5. *Haisch C., Niessner R., Matveev O. I., Panne U. and Omenetto N.* Element-specific determination of chlorine in gases by Laser-Induced-Breakdown-Spectroscopy (LIBS) // *Analytical and Bioanalytical Chemistry*. Volume 356. Number 1. (1996). P. 21-26.

6. *Букин О.А., Павлов А.Н., Сушилов Н.В. и др.* Использование спектроскопии лазерной искры для анализа элементного состава водных сред // *Журнал прикладной спектроскопии*. 1990. Т. 3. № 5. С. 736-738.

7. *Прохоров А.М., Власов Д.В., Ципенюк Д.Ю. и др.* Исследование возможности дистанционного определения содержания железа в морской воде по эмиссионному спектру лазерного пробоя // *Журнал прикладной спектроскопии*. 1991. Т. 55. № 2. С. 313-314.

8. *Rusak D.A., Castle B.C., Smith B.W., Winefordner J.D.* Recent trends and future of laser-induced plasma spectroscopy // *Trends in analytical chemistry*. 1998. V. 17. № 8 + 9. P. 453-460.

9. *Прохоров А.М., Власов Д.В., Ципенюк Д.Ю. и др.* Дистанционный элементный анализ состава морской воды по эмиссионному спектру лазерной плазмы // *Оптика атмосферы и океана*. 1994. Т. 4. № 4. С. 445-446.

10. *Букин О.А., Алексеев А.В., Ильин А.А., Голик С.С., Царев В.И., Бодин Н.С.* Использование лазерной искровой спектроскопии с многоимпульсным возбуждением плазмы для мониторинга качества морской воды и состояния фитопланктона // *Оптика атмосферы и океана*. 2003. Т. 16. № 1. С. 26-32.

11. *Fiched P., Mauchien P., Wagner J-F., Moulin C.* Quantitative elemental determination in water and oil by laser induced breakdown spectroscopy // *Analytica Chimica Acta*. 2001. V. 429. № 2. P. 269-278.

12. *Букин О.А., Голик С.С., Ильин А.А. и др.* Лазерная искровая спектроскопия жидких сред с возбуждением импульсами фемтосекундной длительности // *Оптика атмосферы и океана*. 1993. Т. 22. С. 296-300.

13. *Иванов И.Г., Фадеев В.В.* Лазерная флуоресцентная диагностика фитопланктона в режиме насыщения // *Квантовая электроника*. 1988. Т. 15. № 1. С. 191-197.

14. *Bukin O.A., Pavlov A.N., Permyakov M.S., Major A. Yu., Konstantinov O.G., Maleenok A.V., Ogay S.A.* Continuous measurements of chlorophyll-a concentration in the Pacific Ocean by shipborne laser fluorometer and radimeter: comparison with SeaWiFS data // *International Journal of Remote Sensing*. 2001. V. 22. № 2/3. P. 415-428. *Kolber Z.S., Falkowski P.G.* Use of active fluorescence to estimate phytoplankton photosynthesis in situ // *Limnology and Oceanography*. 1993. V. 38. № 8. P. 1646-1665.

15. *Kolber Z.S., Falkowski P.G.* Use of active fluorescence to estimate phytoplankton photosynthesis in situ // *Limnology and Oceanography*. 1993. V. 38. № 8. P. 1646-1665.

16. *Barbini R., Colao F., Fantoni R., Palucci A., Robes S.* Differential lidar fluorosensor system used for phytoplankton bloom and seawater

quality monitoring in Antarctica // Int. J. Remote Sensing. 2001. V. 22. № 2/3. P. 369-384.

17. Hoge F.E., Swift R.N. Airborne simultaneous spectroscopic detection of laser-induced water Raman backscatter and fluorescence from chlorophyll a and other naturally occurring pigments // Applied Optics. 1981. V. 20. № 18. P. 3197-3205.

18. Бауло Е.Н. Разработка судового лазерного флуориметра для определения концентрации хлорофилла «А» в морской воде // Матер. международных чтений «Приморские зори – 2009». Вып. 2. С. 127-131.

19. Майор А.Ю., Букин О.А., Бауло Е.Н. и др. Компактный судовый флуориметр // Оптика атмосферы и океана. 2007. Т. 20. № 3. С. 283-285.

УДК 591.69-7

СТРОЕНИЕ РЫБ И ЛОКАЛИЗАЦИЯ НА НИХ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ КОПЕПОД (CRUSTACEA: COPEPODA)

В.Н. Казаченко, Дальрыбвтуз, Владивосток

Рассмотрена взаимосвязь строения рыб и паразитических копепод, а также их локализации на рыбах. Показаны адаптации копепод к обитанию на жаберных лепестках рыб, в мускулатуре, глазах, сейсмодатчикной системе рыб, на поверхности тела, в ротовой и жаберной полостях, а также в носовых ямках.

Количество видов паразитических организмов, обитающих на Земле, превышает количество видов хозяев (Price, 1980; Спасский, 1988; Красилов, 1992; Лебедев, 1995 и др.).

Известно более 11500 видов копепод, обитающих в морских, пресных, солоноватоводных и подземных водах (Huys, Voxshall, 1991; Voxshall, Halsey, 2004). Они поражают беспозвоночных и позвоночных животных, в основном рыб, а также найдены в составе планктона (Казаченко, 1999а) и спорадически на человеке (Курочкин, Казаченко, 1975). Среди них известно примерно 1800-2000 паразитов рыб (Kabata, 1979; Казаченко, 2001). Копеподы поражают все органы рыб, но наибольшее число видов обитает на жабрах (Казаченко, 2001).

Под влиянием паразитического образа жизни копеподы сильно изменились (Казаченко, 1996а, 1996б, 1998, 2001) и порой в них трудно узнать ракообразных, поэтому неудивительно, что до открытия биогенетического закона их относили к моллюскам и червям (Wilson, 1917). Исходной формой тела свободноживущих копепод является циклопидная, которую можно представить в виде зерна риса. Для обозначения форм тела паразитических копепод рыб будем использовать терминологию, разработанную Казаченко (Kazachenko, 1989, 1991; Казаченко, 1994, 1996а, 1996б, 2001).

В некоторых статьях указано место локализации паразитических копепод рыб – жабры, что является не правильным, так как, например, «жабры» (*sensu lato*) костистых рыб состоят из жаберных дуг, на которых находятся жаберные лепестки и жаберные тычинки. Жаберные дуги имеют нижнюю и верхнюю части. «Жабры» хрящевых рыб имеют иное строение, а именно: они представлены жаберными мешками, открывающимися наружными отверстиями по бокам головы, а внутренними – в ротоглоточную полость. Жаберный мешок сформирован двумя жаберными перегородками, на которых находятся жаберные лепестки, образуя две полужабры; каждая полужабра прикреплена к внутренней поверхности жаберной перегородки. Две полужабры, сидящие на одной перегородке, образуют жабру (Гуртовой и др., 1976; Константинов, Шаталова, 2005).

На жаберных лепестках рыб паразитируют копеподы циклопоидной, калигоидной, эудактилиноидной, хондракантоидной, лернеопоидной и лернантропоидной форм тела.

Копеподы циклопоидной формы тела фиксируются к жаберным лепесткам при помощи вторых антенн, снабженных хитиновыми крючками; вторые антенны обхватывают жаберный лепесток, некоторые виды копепод перфорируют вторыми антеннами жаберный лепесток. Паразиты с калигоидной формой тела, как правило, реже встречаются на жаберных лепестках, так как карапакс здесь не может играть роль мощной присоски, каковую он выполняет, когда паразит прикрепляется к поверхности тела. В этом случае органами фиксации к жаберному лепестку выполняют вторые антенны и максиллипеды. Но среди копепод с калигоидной формой тела есть копеподы, у которых адаптации к обитанию на жаберных лепестках пошли дальше, и карапакс у них видоизменился: латеральные края у него загнуты вентрально и обхватывают жаберный лепесток (*Abasia* и *Hermilius*), при этом наблюдается сильная редукция апрона третьей плавательной ноги (*Arrama*). Тем не менее есть копеподы с калигоидной формой, предпочитающие жаберные лепестки, нежели внутреннюю стенку жаберной крышки, например, копепода *Lepeophtheirus europaensis* в 84 % была на жаберных лепестках (Zeddham et al., 1988).

У окуней рода *Sebastes* на жаберных лепестках паразитируют копеподы *Chondracanthus pinguis*, которые фиксируются при помощи крючководно изогнутых вторых антенн (Казаченко, 1986).

Представители семейств Eudactylinidae, Hatschekiidae и Lernanthropidae (эудактилиноидная и лернантропоидная формы тела) встречаются только на жаберных лепестках рыб и прикрепляются к жаберным лепесткам когтевидными вторыми антеннами и максиллипедами.

Копеподы лернеопоидной формы тела фиксируются к жаберным лепесткам при помощи буллы, расположенной на дистальных концах вторых максилл. Булла имеет форму чаши, шара, пятиконечной звезды.

В течение индивидуального развития копеподы могут менять локализацию. Например, при искусственном разведении *Salmo gairdneri*

личинки (халимусы) *Salmincola californiensis* прикрепляются к проксимальным частям жаберных филламентов, а взрослые – к дистальным; 83 % копепод было на жаберном аппарате, остальные на жаберных крышках, в ротовой полости и реже на поверхности тела рыб; при этом не было предпочтения левой или правой стороне тела (Sutherland, Wittrock, 1985).

У копепод лернантропоидной формы тела органами фиксации к жаберным лепесткам являются вторые антенны и максиллипеды. Обе эти пары конечностей сильно развиты, дистальные части когтевидны, хитинизированы. Из 289 молодых рыб *Dicentrarchus labrax* 177 экз. были заражены копеподой *Lernanthropus kroyeri*. Распределение копепод на жабрах подчиняется следующим закономерностям. Из 183 самок копепод 143 были прикреплены к внутренней стороне среднего сектора задней полужабры второй жаберной дуги. Из 161 самца копепод 57 были прикреплены к внешней стороне среднего сектора передней полужабры второй жаберной дуги. Только 17 особей из всего количества копепод были прикреплены к другим из 12 возможных сторон на одной жаберной дуге, и ни одной копеподы не было обнаружено на шести возможных сторонах на задней полужабре четвертой жаберной дуги. Такое распределение можно объяснить силой водных потоков и адаптацией копепод к дыханию (Davey, 1980). *L. gibbosus* предпочитает внутренний латеральный край жаберных лепестков, а *L. koenigii* – внутренний и внешний края (Radhakrishnan, Nair, 1983). При этом вторая антенна пронизывает жаберный филламент, а латеральные края головогруды обхватывают жаберные лепестки. *L. nematistii* крепится к жаберному лепестку при помощи вторых антенн, максиллипод, вентролатеральных краев головогруды и третьих пар плавательных ног, которые тоже, как и вентролатеральные края головогруды, обхватывают жаберный лепесток (собственные данные; Deets, Benz, 1988). Копеподы лернеопоидной формы тела прикрепляются буллой к твердым частям хозяина (жаберные дуги, жаберные тычинки, жаберные лучи), вокруг которых имеются мягкие ткани, которыми они и питаются. Таким образом, они тоже привязаны к одной локализации. Например, *Pseudocharopinus dasyaticus* – прикрепляется к поверхности тела хозяина, а *P. narcinae*, *Thysanote appendiculata* и *Brachiella trichiuri* – к жабрам (Radhakrishnan, Nair, 1983).

Установлено, что копепода эудактилиноидной формы тела - *Hatshokia oblonga* – предпочитает прикрепляться к медиальной части полужабры. Различия в зараженности левых или правых жаберных дуг не имеет значения, т.е. заражение их большим или меньшим числом паразитов не подчиняется какой-либо закономерности. Зависимость между номером жаберной дуги и интенсивностью инвазии уменьшается от первой к последней дуге (различие достоверно) (Collins, 1984).

Ergasilus megacheir и *E. sp.* (возможно *E. flacidus* или *E. kandti*) предпочитают определенные места вдоль жаберного лепестка, что связано с особенностями строения второй антенны, при помощи которой паразит крепится к жаберному лепестку (Nakai, 1991).

Ergasilus sieboldi распределяется равномерно по всей поверхности жабр линия (Kozikowska, 1975). Такой же стратегии придерживается и *Caligus sp.*, паразитирующий на жабрах рыб рода *Scomberoides* Ramasamy et al., 1985).

Ergasilus labracis предпочитает крепиться к внешней поверхности первой жаберной дуги (Hogans, 1985). По данным Паперны и Цвернера (Paperna, Zwerner, 1982), этот паразит предпочитает крепиться к проксимальной части жаберного лепестка и к внешней поверхности жаберной дуги.

Ergasilus versicolor предпочитает крепиться между полужабрами каждой дуги на проксимальной его части (Collins, 1985).

Половозрелые *Ergasilus lizae* прикрепляются к средней части жаберного лепестка рыб рода *Acanthopagrus* (зарегистрированы на 3 видах хозяев), а неполовозрелые – на базальной части жаберного лепестка, в то время как *Dermoergasilus acanthopagri* – на дистальной части жаберного лепестка тех же самых видов хозяев, а *E. spinipes* – на жаберных дугах одного из этих же хозяев, т.е. здесь мы видим распределение копепод по разным локализациям (Burnes, 1986).

Разные виды эргазилид, паразитируя на жаберных лепестках одного и того же вида хозяина *Valamugil seheli*, размещаются на разных участках жаберного лепестка. Так, *Dermoergasilus amplectens* занимает дистальные, а *Ergasilus rostralis* – средние части лепестков. Эти два вида копепод аналогичным образом распределяются на жаберных лепестках и у рыбы *Liza tade*. У рыбы *Glossogobius giuris* копепода *E. uniseriatus* локализовалась на проксимальной части, а копепода *Paraergasilus dentatus* – на средней части жаберного лепестка; у рыб *Etropolis suratensis* и *E. maculatus* копепода *Dermoergasilus amplectens* – на дистальном конце, а *Ergasilus parvitergum* – на средней части жаберного лепестка (Ho et al., 1992).

Особи *Ergasilus mirabilis* локализуются примерно на 1/4 длины от вершины жаберного лепестка рыбы *Synodontis leopardinus* (Oldewage, As, 1987). Тело паразита ориентировано вдоль жаберного лепестка; передняя часть его тела направлена в сторону жаберной дуги, а задняя – в сторону дистального конца жаберного лепестка.

Эргазилиды являются паразитами жаберных лепестков, но при аномальных условиях они могут менять локализацию, как это наблюдалось при разведении красного пагра *Pagrus major*, когда копепода *Ergasilus sp.* прикреплялась к поверхности тела личинок пагра, достигших размеров 7,2-11,3 мм, так как строение второй антенны – органа прикрепления – и ее размеры не позволяли копеподе прикрепиться к жаберным лепесткам рыбы, потому что они были слишком малы (Yamashita, 1980).

Разные виды эргазилид предпочитают крепиться к разным участкам жаберных лепестков: *Ergasilus nodosus* встречается по всей длине жаберного лепестка, *E. centrarchidarum* – только на внешнем крае лепестка, *E. kandti* – у основания жаберных лепестков, *E. megacheir* – на дистальном конце жаберных лепестков (Oldewage, As, 1987).

При обследовании 5 экз. голубой акулы у них зарегистрировано 3 вида копепод: *Gangliopus pyriformis*, *Phyllothereus cornutus* и *Kroyeria carchariaeaglauci*. Копепода *G. pyriformis* всегда крепилась между двумя жаберными лепестками. *Phyllothereus cornutus* всегда крепилась к интербранхиальной септе в дорсальной или вентральной точке изгиба жаберной дуги позади дистальных концов жаберных филamentos. Интенсивность заражения акул *Prionace glauca* паразитической копеподой *K. carchariaeaglauci* положительно коррелирует с площадью жаберной поверхности и с размерами хозяина. Чем большего возраста акула, тем больше площадь жаберного аппарата и тем больше воды через него проходит и тем больше возможность заразиться копеподами. Копеподы неравномерно распределены между полужабрами. Самки обычно прикрепляются в пределах средних 40 % длины каждой полужабры. Самцы распределяются еще не равномернее: 80 % всех особей прикрепляется к вторичным жаберным пластинам, остальные располагаются в нижних каналах с отточной водой. Большинство паразитов прикрепляются вдоль длины жаберного лепестка от 10-го мм до 25-го мм (Benz, Dupre, 1987).

Копепода *Nemesis lamna* прикрепляется вдоль жаберных лепестков акулы, отдавая предпочтение их проксимальным частям (Benz, 1980), а *N. robusta* – дистальным (Benz, Adamson, 1990).

Копеподы рода *Kroyeria* – паразиты жаберных лепестков акул, но один из видов – *K. caseyi* – является мезопаразитом, погружая свое тело на 80 % в ткани интербранхиальной септы хозяина, прикрепляясь у дистальных концов жаберных лепестков, и только задний конец тела находится наружи (Benz, Deets, 1986).

Паразиты с калигоидной формой тела, как правило, реже встречаются на жаберных лепестках, так как карапакс здесь не может играть роль мощной присоски, каковую он выполняет, когда паразит прикрепляется к поверхности тела. В этом случае органами фиксации к жаберному лепестку выполняют вторые антенны и максиллипеды. Но среди копепод с калигоидной формой тела есть виды, у которых адаптации к обитанию на жаберных лепестках пошли дальше, и карапакс у них видоизменился: латеральные края у него загнуты вентрально и обхватывают жаберный лепесток (*Abasia* и *Hermilius*), при этом наблюдается сильная редукция апрона третьей плавательной ноги. Тем не менее есть копеподы с калигоидной формой, предпочитающие жаберные лепестки, нежели внутреннюю стенку жаберной крышки, например, копепода *Lepeophtheirus europaensis* в 84 % была на жаберных лепестках (Zeddum et al., 1988). Представители семейств Eudactylinidae, Hatschekiidae и Lernanthropidae (эудактилиноидная и лернеоподоидная) встречаются только на жаберных лепестках рыб. У этих копепод органами фиксации к жаберным лепесткам являются вторые антенны и максиллипеды; обе эти пары конечностей сильно развиты. Копеподы лернеоподоидной формы тела прикрепляются буллой к жаберным дугам, жаберным тычинкам, жаберным лучам, вокруг которых имеются мягкие ткани, которыми они и питаются.

У *Mugil cephalus* на жаберных лепестках паразитируют копеподы *Ergasilus lizae*, *E. versicolor*, *E. fundulus* и *Brachiella oblonga*. В таблице приведены сведения о распространении этих копепод на жаберных лепестках хозяина. *B. oblonga* не зарегистрирована на проксимальной части жаберного лепестка.

Распределение копепод на жаберных лепестках *Mugil cephalus* (по Rawson, 1977)

Копеподы	Часть жаберного лепестка	Части жаберного лепестка, на которых копеподы встречаются редко
<i>Ergasilus lizae</i>	проксимальная	медианная и дистальная
<i>E. versicolor</i>	дистальная	проксимальная и медианная
<i>E. funduli</i>	дистальная	медианная и проксимальная
<i>Brachiella oblonga</i>	медианная	дистальная

На жаберных дугах локализуются копеподы хондракантоидной формы тела, например, представители родов *Acanthochondria*, *Chondracanthus* – на камбалах и *Lepeophtheirus praviges* – на *Ophiodon elongatus* (собственный материал). Молодые и взрослые копеподы *Acanthochondria depressa* тоже имеют разные места локализации: молодые особи прикрепляются ко второй жаберной дуге *Platichthys flesus*, а взрослые – чаще в задней части жаберной полости, при этом обе формы отдают предпочтение глазной стороне тела рыбы (Broek, 1979). Для копеподы *Haemobaphes diceraus* характерно расположение туловища: выпуклая сторона туловища направлена против потока воды, идущего через жаберную полость, таким образом, выпуклая сторона туловища как бы раздвигает потоки воды, которые обтекают его.

«Ротовая полость» (правильнее – ротоглоточная полость) рыб начинается ротовым отверстием, ограниченным челюстями. Эта полость делится на две части: переднюю – ротовую полость и заднюю – жаберную полость. Язык находится на дне ротовой полости, сверху эта полость ограничена дном черепной коробки (небом). Ротоглоточная полость хрящевых рыб начинается ротовым отверстием и заканчивается началом пищевода, дно ее образует язык, боковые стенки имеют внутренние жаберные отверстия. Брызгальце находится перед первой жаберной щелью и открывается в ротоглоточную полость, у костистых рыб оно отсутствует. В ротовой полости встречаются копеподы калигоидной, лернеоподоидной, сфириоидной и хондракантоидной форм тела. Эти копеподы фиксируются, используя те же приемы прикрепления, как и в других локализациях.

«Жаберная полость» костных рыб ограничена жаберными крышками, жаберными дугами, плечевым поясом (Гуртовой и др., 1976; Константинов, Шаталова, 2005). Из изложенного выше видно, что «жабры», «ротовая» и «жаберная» полости имеют разные элементы строения, к которым фиксируются копеподы, при этом к обитанию в разных местах рыбы эти паразиты должны иметь специальные приспособления, чтобы там обитать.

Ноздри рыб (хрящевых и костистых) находятся перед глазами и представлены передними и задними отверстиями, соединенными проходом. Внутренняя поверхность ноздрей имеет складки (Гуртовой и др., 1976). Ноздри рыб являются пристанищем многих видов копепод, относящихся к циклопоидной, хондракантоидной, калигоидной, эудактилюидной, сфириоидной и лернеоподоидной форм тела. Хозяева этой экологической группы копепод самые разнообразные – от донных до пелагических. Наибольшее количество видов копепод, паразитирующих в ноздрах, относится к циклопоидной форме (31). В связи с локализацией в ноздрах рыб у копеподы *Kabataella indica* (калигоидная форма тела) наблюдается редукция головогрудного щита и третьей пары ног, которая играет роль клапана, закрывающего доступ воды под карапакс и создающая под ним низкое давление воды (вакуум), не дающее возможности копеподе быть смытой токами воды. Поскольку в носовых полостях рыб нет таких сильных токов воды, как на поверхности тела, которые могут смыть копеподу, и нет плоской поверхности, к которой нужно присасываться, то и наблюдаются выше указанные морфологические изменения. Все виды рода *Acantholochus* (5 видов) обитают в носовых ямках рыб. У представителей рода *Paraergasilus* есть морфологические приспособления к обитанию в носовых ямках; это выражено в строении второй антенны, которая имеет вместо одного мощного три небольших дистальных когтя. Обязательными паразитами носовых полостей являются: виды *Chondracanthus triventricosus*, представители родов *Paraergasilus*, *Holobomolochus*, *Unicolax*, *Kabataella*, *Shiinoa*, представители семейства *Tegobomolochidae*.

Глаза рыб находятся в глазницах и защищены роговицей. Некоторые рыбы имеют веко, под которым обитают копеподы циклопоидной формы тела. На поверхности глаз обитают представители родов бомолехид *Pumiliopes*, *Pumiliopsis*, *Pseudorbitacolax* и *Pseudeucanthus*. Поскольку они локализуются на поверхности глазного яблока, то тело их сильно сжато в дорсовентральном направлении. К роговице при помощи буллы фиксируются копеподы ленеоподоидной формы тела (*Ommatokoita*, *Lernaeopodina*), а копеподы сфириоидной (*Phrixocephalus*, *Lernaeenicus*) – прободают ее, и их головогрудь находится в глазном яблоке (собственные наблюдения; Kabata, Forrester, 1974; Schram, 1987). Вначале копеподитные и подростковые самки *Lernaeenicus sprattae* равномерно распределяются по телу хозяина, затем смещаются к плавникам, затем мигрируют к глазам рыбы, где прикрепляются к верхней задней его части, здесь они встречаются в 89 случаях из 100 (Astensrud, Schram, 1988). Глаза избрали местом локализации копеподы циклопоидной, сфириоидной, лернеоподоидной и калигоидной формой тела.

Сейсмодатированная сенсорная система рыб представлена генипорами, сенсорными каналами, боковой линией. В сенсорной системе рыб паразитируют копеподы филихтиоидной и нематоидной (например, *Philichthys* и др.) форм тела. Некоторые из них предпочитают определенное место в сенсорной системе, как это наблюдается, например, у копеподы *Pro-*

colobomatus kyphosus, которая локализуется в сенсорной системе рыб рода *Sebastes* (Казаченко, 1986), другие же – в нескольких местах: каналах боковой линии, головном подглазничном и реже в надглазничном каналах (Grabda, Linkowski, 1978). Вокруг *Procolobomatus kyphosus* в сенсорном канале находится слизь, пропитанная кровью хозяина (собственные данные).

Следует сделать замечание и к такой локализации копепод как «поверхность тела». На «поверхности тела» копеподы встречаются на голове, брюшке, боках, спине, плавниках, у оснований плавников. И эти особенности строения «поверхности тела» следует учитывать при указании локализации паразитических копепод рыб. На поверхности тела рыб зарегистрированы паразитические копеподы с калигоидной, лернеоподоидной, циклопидной, сфириоидной формами тела. Карапакс копепод калигоидной формы играет роль мощной присоски, при помощи которой паразит прикрепляется к плоской поверхности хозяина (поверхность тела, стенки ротовой и жаберной полостей). Копепода *Salmincola edwardsii* на хозяине *Salvelinus fontinalis* локализуется в основном на плавниках и у их оснований, преимущественно на спинном и в меньшей степени на жировом (Black et al., 1983). *Ergasilus sieboldi* паразитирует на жабрах многих видов рыб. На поверхности тела он зарегистрирован только у ряпушки: на основании грудных плавников (Kozikowska, 1975). Другой вид этого семейства – *Neoergasilus japonicus* – предпочитает локализоваться на основании плавников своих хозяев, хотя встречается на жаберной крышке и еще реже на жаберных лепестках (Mugridge et al., 1982). Копеподы с лернеоподоидной формой тела колонизируют поверхность тела рыб, хотя первичной их локализацией следует признать жаберную полость. Поселяясь на поверхности тела рыб, эти паразиты претерпевают морфологические изменения, которые касаются формы тела; форма тела у них становится более продолговатой, так как продолговатая форма тела способствует уменьшению сопротивления о воду. К таким паразитам относится *Clavella recta*, паразитирующий на рыбах рода *Sebastes*; дистальные части плавников – постоянное место обитания этого вида (Казаченко, 1986).

Мускулатура тела рыб сохраняет сегментацию и представлена миомерами. В мускулатуре паразитируют мезопаразиты сфириоидной формы тела: Sphyrriidae, Lernaеidae, Pennellidae. Паразиты погружают переднюю часть тела головогрудь и шею), напоминающую якорь, в ткани хозяина и при помощи отростков, выполняющих функции якоря, удерживаются на хозяине; часть шеи и генитальный комплекс с яйцевыми мешками находятся во внешней среде.

Сердце хрящевых рыб и хрящевых ганоидов состоит из венозного синуса, предсердия, желудочка и артериального конуса. Стенки желудочка и артериального конуса состоят из поперечно-полосатых мышц. У большинства костистых рыб нет артериального конуса, вместо него имеется артериальная луковица, стенки которой состоят из гладкой мускулатуры. Сердце рыб в основном поражают копеподы сфириоид-

ной формы тела (*Lernaecocera*, *Haemobaphes*, *Cardiodectes*, *Pennella* и *Ophiolernaea*), а также лернеоподоидной (*Salmincola*). Способ прикрепления к хозяину такой же, как у паразитов мускулатуры рыб.

Копепода *Peroderma cylindricum* (мезопаразит) достигает передней части почек у сардины *Sardina pilchardus* (Hassine et al., 1990).

Библиографический список

1. Гуртовой Н.Н., Матвеев В.С., Дзержинский Ф.Я. Практическая зоотомия позвоночных. Низшие хордовые, бесчелюстные, рыбы. М.: Высш. шк., 1976. 351 с.

2. Казаченко В.Н. Паразитические копеподы (Crustacea, Copepoda) рыб рода *Sebastes* (Scorpaenidae) // Тр. ЗИН АН СССР. 1986. Т. 155. С. 155-169.

3. Казаченко В.Н. Определитель семейств и родов копепод подотряда Роецилостоматоиды (Crustacea: Copepoda) – паразитов рыб // Известия ТИНРО. 1994. Т. 117. С. 26-45.

4. Казаченко В.Н. Изменение форм тела копепод (Crustacea: Copepoda) под влиянием паразитического образа жизни // Рыбохозяйственные исследования океана: Матер. юбилейной науч. конф. Владивосток, 1996. Т. 2. С. 183-184.

5. Казаченко В.Н. Приспособления паразитических копепод к обитанию на рыбах: Науч. тр. Дальрыбвтуза. Владивосток, 1996. Вып. 8. С. 66-70.

6. Казаченко В.Н. Адаптации копепод (Crustacea: Copepoda) к обитанию на рыбах / Казаченко В.Н.; Дальневост. техн. ин-т рыб. пром-сти и х-ва. Владивосток, 1998. 63 с. Библиогр.: 31. Рус. Деп. в ВНИЭРХ 23.07.98, N 1331-рх98 (РЖЗ, 1998, № 4, реф. 99.04-04И2.158ДЕП.).

7. Казаченко В.Н. Паразитические копеподы рыб (Crustacea: Copepoda) в составе планктона: Науч. тр. Дальрыбвтуза. Владивосток, 1999. Вып. 12. С. 126-137.

8. Казаченко В.Н. Определитель семейств и родов паразитических копепод (Crustacea: Copepoda) рыб. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2001. Ч. 1. 161 с.; Ч. 2. 253 с.

9. Константинов В.М., Шаталова С.П. Сравнительная анатомия позвоночных животных. М.: Академия, 2005. 304 с.

10. Красилов В.А. Охрана природы: Принципы, проблемы, приоритеты. М.: Ин-т охраны природы и заповедного дела, 1992. С. 174.

11. Курочкин Ю.В., Казаченко В.Н. О случаях прикрепления морских паразитических калигид и аргулид к коже человека при погружении в воду // Изв. ТИНРО. 1975. Т. 98. С. 257-258.

12. Лебедев Б.И. Очерки по биоразнообразию и эволюционной паразитологии. Владивосток: Дальнаука. 1995. 208 с.

13. Спасский А.А. О месте паразитологии в системе знаний и ее значении в деле охраны и рационального использования биологических ресурсов // Рациональное использование, охрана, воспроизводство

биологических ресурсов и экологическое воспитание. Запорожье, 1988. С. 98-102.

14. *Anstensrud M., Schram T.A.* Host and site selection by larval stages and adults of the parasitic copepod *Lernaenicus sprattae* (Sowerby) (Copepoda, Pennellidae) in the Oslofjord // *Hydrobiologia*. 1988. N. 167-168. С. 587-595.

15. *Benz G.W.* Tissue proliferations associated with *Nemesis lamna* Risso, 1826 (Copepoda: Eudactylinidae) infestations on the gill filaments of shortfin makos (*Isurus oxyrinchus* Rafinesque) // *J. Fish Dis.* 1980. Vol. 3. N. 5. P. 443-446.

16. *Benz G.W., Dupre K.S.* Spatial distribution of the parasite *Kroyeria carchariaeglauca* Hesse, 1879 (Copepoda: Siphonostomatoida: Kroyeridae) on gills of the blure shark (*Prionace glauca* (L. 1758)) // *Can. J. Zool.* 1987. Vol. 65. N. 5. P. 1275-1281.

17. *Benz G.W., Adamson S. A. M.* Disease caused by *Nemesis robusta* (van Beneden, 1851) (Eudactylinidae: Siphonostomatoida: Copepoda) infections on gill filaments of thresher sharks (*Alopias vulpinus* (Bonnaterre, 1758), with notes on parasite ecology and life history // *Can. J. Zool.* 1990. Vol. 68. N. 6. P. 1180-1187.

18. *Benz G.W., Deets G.W.* *Kroyeria casey* sp. nov. (Kroyeridae: Siphonostomatoida), a parasitic copepod infesting gills of night sharks (*Carcharhinus signatus* (Poey, 1868)) in the western North Atlantic // *Can. J. Zool.* 1986. Vol. 64. N. 11. P. 2492-2498.

19. *Black G. A., Montgomeri W. L., Whoriskey F. G.* Abundance and distribution of *Salmincola edwardsii* (Copepoda) on anadromous brook trout, *Salvelinus fontinalis* (Mitchill) in the Moisie River system, Quebec // *J. Fish. Biol.* 1983. Vol. 22. N. 5. С. 367-375.

20. *Boxshall G.A., Halsey S.H.* An introduction to copepod diversity. London: The Ray Society. 2004. Part 1-2. 966 p.

21. *Broek W.L.V.* Copepod ectoparasites of *Merlangus merlangus* and *Platichthys flesus* // *J. Fish Biol.* 1979. Vol. 14, N. 4. P. 371 - 380.

22. *Byrnes T.* Some ergasilids (Copepoda) Parasitic on four species of Australian brem, *Acanthopagrus* spp. // *Austral. J. Mar. a. Freshwater Res.* 1986. Vol. 37. N. 1. P. 81-93.

23. *Collins M.R.* *Hatschekia oblonga* (Copepoda, Caligoida) from yellowtail snapper (*Ocyurus chrysurus*) in the Florida Keys // *J. Wildlife Diseases.* 1984. Vol. 20. N. 1. С. 63-64.

24. *Collins M.R.* Preference of a cryptic attachment site by the copepod *Ergasilus versicolor* // *J. Parasitol.*, 1985. Vol. 71. N. 5. P. 669-670.

25. *Davey J. T.* Spatial distribution of the copepod parasite *Lernanthropus kroyeri* on the gills of bass, *Dicentrarchus labrax* (L.) // *J. Mar. Biol. Assoc.* 1980. Vol. 60. N. 4. P. 1061-1067.

26. *Deets G.B., Benz G.W.* *Lernanthropus nematistii* sp. nov. (Lernanthropidae) and *Caligus tenuifurcatus* Wilson, 1937 (Caligidae), siphonostomatoid copepod parasites of roosterfish (*Nematistius pectoralis* Gill, 1864) from the Sea of Cortez // *Can. J. Zool.* 1988. Vol. 66. N. 4. P. 866-874.

27. *Grabda J., Linkowski T.* *Colobomatus gymnoscopeli* sp.n. (Copepoda: Philichthyidae), a parasite of lateral line sensory canals of *Gymnoscopelus aphya* Gunther, 1873 (Myctophidae) from the Antarctic waters // *Acta ichthyol. et piscator.* 1978 (1979). Vol. 8. N. 2. P. 91-110.

28. *Hassine B.O.K., Raibaut A., Ben Souissi J., Rousset V.* Morphologie de *Peroderma cylindricum* Heller, 1865, copepode parasite de la sardine, *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) et quelques aspects de son ecologie dans les eaux cotieres tunisiennes // *Ann. Sc. Natur. Zool.* 1990. 13-e ser., Vol. 11. P. 9-16.

29. *Ho J.-s., Jayarajan P., Radhakrishnan S.* Copepods of the family Ergasilidae (Poecilostomatoida) parasitic on coastal fishes of Kerala, India // *J. Nat. Hist.* 1992. Vol. 26. P. 1227-1241.

30. *Hogans W.E.* Northern range extension record for *Ergasilus labracis* (Copepoda, Ergasilidae) parasitic on the striped bass (*Morone saxatilis*) // *Crustaceana.* 1985. Vol. 49. N. 1. P. 97-98.

31. *Huys R., Boxshall G.A.* Copepod evolution. London: The Ray Society. 1991. 468 p.

32. *Kabata Z.* Parasitic Copepoda of British fishes. Ray. Soc. 1979. N. 152. 468 c., figs. 1-2031.

33. *Kabata Z., Forrester C.R.* *Atheresthes stomias* (Jordan and Gilbert 1880) (Pisces: Pleuronectiformes) and its eye parasite *Phrixocephalus cincjnnatus* Wilson, 1908 (Copepoda: Lernaecoceridae) in Canadian Pacific waters // *J. Fish. Res. Board Can.* 1974. Vol. 31. N. 10. P. 1589-1595.

34. *Kazachenko V.N.* Body form classification in parasitic copepods // VI Symposium on Medical and Veterinary Acaroenomology. Gdansk, 18-20 September 1989. Gdansk, 1989. P. 22.

35. *Kazachenko V.N.* Classification of a body form of parasitic copepods // *Wiadom. Parazytol.* 1991. T. 37, Zeszyt 1. P. 163-165.

36. *Kozikowska Z.* *Ergasilus sieboldi* Nordm., przystosowanie pasozyta do morfologii i biologii zywiicieli oraz uzupelnienie danych o wystepowaniu innych gatunkoww pasozytnicznych skorupiakov na terenie Mazuri i Warmi // *Acta Univ. wratisl.* 1975. N. 301. P. 3-40.

37. *Mugridge R.E.F., Stallybrass H.G., Hollman A.* *Neoergasilus japonicus* (Crustacea: Ergasilidae). A parasitic copepod new to Britain // *J. Zool.* London. 1982. Vol. 197. N. 4. P. 551-557.

38. *Nakai K.* Two species of ergasilid copepods parasitic on fishes from lake Tanganyika: host ecology and parasite functional morphology // *Bull. Planktin Soc. Jap.* 1991. Spec. Vol. P. 503-514.

39. *Oldewage W.H., As J.G.* Observations on the attachment of a piscine gill parasitic ergasilid (Crustacea: Copepoda) // *S. Afr. J. Zool.* 1987. Vol. 22. N. 4. P. 313-317.

40. *Paperna I., Zwerner D.E.* Host-parasite relationship of *Ergasilus labracis* Krøyer (Cyclopoidea, Ergasilidae) and the striped bass, *Morone saxatilis* (Walbaum) from the lower Chesapeake bay // *Ann. parasitol. hum. et comp.* 1982. Vol. 57. N. 4. P. 393-405.

41. *Price P.W.* Evolutionary biology of parasites. Princeton, New Jersey: Princeton Univ. Press, 1980. 237 p.

42. *Radhakrishnan S., Nair N. B.* Nature of crustacean infestation along the south-west coast of India. 1. Distribution, mode of attachment to the host tissue and incidence and intensity of infestation // *Acta ichthyol. et piscator.* 1983. Vol. 13, N. 2. P. 93-115.
43. *Ramasamy P., Ramalingam K., Hanna R.E.B., Halton D.W.* Microhabitats of gill parasites (Monogenea and Copepoda) of teleosts (*Scombroides* spp.) // *Int. J. Parasitol.* 1985. Vol. 15, N. 4. P. 385-397.
44. *Rawson V.M.* Population biology of parasites of striped mullet, *Mugil cephalus* L. Crustacea // *J. Fish. Biol.* 1977. Vol. 10. P. 441-451.
45. *Schram T.A.* Prevalence of *Lernaeenicus sprattae* (Sowerby) (Copepoda, Pennellidae) infection of sprat from Oslofjorden // *Sarsia.* 1987. Vol. 72. N. 3-4. P. 279-289.
46. *Sutherland D.R., Wittrock D.D.* The effects of *Salmincola californiensis* (Copepoda: Lernaeopodidae) on the gills of farmraised rainbow trout, *Salmo gairdneri* // *Can. J. Zool.* 1985. Vol. 63. N. 12. P. 2893-2901.
47. *Wilson C.B.* North American parasitic copepods belonging to the family Lernaeidae, with a revision of the entire family // *Proc. U. S. Nat. Mus.* 1917. Vol. 53. P. 1-150.
48. *Yamashita K.* Parasitic copepoda (*Ergasilus* sp.) found on the epidermis of the larval fish of red bream (*Pagrus major*) // *Fish Pathol.* 1980. Vol. 15. P. 91-94.
49. *Zeddam J.-L., Berrebi P., Benaud F., Raibaut A., Gabrion C.* Characterization of two species of *Lepeophtheirus* (Copepoda, Caligidae) from flatfish. Description of *Lepeophtheirus europaensis* sp. nov. // *Parasitology,* 1988. Vol. 96, pt. 1. P. 129-144.

УДК 541.183.628515

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

**С.А. Каткова; О.А. Апанасенко; Н.Н. Жамская; Л.С. Бянкина;
И.Г. Хальченко, Дальрыбвтуз, Владивосток**

Представлен комплексный метод очистки сточных вод (СВ) пищевых производств, содержащих белковые и жировые вещества. Впервые исследована возможность и эффективность применения морской воды в качестве коагулятора белков и использования окиснорутениевого титанового анода (ОРТА) при электрофлотации СВ. Рассмотрена эффективность применения для очистки СВ природных модифицированных сорбентов.

Актуальной экологической проблемой ряда промышленных производств остается очистка и утилизация сточных вод, образующихся на различных стадиях процессов.

Выбор схемы очистки СВ любого предприятия зависит от многих факторов: количества СВ, возможности и экономической целесообразности

ности извлечения примесей из СВ, требований к качеству очищенной воды с целью использования ее в системах повторного и оборотного водоснабжения.

Современные пищевые предприятия потребляют большое количество воды, 95 % которой удаляется из производственных цехов в виде сильно загрязненных промышленных стоков. Так, объемы сточных вод после обработки сырья в несколько раз превышают количество самого обрабатываемого сырья. В результате состав сточных вод представляет собой сложные полидисперсные системы: белковые и небелковые вещества, жир, минеральные вещества (соли фосфора, калия, марганца и др.), витамины А, С, Д, В, В₂ и ферменты. По данным исследований, количество белка, например в сточных водах рыбных предприятий, составляет 1,5-2г/л.

В результате безвозвратно теряется ценный продукт питания, неочищенные или недостаточно очищенные от белковых и жировых веществ воды сбрасываются в водоемы, что кроме потери белка наносит еще и большой ущерб окружающей среде, специфические свойства жиров (прежде всего, их нерастворимость в воде) ведет к осложнениям эксплуатации водоотводящей системы, появлению специфических запахов.

В последние годы наметилась тенденция развития физико-химических методов очистки сточных вод пищевых предприятий от белковых веществ с целью утилизации их в качестве ценных добавок к корму животных, птиц, рыб.

В Дальрыбвтузе накоплен обширный материал по очистке и утилизации СВ пищевых предприятий и гальванических производств [1]. Объектом исследований являлись СВ производства фарша минтая, мясокомбината, хладокомбината, пивзавода и гальваносточки.

Сточные воды, образующиеся при технологической промывке фарша минтая, имеют высокую окисляемость (ХПК и БПК) и подлежат обязательной очистке. В более ранних работах нами был предложен электрохимический метод очистки СВ пищевых производств на установке с угольно-железными электродами. В результате в очищаемых водах было достигнуто снижение ХПК на 40-50 % [2].

В данной работе нами предложен комплексный метод очистки СВ, заключающийся в предварительном добавлении к СВ определенных объемов морской воды в качестве коагулятора и дальнейшей электрофлотации на установке с окисно-рутениевым титановым анодом (ОРТА) и железным катодом.

Электрофлотатор, который использовался нами в настоящей работе, был изготовлен с горизонтальными ОРТА-железными электродами, расстояние между которыми установлено 10 мм. Рабочий объем электрофлотационной камеры 0,003 м³, площадь ячейки катода, выполненной из железной проволоки диаметром 0,5 мм, составляет 500 см². Основой окисно-рутениевого титанового анода является титан. При его изготовлении на специально подготовленную поверхность титана наносятся растворы хлоридов рутения и титана. После термохимической

обработки поверхность титана получается покрытой смесью оксидов рутения и титана. Слой покрытия нужной толщины получают путем многократного повторения указанных выше операций. ОРТА изготавливаются в виде просечных сеток прямоугольной формы из титанового листа, покрытых тонким слоем активной массы. Для придания жесткости и в целях лучшего распределения тока по поверхности анода сетка армирована деталями из титана.

Очистку СВ, получаемых при промывании фарша минтая, начинали с предварительной коагуляции белков, содержащихся в воде. Для этой цели к сточной воде мы добавляли определенные объемы морской воды. После 30 мин коагуляции морской водой сточную воду подвергали электрофлотации, которую проводили при следующих условиях: напряжение 12 В, плотность тока меняли в интервале 20-30 мА/см, время обработки 90 мин. Контроль степени очистки СВ проводили методом ХПК. Для оптимизации условий очистки белковых растворов с ОРТА мы сравнили величины ХПК этих растворов на разных стадиях очистки и с разной концентрацией морской воды (таблицы 1, 2).

Таблица 1

ХПК белковосодержащей воды с 20 % морской воды в зависимости от стадии очистки

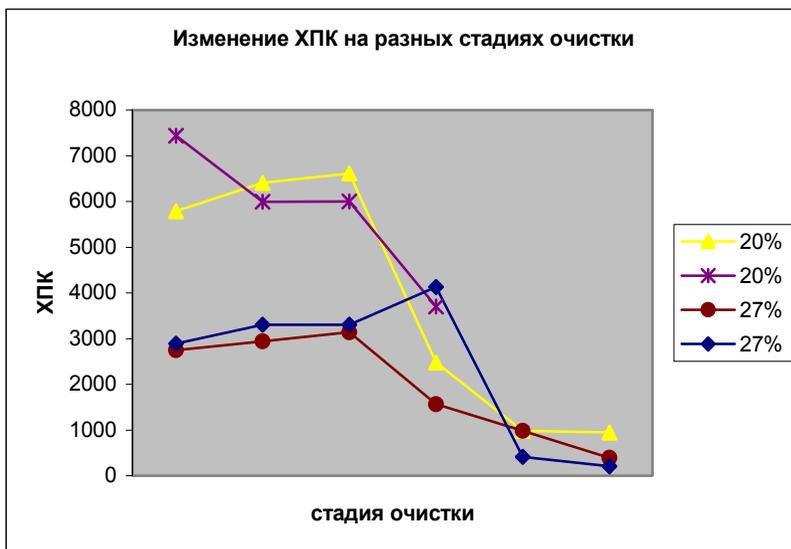
№ п/п	Стадия очистки	Значение ХПК (1-й опыт)	Значение ХПК (2-й опыт)
1	Исходный раствор без морской воды	5786	7439
2	Раствор с морской водой	6406	5993
3	30 мин коагуляции с морской водой	6612	6000
4	30 мин электрофлотации	2480	3700
5	60 мин электрофлотации	980	-
6	90 мин электрофлотации	950	-

Таблица 2

ХПК белковосодержащей воды с 27 % морской воды в зависимости от стадии очистки

№ п/п	Стадия очистки	Значение ХПК (1-й опыт)	Значение ХПК (2-й опыт)
1	Исходный раствор без морской воды	2893	2744
2	Раствор с морской водой	3306	2940
3	30 мин коагуляции с морской водой	3306	3136
4	30 мин электрофлотации	4130	1568
5	60 мин электрофлотации	413	980
6	90 мин электрофлотации	207	392

Результаты эксперимента представлены графическим изменением ХПК при различных стадиях очистки и различной концентрацией коагулятора.



Проанализировав полученные данные, можно сделать вывод о целесообразности очистки белковосодержащих сточных вод пищевых предприятий смешением их с морской водой (концентрация 27 %) и последующей электрофлотацией с ОРТА-железными электродами в течение 90 мин. В результате ХПК снижается на 84-93 %.

Комплексная электрохимическая очистка СВ пищевых производств с использованием природных сорбентов позволяет снизить ХПК на 90-95 % от исходного. В результате найдено наиболее эффективное соотношение массы цеолита к массе сточных вод на последней стадии очистки.

Сточные воды пивзавода были достаточно неоднородными по фазовому составу и имели высокое содержание белка. В связи с этим использовали фильтрацию на природном цеолите, который, как известно, хорошо сорбирует белок в отсутствии жира. Было показано, что при фильтрации в динамическом режиме степень очистки составила 56 % по белку и 67 % по взвешенным частицам.

Стоки мясокомбината были более сложными по составу. И схема очистки включала стадии: а) отстаивание; б) электрофлотацию; в) фильтрацию. Сточная вода отстаивается в течение суток, затем подается в электрофлотатор и обрабатывается в течение 30 мин при напряжении 12 В и плотности тока 250 А/м² с последующей фильтрацией на при-

родном цеолите. Было показано, что на первой стадии степень очистки составила 62 %, на второй – 85 %, после третьей – 98 %. Содержание микроорганизмов снизилось в 5000 раз.

Предложенные способы позволяют не только очистить и доочистить СВ пищевых предприятий, но и получить дополнительно высококачественный белковый продукт, который по пищевой ценности превосходит обычную рыбную муку и может быть реализован в качестве ценной добавки к корму животных и птиц (содержание белка – 65-85 %, зольность – 3,5 %, влажность – 8 %).

Наиболее экономически выгодный вариант технологического решения – это смешение разных по природе СВ, состав которых подбирается таким образом, чтобы происходила реакция либо с нейтрализацией, либо с выпадением осадка. Исследованные нами выше СВ пищевых производств использовались в качестве осадителей для извлечения тяжелых металлов из гальваностокков. Для этой технологической схемы (коагуляция, электрофлотация, фильтрование) были взяты гальваностоки с высоким содержанием тяжелых металлов и цианид-ионов.

После стадии электрофлотации атомно-абсорбционным методом не обнаруживается кальций, магний, железо, а содержание меди уменьшается в 600 раз, хрома – в 100 раз, никеля – в 200 раз, цинка – в 13 раз, цианид-ионов – в 100 раз. Содержание натрия увеличилось за счет добавления хлорида натрия в качестве коагулянта.

Установлено, что наиболее высокая степень очистки гальваностокков достигается путем смешения их с пищевыми стоками (концентрация жира не менее 400 мг/л) методом коагуляции длительностью 1 ч с последующей электрофлотацией 15 мин. При увеличении времени очистки наблюдаются обратимые процессы. Выделяемый осадок с тяжелыми металлами предлагается использовать в строительном деле, очищенную воду – в промышленных целях.

Таким образом, экологические проблемы очистки СВ пищевых производств решаются с использованием технологической схемы: коагуляция, электрофлотация, адсорбция, а очистки гальваностокков – методом электрофлотации, где в качестве осадителя используется СВ пищевых производств. Разработанные технологии позволяют выделять и утилизировать ценные продукты: белковые вещества и тяжелые металлы.

Библиографический список

1. Шапкин Н.П., Бортин Н.Н., Жамская Н.Н. Фундаментальные технологические аспекты очистки сточных вод промышленных и пищевых производств цеолитами Дальнего Востока // Матер. международ. конгресса «Вода: экология и технология». М., 1994. Т. 3. С. 927.

2. Шапкин Н.П., Жамская Н.Н., Кондриков Н.Б., Боровик А.Г., Шапкина В.Я., Скобун А.С. Фундаментальные основы технологии очистки сточных вод // Матер. международ. экологического конгресса «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности». СПб., 2000.

**СООБЩЕСТВА ОБРАСТАНИЯ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ
В БУХТАХ ЖИТКОВА И ПАРИС (О-В РУССКИЙ, ЗАЛИВ
ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

**И.А. Кашин, Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского
ДВО РАН; С.И. Масленников; Е.В. Смирнова,
Дальрыбвтуз, Владивосток**

Отбор проб обрастания причальных сооружений в бухтах Житкова и Парис о-ва Русского производился сотрудниками Института биологии моря с 7 по 10 октября 2008 г. Произведено обследование 3 объектов. Выделено два горизонта формирования сообществ обрастания: верхний и нижний.

Комплекс гидробиотехнических сооружений водоснабжения и сооружений для содержания гидробионтов в неволе является важнейшим в системе функционирования океанариума. Но, как известно, любые объекты, находящиеся в море, подвергаются интенсивному обрастанию.

Установлено, что на сетках грубой очистки развивается обильное обрастание двустворчатых моллюсков с биомассой до нескольких десятков $\text{кг}/\text{м}^2$, что снижает пропускную способность сеток приблизительно в 2 раза [1].

Высокая скорость тока воды в трубопроводах способствует лучшему росту и развитию одних видов обрастателей (баланусов, гидроидов, мидий) и препятствует существованию других. Часто в водоводах обитают колониальные организмы – мшанки, гидроиды и асцидии. Для них достаточно прикрепления одной личинки, из которой развивается мощная колония. В водоводах умеренной зоны в многолетнем обрастании, как правило, доминируют мидии [2].

При содержании морских гидробионтов в неволе используются разнообразные гидротехнические и гидробиотехнические сооружения (трубопроводы, дамбы, аквариумы, садки, вольеры и пр.). Все эти сооружения имеют большое экологическое значение в силу своего воздействия на течение, волнение, освещенность и температуру воды, а также видовой состав, численность и биологическую продуктивность сообществ, которые находятся в зоне их влияния [3]. Гидробиотехнические сооружения для содержания гидробионтов в морской среде являются субстратом для организмов обрастателей, поэтому становятся частью окружающей среды, существенно изменяя динамику, состав и свойства экосистем [4]. Для эффективного управления процессами содержания гидробионтов в неволе необходимо знать направление этих изменений. Интенсивное обрастание гидробиотехнических сооружений значительно снижает их технические характеристики [5, 6, 7 и др.]. Кроме того, обрастатели усугубляют проблему загрязнения используемой акватории – фекалии и псевдофекалии содержащихся гидробионтов и обрастателей [8], накапливаясь на дне, сти-

мулируют процессы сероводородного брожения с последующим заражением дна и толщи воды сероводородом [9, 10]. Растворенные аутометаболиты обростателей вызывают эвтрофикацию акватории.

Большинство существующих способов борьбы с обрастаниями разработано для защиты корпусов судов и различных гидротехнических сооружений. Эти способы основаны на применении токсичных агентов (ионов металлов, органических соединений), внедренных в какую-либо основу: лакокрасочную, эмалевую и другие. Но для гидробиотехнических сооружений океанариума такая защита неприемлема, так как она угнетает или убивает гидробионтов. Эксперименты, проведенные с использованием противообрастающих покрытий на гидробиотехнических сооружениях, имеющих в своем составе токсичные элементы, показали, что культивируемые организмы погибают быстрее, чем обростатели [6].

Единственно возможным вариантом является разработка таких технологических способов содержания гидробионтов, которые позволяют преодолеть или снизить отрицательное воздействие обрастания. Разработка этих методов возможна лишь на основе подробной информации о закономерностях формирования и функционирования сообществ обрастания, его сезонной и межгодовой динамике. Кроме того, необходима информация о характере взаимодействия специфического сообщества, формирующегося на гидробиотехнических сооружениях, с окружающими сообществами планктона и бентоса. Это необходимо для успешного многолетнего существования техно-экосистемы гидробиотехнических сооружений океанариума и окружающей среды без проявления средоразрушающих и средоухудшающих эффектов.

Отбор проб обрастания причальных сооружений в бухтах Житкова и Парис о-ва Русского производился сотрудниками Института биологии моря с 7 по 10 октября 2008 г. (рис. 1). Произведено обследование и подводная видеосъемка 3 объектов. На основании данных видеосъемки были намечены места гидробиологических разрезов. Собрано и обработано 76 количественных и качественных проб обрастания. Сбор и обработку материала производили в соответствии с методикой, разработанной в Институте биологии моря [11]. Сообщества макрообрастания выделяли по доминирующему по биомассе виду [12].

Набережная, расположенная вдоль северо-западного берега бухты Житкова (рис. 1-1).

Набережная представляет собой сооружение из железобетонных массивов, усиленное обвязкой из двутавровых балок и швеллера. Глубина у основания – 3 м, грунт – черный ил, дно захлаплено металлоломом.

В составе обрастания набережной зарегистрировано 36 видов, или таксона более высокого ранга, далее условно – вида.

В зоне переменного погружения набережной отмечено олигомиксное сообщество трубчатых полихет *Polychaeta gen.sp.* со средней биомассой 85,83 г/м² (рис. 2). Доминирующий вид дает почти 86 % биомассы. Кроме полихет в этом сообществе встречаются красные водоросли, усонogie раки *Chthamalus dalli*, двусторчатые и брюхоногие моллюски, равноногие раки и мшанки.

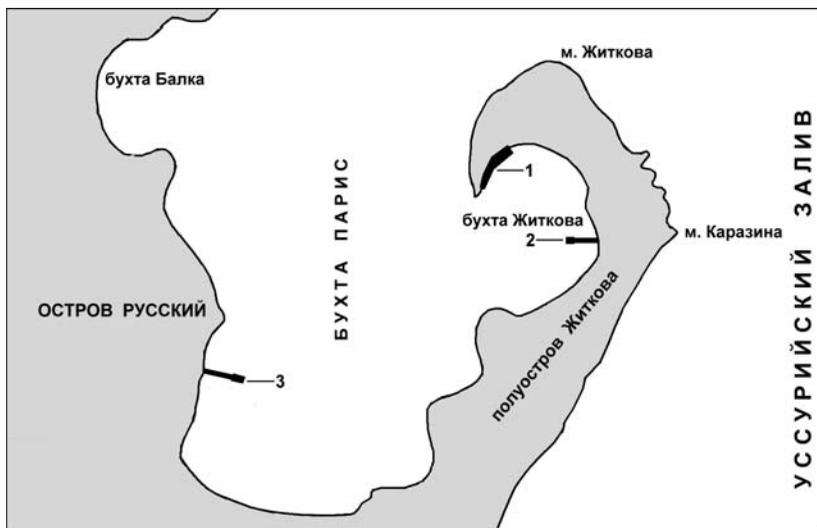


Рис. 1. Карта-схема района отбора проб обрастания причальных сооружений

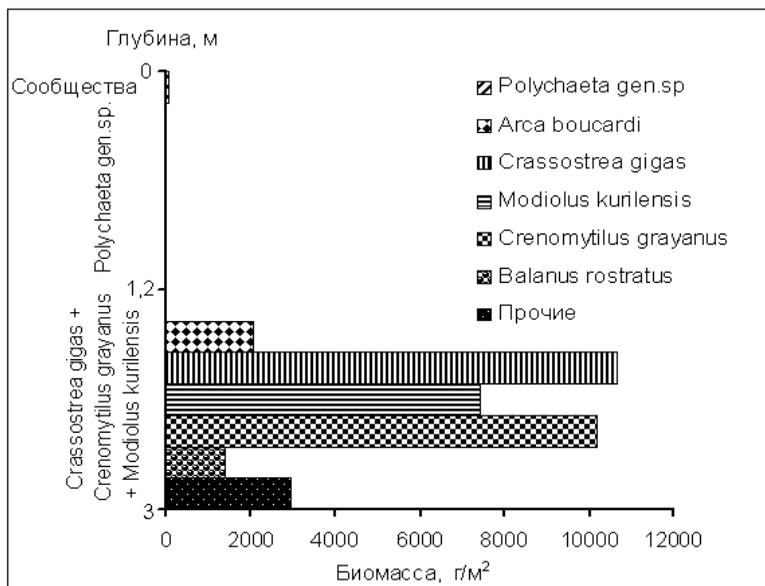


Рис. 2. Изменение состава и соотношения биомасс сообществ обрастания набережной расположенной вдоль северо-западного берега бухты Житкова

От нижней границы зоны переменного погружения (глубина 0,9-1,2 м) и до дна расположено сообщество двустворчатых моллюсков *Crassostrea gigas* + *Crenomytilus grayanus* + *Modiolus kurilensis*, в составе которого зарегистрировано 35 видов обрастателей. Средняя биомасса обрастания составляет 34746,93 г/м², 30,8 %, 29,3 % и 21,4 % дают доминирующие виды. Кроме доминирующих видов в этом сообществе заметную роль играют двустворчатый моллюск *Arca boucardi* (2056,89 г/м² при 211 экз./м²) и усонгий рак *Balanus rostratus* (1391,9 г/м² при 175 экз./м²).

Пирс, расположенный у восточного берега бухты Житкова (рис. 1-2).

Причалное сооружение в виде эстакады с оголовков из корытного шпунта с бетонным верхним строением. Следует отметить, что верхнее строение не имеет козырька, опускающегося ниже зоны переменного погружения, как того требует технология строительства причальных сооружений. Поэтому, корытный шпунт в зоне переменного погружения и выше ее подвержен сильной коррозии. Глубина у основания – 4 м, грунт – черный ил, дно захлавлено металлоломом.

Обрастание подводной части оголовка пирса по периметру не однородно. В обрастании западной и северной подводных частей оголовка пирса выделено 2, а восточной и южной – 4 сообщества обрастания.

В составе обрастания западной и северной подводных частей оголовка пирса зарегистрировано 30 видов обрастателей.

Сообщество трубчатых полихет *Polychaeta gen. sp.* характерно для зоны переменного погружения (рис. 3). Доминирующий вид дает почти 94 % средней биомассы сообщества (1193,20 г/м²). Характерным видом рассматриваемого сообщества является усонгий рак *C. dalli* (52 г/м² при 2100 экз./м²). Причем в этом сообществе встречена молодь стихеевой рыбы *Acantholumpenus mackayi* (19,67 г/м² при 2100 экз./м²) (сем. Stichaeidae).

Ниже сообщества *Polychaeta gen.sp.* и до дна расположено сообщество *Crenomytilus grayanus*. В его составе зарегистрировано 29 видов организмов обрастателей. Средняя биомасса этого сообщества достигает 16804,66 г/м². На долю доминирующего вида приходится 55,9 % биомассы. К субдоминирующим видам относятся двустворчатые моллюски *Bivalvia gen.sp.* и морские ежи *Strongylocentrotus nudus*, дающие по 12, и 11,6 % биомассы. Характерными видами этого сообщества являются трубчатые полихеты *Polychaeta gen.sp.* (1059,13 г/м²) и двустворчатые моллюски *M. kurilensis* (1170,17 г/м² при 33 экз./м²).

В обрастании восточной и южной подводных частей оголовка пирса, расположенного у восточного берега бухты Житкова, зарегистрировано 37 видов обрастателей. В обрастании рассматриваемой части сооружения выделены 4 сообщества.

В верхней части зоны переменного погружения пирса четко выражено сообщество трубчатых полихет и усонгих раков *Polychaeta gen.sp.* + *Chthamalus dalli*. В его составе зарегистрированы представители 7 таксонов гидробионтов. Средняя биомасса сообщества равна

829,60 г/м², более 74 и 16 % дают доминирующие виды (рис. 4). Характерным видами является молодь гастропод (47,33 г/м² при 67 экз./м²) и двустворчатых моллюсков (28,67 г/м² при 567 экз./м²). Кроме указанных гидробионтов в этом сообществе встречены водоросли, шримсы и амфиподы.

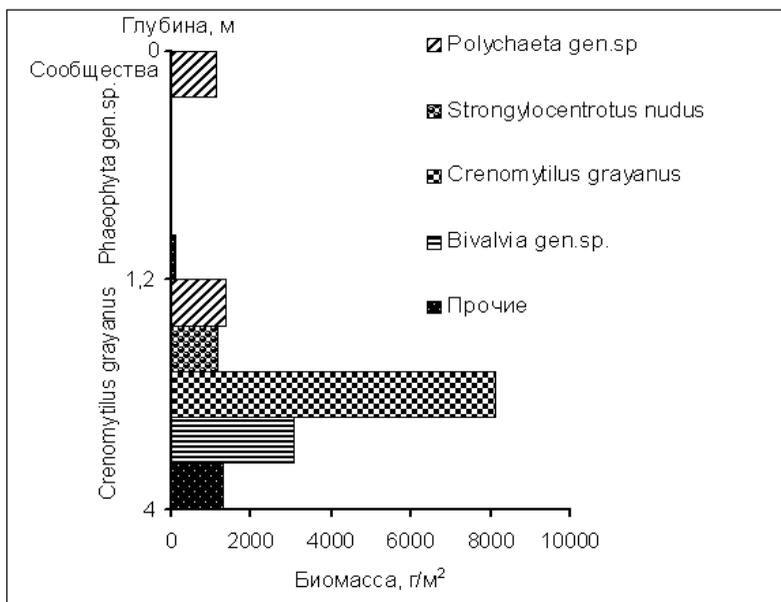


Рис. 3. Изменение состава и соотношения биомасс сообществ обрастания западной и северной частей оголовка пирса, расположенного у восточного берега бухты Житкова

Под выше рассмотренным сообществом выделено сообщество водорослей *Algae gen.sp.*, которое опускается до глубины 1,3-1,6 м. Следует отметить, что это самое бедное по количественным показателям (36,25 г/м²) сообщество обрастания причальных сооружений в бухтах Житкова и Парис. В нем зарегистрировано 9 видов обрастателей. Биомасса доминирующего вида составляет 47,1 % от общей биомассы. Наиболее значительную биомассу из характерных видов дают трубчатые черви (9,33 г/м²).

Глубже вышерассмотренного сообщества и до глубины 2,2-2,8 м обрастание представлено сообществом *Balanus rostratus* + *Asterina pectinifera*. В этом сообществе встречается 6 таксонов водорослей и животных. Средняя биомасса обрастания составляет 124,27 г/м², 49,36 % и 35,41 % дают доминирующие виды.

В придонном участке сооружения с глубины 2,2-2,8 м и до дна расположено сообщество *Crenomytilus grayanus* + *Balanus rostratus*, в его составе зарегистрировано 34 таксона водорослей и животных. Доминирующие виды дают 52,3 % и 31,4 % средней биомассы сообщества (73791,93 г/м²). К субдоминирующим видам отнесены двустворчатые моллюски *M. kurilensis* (7228,79 г/м² при 221 экз./м²) и *Chlamys farreri nipponensis* (1545 г/м² при 17 экз./м²).

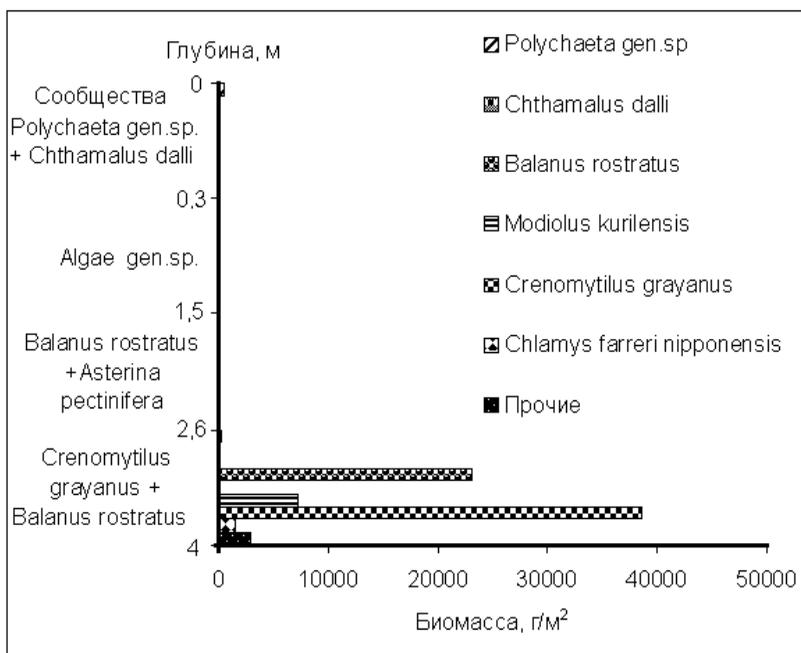


Рис. 4. Изменение состава и соотношения биомасс сообществ обрастания восточной и южной частей оголовка пирса, расположенного у восточного берега бухты Житкова

Причалное сооружение, расположенное у западного берега южной части бухты Парис (рис. 1-3).

Причалное сооружение в виде дамбы с оголовков из корытного шпунта и бетонным верхним строением. Следует отметить, что бетонное верхнее строение имеет гидрозащитный козырек, но он не опускается ниже зоны переменного погружения, как и на вышерассмотренном причальном сооружении. Поэтому корытный шпунт в зоне переменного погружения подвержен сильной коррозии. Глубина у основания – 4,5 м, грунт – черный ил, дно захлаплено металлоломом.

В обрастании подводных части оголовка пирса выделено 2 сообщества обрастания и зарегистрировано 28 видов обрастателей.

В зоне переменного погружения оголовка причала выделено сообщество усонюгих раков *Chthamalus dalli* (рис. 5). В его составе зарегистрированы представители 4 таксонов гидробионтов. Средняя биомасса сообщества равна $70,47 \text{ г/м}^2$, более 82 % дает доминирующие виды. Характерными видами является молодь гастропор (7 г/м^2 при 33 экз./ м^2) и полихеты ($5,33 \text{ г/м}^2$ при 33 экз./ м^2). Кроме указанных гидробионтов в этом сообществе встречены амфиподы.

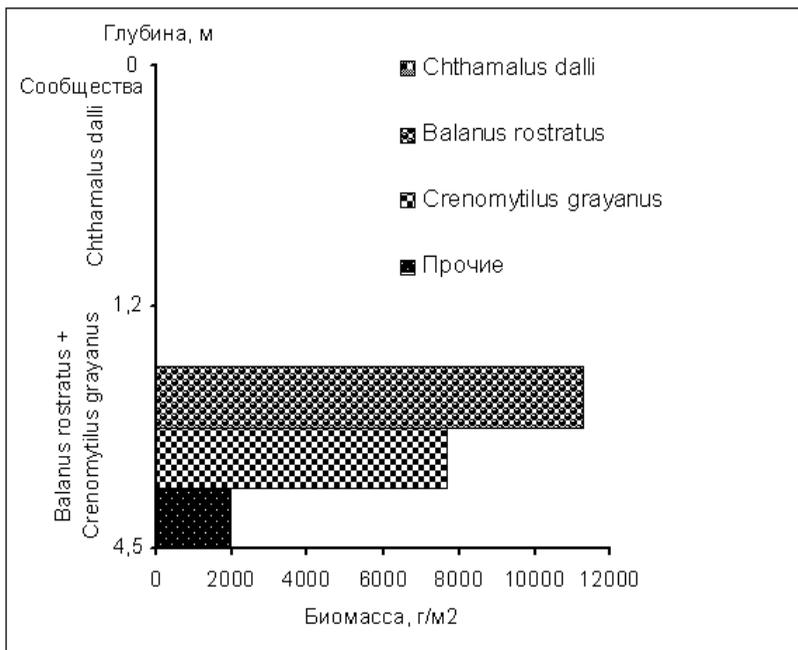


Рис. 5. Изменение состава и соотношения биомасс сообществ обрастания оголовка пирса, расположенного у западного берега южной части бухты Парис

Ниже сообщества *Chthamalus dalli* и до дна расположено сообщество *Balanus rostratus* + *Crenomytilus grayanus*. В составе этого сообщества обрастания зарегистрированы представители 27 таксонов гидробионтов. Средняя биомасса данного сообщества достигает $20915,65 \text{ г/м}^2$. На долю доминирующих видов приходится 55,3 % и 36,8 % биомассы. К субдоминирующим видам относятся иглокожие: морские ежи *S. nudus* ($474,5 \text{ г/м}^2$ при 8 экз./ м^2) и морские звезды ($795,33 \text{ г/м}^2$ при 75 экз./ м^2). Характерными видами этого сообщества являются трубчатые полихеты, корковые водоросли, двустворчатые моллюски *C. gigas* и асцидии.

В результате обработки материала установлено, что в обрастании причальных сооружений бухты Парис зарегистрировано 46 видов и таксонов более высокого ранга водорослей и животных макрообрастателей.

В вертикальном распределении сообществ обрастания исследуемого района, так же как и в западной части зал. Петра Великого и в зал. Находка [13, 14], прослеживается два горизонта обрастания. Верхний горизонт занимает приливо-отливную зону и опускается до глубины 0,9-1,2 м (зона переменного погружения). В этом горизонте отмечены сообщества обрастания, сформировавшиеся в весенне-летний период текущего года. Это происходит потому, что гидрологический режим верхнего горизонта значительно изменяется в течение года. Эти изменения обусловлены сгонно-нагонными ветрами, вызывающими изменения уровня моря. Сгонно-нагонные колебания уровня воды носят сезонный характер. Под воздействием зимнего муссона, когда постоянно дуют сильные северные ветры и атмосферное давление высокое, с ноября по март происходит понижение уровня моря. Самый низкий уровень воды отмечен в феврале. В период летнего муссона, когда преобладают южные ветры, а атмосферное давление низкое, уровень воды повышается. Многолетние средние амплитуды колебания уровня моря составляют 0,9-1,3 м. Приливы в рассматриваемом районе неправильные полусуточные, средняя величина сизигийного прилива 0,2-0,3 м [15].

Важным фактором, влияющим на состав и распределение обрастателей верхнего горизонта, является ледовый режим. Лед в исследуемом районе появляется в конце ноября начале декабря и исчезает в конце марта [15]. Средняя толщина льда колеблется от 0,4 до 0,8 м.

В связи с вышесказанным в зимний период прикрепленные организмы обрастания, обитающие в верхнем горизонте, элиминируют под воздействием длительного осушения и истирания льдом. Ежегодно в весенне-летний период здесь формируются сообщества обрастания, характерные для пионерной стадии биологической сукцессии. В верхнем горизонте отмечены сообщества *Algae gen.sp.*, *Polychaeta gen.sp.*, *Polychaeta gen.sp.* + *Chthamalus dalli*, *Chthamalus dalli*.

Нижний горизонт занимает сублиторальную зону причальных сооружений с глубины 1-1,2 м до их основания. Для него характерно многолетнее обрастание. В нижнем горизонте причальных сооружений отмечены следующие сообщества обрастания: *Crassostrea gigas* + *Crenomytilus grayanus* + *Modiolus kurilensis*, *Crenomytilus grayanus*, *Balanus rostratus* + *Asterina pectinifera*, *Crenomytilus grayanus* + *Balanus rostratus*, *Balanus rostratus* + *Crenomytilus grayanus*.

Биомасса обрастания этих сообществ исчисляется десятками кг/м² при максимальном значении 73791,9 кг/м² в обрастании восточной и южной частей оголовка пирса, расположенного у восточного берега бухты Житкова (сообщество *Crenomytilus grayanus* + *Balanus rostratus*).

Библиографический список

1. *Протасов А.А., Сергеева О.А., Кошелева С.И., Кафтанникова О.Г.* Гидробиология водоемов-охладителей тепловых и атомных электростанций Украины. Киев: Наук. думка, 1991. 192 с.
2. *Зевина Г.Б.* Биология морского обрастания. М.: Изд-во МГУ, 1994. 133 с.
3. *Зайцев Ю.П., Яценко В.А.* Экологические аспекты гидротехнического строительства в прибрежной зоне моря // Биология моря. 1983. № 5. С. 62-66.
4. *Русанов И.В.* Экологический дизайн при формировании природно-технических систем на континентальном шельфе: Тез. докл. III науч.-техн. конф. Крыма «Вклад молодых ученых и специалистов в решение современных проблем океанологии и гидробиологии». Севастополь: ИНБЮМ, 1988. С. 101.
5. *Брегман Ю.Э., Калашников В.З.* Состояние, проблемы и перспективы культивирования двустворчатых моллюсков в Приморье: Тез. докл. IV всесоюз. совещания по научно-техническим проблемам марикультуры. Владивосток. 1983. С. 144-145.
6. *Котловская Т.П.* Средства защиты от обрастания: Обзор. Препринт ОНТИ ЦПКТБ Дальрыбы. Владивосток, 1984. 18 с.
7. *Стоценко А.А.* 1984. Гидробиотехнические сооружения. Владивосток: Изд-во ДВГУ, С.136.
8. *Hoskin Charles M., Courtney Dermott.* Biodeposition by a Fouling Community in the Indian River, Florida // «Estuaries». 1983. P. 243-246.
9. *Левин В.С.* Технология разработки и воспроизводства морских биологических ресурсов // Подводная технология. Л.: Судостроение, 1981. С. 159-196.
10. *Уитон Ф.* Техническое обеспечение аквакультуры. М.: Агропромиздат, 1985. 528 с.
11. *Кашин И.А.* Методика изучения обрастания гидротехнических сооружений с помощью легководолазной техники // Подводные гидробиологические исследования. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1982. С. 42-47.
12. *Воробьев В.П.* Бентос Азовского моря // Тр. АзЧерНИРО. Вып. 13. Симферополь: Крымиздат, 1949. 193 с.
13. *Кашин И.А., Звягинцев А. Ю., Масленников С. И.* Обрастание гидротехнических сооружений в западной части залива Петра Великого Японского моря // Биол. моря. 2000. Т. 26, № 2. С. 86-94.
14. *Кашин И.А., Багаева Э.В., Чаплыгина С.Ф.* Обрастание гидротехнических сооружений в заливе Находка (Японское море) // Биол. моря. 2003. Т. 29, № 5. С. 307-319.
15. Лоция северо-западного побережья Японского моря от реки Туманная до мыса Белкина. ГУНиО, 1984. 319 с.

МОРФОЛОГИЯ Фолликулярных Клеток в Яичнике у Травяного Шримса *Pandalus latirostris*

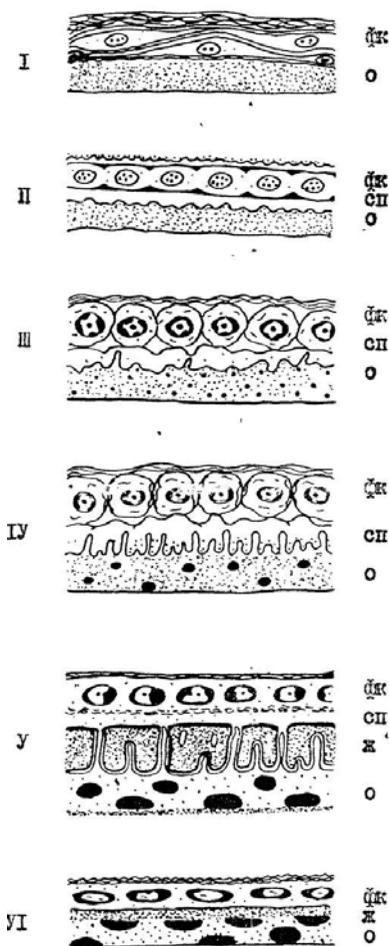
В.И. Ковалева, ВГМУ, Владивосток

*Гистохимическими методами и методами электронной микроскопии исследованы клетки фолликулярного эпителия в яичнике у травяного шримса *Pandalus latirostris*. Показано, что в созревании ооцита важную роль играют фолликулярные клетки. Субмикроскопическое исследование клеток фолликулярного эпителия на разных этапах оогенеза выявило динамику их морфологии, изменение количества клеточных органоидов, коррелирующих с характером функционирования фолликулярного эпителия на разных этапах оогенеза. В развитии фолликула выделено шесть стадий.*

Фолликулярный тип оогенеза свойственен подавляющему большинству животных (Айзенштадт, 1984). В литературе, посвященной проблемам роста женской половой клетки, большое внимание уделено происхождению и функциям фолликулярных клеток. Эти клетки в яичниках одних животных играют роль барьера, который избирательно пропускает в ооцит те или иные вещества, необходимые для роста ооцита и накопления в нем желтка (Williams, 1965). У других животных фолликулярные клетки синтезируют вещества, идущие на построение вторичных яйцевых оболочек. Закономерности развития фолликулярного эпителия у некоторых десятиногих ракообразных исследованы Ganion, Kessel, 1972, Talbot, 1981, Brenelin, 1982, O. Donovan et al., 1984. Авторами показано, что развивающиеся ооциты находятся в контакте с фолликулярными клетками. Последние образуют вокруг него фолликул, через стенку которого осуществляется регуляторные и трофические связи материнского организма с ооцитом вплоть до овуляции.

Ранее нами было установлено, что у травяного шримса *Pandalus latirostris* экзогенный желток поступает в ооцит через поры желточной оболочки путем пиноцитоза (Ковалева, Плюсин, 1986). Данные об ультраструктурной организации фолликулярного эпителия в яичнике у травяного шримса *Pandalus latirostris* отсутствуют. В настоящей работе методами световой и электронной микроскопии исследовалось развитие фолликулярного эпителия в яичнике травяного шримса *Pandalos latirostris* на разных стадиях большого роста ооцитов.

Материалом для исследования служили гонады травяного шримса *Pandalus latirostris* Rathbun из пролива Старка Японского моря. Гонады фиксировали 4%-м нейтральным формалином, в спирте, спирт-пикриновой кислоте, жидкостях Буэна, Крауна, Чиаччо и заливали в парафин. Полученные срезы окрашивали азином, гематоксилином-эозином, железным гематоксилином по Гейденгайну. РНК выявили гал-



I-VI стадии развития фолликулярного эпителия травяного шримса.

Обозначения: фк – фолликулярный эпителий; о – ооцит;

сп – субфолликулярное пространство; ж – желточная оболочка

лоцианином, белки – прочным зеленым. Для выявления гликогена и полисахаридов применяли методы МакМануса и Шабодаша. Кислые полисахариды определяли методом Хейле. Для изучения нейтральных жиров применяли смесь судана 3 и 4, фосфолипиды выявляли суданом «В» черным.

Для электронно-микроскопического исследования кусочки гонад фиксировали 2,5%-м раствором глутарового альдегида на 0,1 М фосфатном буфере, pH 7,8, содержащем 0,5 % нейтрального формалина и 17 % сахарозы, при 4 °С в течение 2 часов. Дофиксировали 1%-м раствором четырехокси осмия на фосфатном буфере, содержащем 27 % сахарозы в течение 1 часа. Материал заключали в эпон-812. Срезы контрастировали 2%-м раствором уранил-ацетата и просматривали в электронном микроскопе EM-100 В.

Результаты и обсуждения.

Развитие ооцитов происходит с участием фолликулярных клеток. Формирование фолликулярных клеток прослежено с начальных этапов развития фолликула до овуляции. На основании морфологических исследований в ходе оогенеза у травяного шримса выделено шесть стадий развития фолликулярных клеток (рисунок). Две стадии совпадают с цитоплазматическим периодом роста ооцитов, четыре – с трофоплазматическим.

I – стадия развития фолликулярных клеток. Эта стадия охватывает овогониальный и ранний периоды роста ооцитов. Ооцит окружен отростками фолликулярных клеток или же на своей поверхности имеет единичные фолликулярные клетки округлой или неправильной формы. Ядра фолликулярных клеток содержат плотные глыбки хроматина и вакуоли. Большое ядро фолли-

кулярной клетки одето тонким слоем цитоплазмы, которая содержит рибосомы и большое количество мелких вакуолей, единичные митохондрии и плоские цистерны эндоплазматического ретикулула. Отростки фолликулярных клеток представляют собой выросты цитоплазмы и покрыты микроворсинками.

II – стадия развития фолликулярного эпителия. Неправильной формы, фолликулярные клетки распределяются на поверхности ооцита, образуя единый слой. Вдоль его формируется базальная мембрана. Ядро фолликулярной клетки заполнено плотнозернистым хроматином. Цитоплазма обогащается большим количеством рибосом, цистернами гладкого и шероховатого эндоплазматического ретикулула. В апикальных частях клеток располагаются диктиосомы аппарата Гольджи и митохондрии. Имеются включения в виде глобул, пузырьков, секреторных гранул и липидных капель. Предполагается, что фолликулярные клетки участвуют в синтезе превителлогенных веществ, состоящих из нейтральных углеводов.

III – стадия развития фолликулярного эпителия. Фолликулярные клетки неправильной формы, располагаются черепицеобразно. Хроматин ядра сосредоточен по периферии. В цитоплазме увеличивается количество вакуолей с электронно-плотным содержимым, сложных тел с плотным или зернистым матриксом и липидных включений. На апикальной поверхности фолликулярных клеток появляются выпячивания. Субфолликулярное пространство расширяется и заполняется веществом светлой электронной плотности, в котором имеются микроворсинки и отростки фолликулярных клеток.

IV – стадия развития фолликулярного эпителия. Фолликулярные клетки овальной или неправильной формы. Между фолликулярными клетками наблюдается появление обширных межклеточных пространств. В цитоплазме увеличивается количество органелл по сравнению с предыдущей стадией. В апикальной части присутствует большее количество митохондрий и микротрубочек; наблюдается разрушение крупных вакуолей, содержимое которых через разрыв плазматической мембраны освобождается в субфолликулярное пространство. В основании микроворсинок ооцита формируется осмиофильное вещество желточной оболочки.

V – стадия развития фолликулярного эпителия. Фолликулярный эпителий уплощается. Ядра фолликулярных клеток овальные или вытянутые. Субфолликулярное пространство пронизано микроворсинками ооцита и отростками фолликулярных клеток. Желточная оболочка ооцита представлена слоем электронно-плотного материала, исчерчена каналами, содержащими микроворсинки и отростки фолликулярных клеток. В цитоплазме увеличивается число сложных тел и вакуолей с электронно-плотным содержимым.

VI – стадия развития фолликулярного эпителия. Фолликулярные клетки сильно уплощены. Ядра их вытягиваются параллельно цитоплазматической мембране ооцита. Цитоплазма заполнена аутофагаль-

ными вакуолями, свидетельствующими о дегенерации фолликулярного эпителия. Микроворсинки ооцита и отростки фолликулярных клеток редуцируются. Исследованиями Sohjeide (1983) предполагается, что часть микроворсинок оказывается внутри эндоцитозных каналов и принимает, таким образом, участие в формировании желточных включений. После нереста фолликулярный эпителий истончен и прилегает к рыхло-волокнистому субфолликулярному слою желточной оболочки, к которой прилегают и кортикальные альвеолы ооцита. Гинсбург (1968) полагает, что кортикальные альвеолы принимают участие в формировании оболочки оплодотворения. Затем фолликулярный эпителий отходит от ооцита и дегенерирует.

Фолликулярные клетки являются полифункциональными элементами, выполняющими в гонаде фагоцитозную, трофическую, опорную и гормональную функции, что показано для других десятиногих ракообразных (Linder, 1959; Charuieux-Cotton, 1978; Zerbib, 1980; Lurfort, 1980; Arcier, Brenelin, 1982 и др.).

Формирование фолликула у травяного шримса начинается около оогониев и юных ооцитов, одетых одиночными имеющими неправильную форму клетками. Позже эти клетки формируют на поверхности ооцита единый слой фолликулярного эпителия. Формирование фолликула заканчивается к концу цитоплазматического роста. Это связано с изменениями физиологии развивающегося ооцита, переходящего к периоду трофоплазматического роста (Сакун, 1970).

На протяжении оогенеза изменяются и гистохимические свойства фолликулярных клеток. Так, на первых стадиях цитоплазма фолликулярных клеток интенсивно базофильна, к пятой стадии базофилия уменьшается, а к шестой – проявляет слабую оксифилию. При светооптических наблюдениях до четвертой стадии клеточные границы не выявляются. Причиной их невыявляемости следует считать чрезвычайно тесный контакт клеточных мембран фолликулярных клеток на протяжении первой половины развития фолликула, а также их черепицеобразное расположение. Такое расположение клеток фолликулярного эпителия описано у рыб (Jollie, Jollie, 1964; Droler, Roth, 1966; Flugel, 1967). Биологический смысл черепицеобразного расположения клеток состоит, по-видимому, в том, что при сохранении его непрерывности увеличивается протяженность эпителиального пласта.

На протяжении цитоплазматического и начала трофоплазматического роста основной транспорт веществ к ооциту, по-видимому, осуществляется опосредованно через цитоплазму фолликулярных клеток. Об этом свидетельствуют картины пиноцитоза и богатство цитоплазмы фолликулярных клеток органоидами. Это доказывает участие клеток фолликулярного эпителия в синтезе предшественников желтка. Транспорт веществ по межклеточным пространствам в этот период едва ли значителен в связи с очень плотными контактами клеточных мембран соседствующих фолликулярных клеток. Начиная с четвертой стадии, потребности ооцита в поступлении питательного материала возраста-

ют. К транспорту через цитоплазму фолликулярных клеток присоединяется транспорт веществ к ооциту по межклеточным промежуткам, которые в этот период заметно расширяются. Можно думать, что по мере расширения клеточных пространств, а у травяного шримса они становятся чрезвычайно обширными, межклеточный транспорт веществ становится преобладающим (Равен, 1964; Norgvevang, 1968). В синтетической деятельности фолликулярного эпителия в этот период преобладает оболочкообразовательная функция. Важно подчеркнуть значение перфорированности желточной оболочки канальца, заключающимися в себе микроворсинки ооцита и отростки фолликулярных клеток, благодаря чему контакт ооцита и клеток фолликулярного эпителия сохраняется на протяжении трофоплазматического периода.

Библиографический список

1. *Айзенштадт Т.Б.* Цитология оогенеза. М.: Наука, 1984. 247 с.
2. *Гинзбург А.С.* Оплодотворение у рыб и проблема полиспермии. М.: Наука, 1968. 358 с.
3. *Равен Х.* Оогенез. М.: Мир, 1964. 302 с.
4. *Ковалева В.И., Плюснин В.В.* Ультраструктурная характеристика овоцитов травяного шримса из залива Петра Великого // Биол. моря. № 6. 1986. С. 32-36.
5. *Arcier J.M., Brehelin M.* Etude histologique et ultra structurale du tissu folliculaire au cours des cycles de development ovarien chez Palaemon adspersus. Arch. Bio., Belg., 1982, v.93, №1, p.79-97.
6. *Chamiaux-Cotton H.* L'ovogenese, la vitellogenine et leur controle chez la Crustacee Amphipode Orhestia gammarellus (Pallus). Comparaison avec d'autres Malacostraces. Arch. Zool. Exp. Gen., 1978. V. 119. P. 365-397.
7. *Droler M.J., Roth T.F.* An electron microscope stude of yolk formation during oogenesis in *Lebistes reticulates Guppyi*. J. Cell. Biol., 1966. V. 28. P. 209-232.
8. *Flugel H.Z.* Elektronenmikroskopische Untersuchungen an activity during the development of the Goldi apparatus in amoebae. J. Cell Sci., 1978. V. 34. P. 53-55.
9. *Ganion L.R., Kessel R.G.* Intracellular synthesis, transport and packaging of proteinaceous yolk in oocytes of *Orconectes immunis*. J. Cell. Biol., 1972. V. 52. P. 420-437.
10. *Linder H.J.* Studies on the fresh water fairy shrimp *Chirocephalus bundyi* (Forbes). I. Structure and histochemistry of the ovary and accessory reproductive tissues. J. Morph., 1959. V. 104. P. 1-59.
11. *O'Donovan p., Abraham M., Cohen D.* The ovarian cycle during the intermoult in ovigerous *Macrobrachium robenbergii*. Aquaculture, 1984. V. 36. P. 347-358.
12. *Schjeide O.A., Wilkins M., McCandless R.G., Mur R., Peterson M., Carlsen E.* Liver synthesis, plasma transport and structural alterations accompanying passage of yolk proteins. Amer. Zool., 1963. V. 3. P. 167-184.

13. Talbot P. The ovary of the Lobster, *Homarus americanus* L. Architecture of the Mature Follicle and Origin of the Chorion. J. Ultrastruct. Res., 1981b. V. 76. P. 249-262.

14. William G. Maturational changes in the ovarian lipid spectrum of the pinh shrimp *Panaeus diororum duorum*. Comp. Biochim. and Physiol., 1974. V. 49. № 3. P. 511-524.

15. Zerbib C. Ultrastructural observations of oogenesis in the Crustacea Amphipoda *Orchestia gammarella* (Palles). Tissue and Cell., 1980. V. 12. P. 47-62.

УДК 595.384.12

СЕЗОННОЕ ИЗМЕНЕНИЕ РЕПРОДУКТИВНОЙ БИОЛОГИИ ТРАВЯНОГО ШРИМСА *PANDALUS LATIROSTRIS*

В.И. Ковалева, ВГМУ, Владивосток

*Исследована репродуктивная система травяного шримса *Pandalus latirostris*. Полученные данные по гистологической организации и клеточному составу половых желез дополняют сведения о репродуктивной биологии травяного шримса и позволяют определить сроки их полового созревания и нереста.*

Травяной шримс *Pandalus latirostris* относится к типу членистоногих (Arthropoda), классу ракообразных (Crustacea), подклассу высших раков (Malacostraca), отряду десятиногих раков (Decapoda), подотряду креветок (Natantia) и семейству Pandalidae.

Креветки рода *Pandalus* Leach, 1814 широко распространены в Мировом океане и имеют важное коммерческое значение. Наиболее характерным видом рода считается *P. latirostris* Rathbun, 1902 (= *P. kessleri* Czerniavskii, 1878 (nomen nudum)). Этот вид наиболее обычен в Японском море, где вылавливается в больших количествах. Исследования закономерности гаметогенеза этих животных представляет помимо теоретического также и практический интерес.

Травяной шримс *Pandalus latirostris* – протандрический гермафродит, на втором году жизни он достигает половой зрелости и функционирует как самец, а в начале третьего года становится самкой. Гонада травяного шримса, по данным Иванова и Стрелкова (1949), состоит из двух удлинённых долей, соединённых перешейком; от нее отходят две пары половых протоков: передняя – яйцеводы, задняя – семяпроводы. У животных, функционирующих как самцы, семяпроводы развиты хорошо, а яйцеводы слабо. После инверсии пола начинают функционировать яйцеводы, а семяпроводы дегенерируют, хотя полностью и не исчезают.

Травяного шримса *P. latirostris* вылавливали в проливе Старка и бухте Восток залива Петра Великого Японского моря. Исследовали животных длиной от 30 до 130 мм. Измерение проводили от основания глаза до конца тельсона с точностью до 1 мм (рис. 1). Кусочки гонад фиксировали в 4%-ом формалине и смеси Буэна. После заливки в парафин срезы толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилин-эозином и гематоксилином по Гейденгайну.

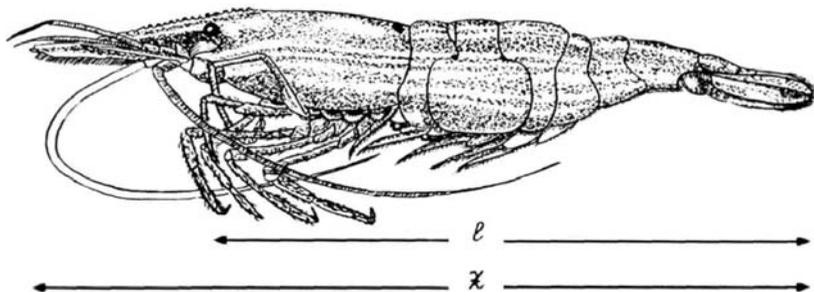


Рис. 1. Схема промеров травяного шримса.
Обозначения: Z – общая длина животного; L – промысловая длина

Осенью на первом году жизни, креветка достигает размера 40-50 мм. Животные ювенильные, их гонады – бисексуальные. В половых железах ювенильных креветок и самцов имеются зоны, в которых постоянно наблюдаются овоциты малого и раннего протоплазматического роста (рис. 2), что описано в гонадах других креветок как зоны пролиферации (King, 1948). Женские половые клетки представлены оогониями и ооцитами малого роста. В семенниках, окружающих зону пролиферации, сперматогонии дифференцируются в сперматоциты I и II. Созревания половых клеток в первый осенний период не происходит, и они подвергаются резорбции. Резорбция полового материала подготавливает гонады к очередному половому циклу. Зимой наблюдается увеличение фолликула и массы гонады. У травяного шримса дифференцировка мужских половых клеток характеризуется ярко выраженной синхронностью. (Ковалева, 1982). Развитие половых клеток имеет сезонный характер. Сперматогонии наблюдаются осенью, зимой, весной; сперматоциты I и II- летом, а зрелые гаметы появляются в конце августа, начале сентября. Во второй осенний период, на втором году жизни, происходит вымет сперматозоидов. Размер исследованных в этот период животных достигает 70-75 мм. После нереста гонады уменьшаются в размере. Фолликулы пустые или содержат небольшое количество спермиев. В октябре-ноябре мужские половые клетки дегенерируют, в гонадах наблюдаются фолликулярные и женские половые клетки. Происходит инверсия пола. Размеры животных в этот период достигает 75-85 мм.

Гонады начинают функционировать как яичники. Ооциты на всех стадиях развития, включая первичный вителлогенез, имеются постоянно. Оогонии отмечаются после нереста и ранней весной. С апреля начинается рост ооцитов, постепенно увеличиваются размеры ядер и ядрышек, в конце августа – начале сентября наблюдаются созревшие гаметы. Дифференцировка женских половых клеток у травяного шримса имеет ярко выраженную асинхронность (Ковалева, 1982). Эти особенности гаметогенеза позволяют креветкам в теплых районах нереститься более двух раз в год. (Oka, Shirhata, 1965).

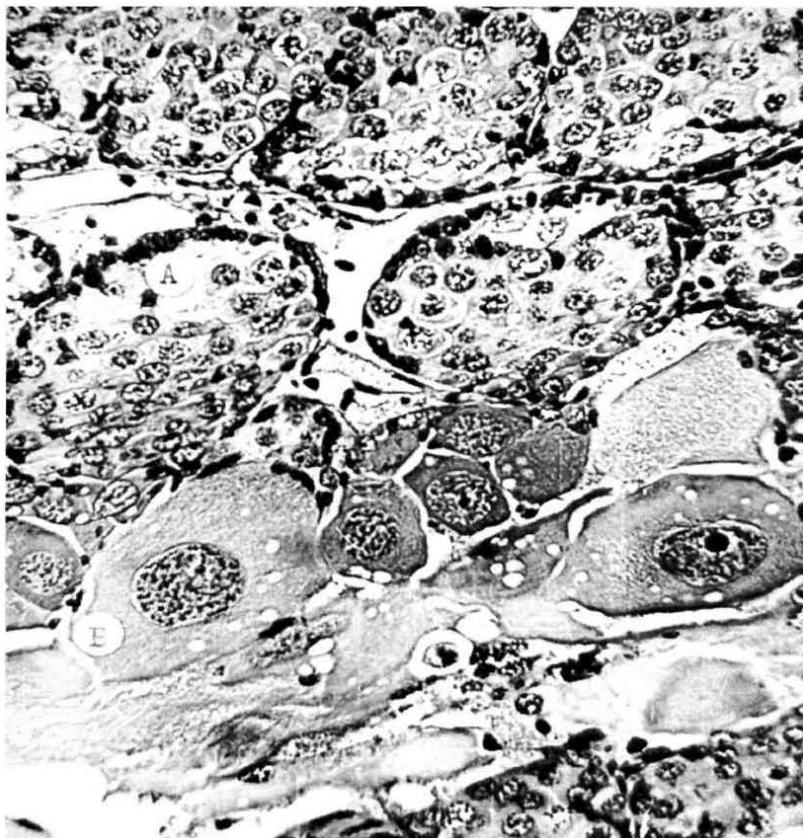


Рис. 2. Поперечный срез гермафродитной мужской половой железы травяного шримса *Pandalus latirostris*
Окраска гематоксилином-эозином. Ув. об.10, ок.15.
Обозначения: А – фолликулы с размножающимися мужскими половыми клетками; Б – женские половые клетки

На основании полученных нами данных, мы считаем вполне обоснованным разделить половой цикл самцов и самок на пять стадий.

I стадия – половой инертности. Наступает в сентябре и длится до января. При визуальном наблюдении гонады вялые и полупрозрачные. Фолликулы семенников пустые или содержат незначительное количество резорбирующихся невыметанных мужских половых клеток, преобладают фолликулярные клетки. В яичниках видны немногочисленные ооциты малого и большого роста, а также резорбирующиеся созревшие гаметы.

II стадия – начала развития. На этой стадии развитие гонады продолжается с января по апрель. В гонадах появляется новое поколение половых клеток. Активная пролиферация зародышевого эпителия приводит к образованию гоний и фолликулярных клеток. В развивающихся семенниках видны сперматогонии и сперматоциты I. В яичниках преобладают ооциты раннего протоплазматического роста. Параллельно продолжается резорбция ооцитов предыдущей генерации.

III стадия – быстрого роста. Протекает в мае, июне. В этот период в фолликулах преобладают сперматоциты, идет массовый мейоз. В яичниках накапливаются ооциты трофоплазматического роста.

IV преднерестовая стадия. Половые железы приближаются к состоянию максимального развития. Особи на этой стадии появляются в июле. В семенниках наблюдается спермиогенез. В яичниках преобладают ооциты позднего трофоплазматического роста.

V нерестовая стадия. Половые железы достигают максимальной величины. Семенники заполнены зрелыми сперматозоидами, яичники ооцитами, закончившими рост. Креветки вступают в нерест, происходит выведение половых продуктов. Нерест начинается в конце августа, начале сентября при температуре воды 18-20 °С.

Травяной шримс *Pandalus latirostris* – протандрический гермафродит. В течение первой половины жизни животное является самцом, а после сексуальной инверсии функционирует как самка. В репродуктивном цикле травяного шримса можно выделить следующие периоды: период сперматогенеза, который длится около полутора лет и протекает в гермафродитной железе; первый нерестовый период, в котором гонада функционирует как мужская; период оогенеза; второй нерестовый период, в котором гонада функционирует как женская.

Мужская репродуктивная система травяного шримса *P. latirostris* представлена парными семенниками, имеющими как мужские, так и женские клетки. Совместное присутствие женских и мужских клеток в гонаде наблюдается только в первые два года жизни, когда особь ювенильна или креветка функционирует как самец. Доказано, что в направленном развитии клетки особая роль принадлежит гормонам. Так, на креветке *Lysmata seticaudata* показано, что дифференциация первичных гоноцитов в сперматогонии находится под контролем андрогенного гормона, вырабатываемого андрогенной железой (Charniaux-Cotton,

1958, 1961). В возрасте полутора лет происходит атрофия андрогенной железы, что активирует функцию нейрогомонов, под контролем которых протекает оогенез (Adivodo, Adivodi, 1970).

Известно, что высшие ракообразные имеют половые гормоны, наличие которых бесспорно доказано (Charniaux-Cotton, 1961). Все самцы *Malacostraca* характеризуются наличием пары «андрогенных желез», которые впервые были обнаружены в отряде *Amphipoda* у *Orchestia gammarella* (Charniaux-Cotton, 1954). Эти железы прилегают к дистальной части семяпроводов. Опыты по пересадке и удалению желез, проведенные с *Orchestia gammarella* (Charniaux-Cotton, 1954, 1957), показали, что они полностью контролируют развитие полового аппарата и наружных половых признаков самца. Пересадка андрогенной железы неполовозрелой или отложившей яйца самки превращает ее яичник в семенник. Оогенез заменяется совершенно нормальным сперматогенезом. Семенник не обладает эндокринной функцией: при его пересадке в ткани самки он не производит в последней никаких модификаций.

Некоторые виды десятиногих раков в норме характеризуются наличием консекитивного протандрического гермафродизма. Сначала животные функционируют как самцы. Далее происходит инверсия пола, которая осуществляется вследствие исчезновения андрогенных желез. Исследование гонад показало, что гоноциты, в которых уже начался сперматогенез, после исчезновения мужского гормона переключались на оогенез (Charniaux-Cotton, 1958, 1961a; Bonnenfant, 1961; Berreur-Bonnenfant, 1962).

В семенниках самцов у *Decapoda*, нередко наблюдаются ооциты, тогда как у самок никогда не бывает сперматозоидов (Charniaux-Cotton, 1968). Эти факты объясняются автономным характером оогенеза: напротив, для осуществления сперматогенеза андрогенный гормон необходим. Мужской гормон, выделяемый андрогенными железами, контролирует одновременно и сперматогенез и наружные половые признаки. Женский гормон, выделяемый яичниками, не оказывает никакого действия на половые клетки и контролирует только половые признаки самки. Автономное развитие гоноцитов в оогонии и ооциты в отсутствии андрогенного гормона, убедительно доказано. Дифференциация гоноцитов контролируется только андрогенным гормоном: его наличие определяет включение этих клеток в сперматогенез; в его отсутствии осуществляется оогенез. Таким образом, половые клетки ракообразных сами по себе не детерминированы в направлении того или другого пола. Они могут стать как ооцитами, так и сперматоцитами.

Можно полагать, что у травяного шримса *Pandalus latirostris* смена мужского гаметогенеза на женский имеет также гормональную основу.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ДАЛЬНЕВОСТОЧНОГО ТРЕПАНГА НА ОТКРЫТОЙ АКВАТОРИИ АМУРСКОГО ЗАЛИВА

**С.И. Масленников, Дальрыбвтуз;
А.Г. Подкорытов, Институт биологии моря
им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток**

Главными факторами, влияющими на распределение трепанга, являются тип грунта и глубина обитания. Максимальная плотность поселения отмечена на гальке и гравии на глубинах от 3 до 7 м, крупные особи – на песчаных и илисто-песчаных грунтах на глубинах 9-17 м. На исследованной акватории преобладали особи в возрасте 5-7 лет.

За последнее время произошли существенные изменения в численности и распределении дальневосточного трепанга в заливе Петра Великого. Целью работы является исследование распределения дальневосточного трепанга (*Apostichopus japonicus* Selenka, 1867) на открытой акватории Амурского залива.

Исследования проводились с июня по ноябрь 2003-2008 гг. на акватории хозяйства марикультуры ООО «Жилсоцсервис» в проливе между островами Рикорда-Пахтусова. Работы велись с применением легководолазного снаряжения. На каждой станции аквалангистом проводился отбор четырех проб с учетной площадки 0,25 м². Кроме этого, осуществлялся подсчет особей трепанга на площади 10 м². Составлена карта-схема грунтов исследуемого района (рис. 1). В течение периода исследований количество станций варьировало от 9 до 40 (табл. 1). Возраст определяли по весу особей [1, 2] (табл. 2,3).

Шкала «вес-возраст», полученная Бирюлиной и Козловым [3], хорошо совпадает со шкалой, полученной Брегманом [1], если первую сдвинуть на 1 год вперед. В то же время и в работе Брегмана величины веса особей для возраста 1+, на наш взгляд, завышены. На это указывает сравнение данных Брегмана со сведениями о темпах роста, зарегистрированных японскими исследователями. О более низкой скорости роста дальневосточного трепанга в возрасте 1-2 года свидетельствуют и данные, полученные Раковым [4]. Приведенные данные свидетельствуют о том, что шкалу, полученную Брегманом, следует сдвинуть на один, а Бирюлиной и Козловым – на 2 года вперед. В результате нами была составлена шкала применительно к исследуемому нами району (табл. 3).

Температурный диапазон 12-20 °С является благоприятной зоной роста для молоди трепанга [5]. Дальневосточный трепанг чувствителен к изменению солености. Наиболее благоприятна для этого вида соленость 32-35‰; нижняя граница значений солености для выживания трепанга – около 20‰ [6, 7], а его нормальное развитие происходит при солености не ниже 25‰ [8]. Диапазон типов грунтов, на которых обитает вид, чрезвы-

чайно широк. Кроме типа грунта решающее влияние на распределение оказывают профиль дна и рельеф. С рельефом грунта тесно связана обеспеченность животных убежищами [9, 2].

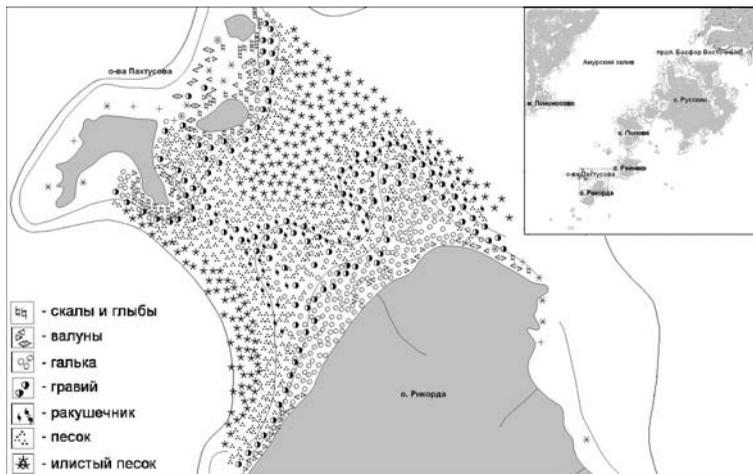


Рис. 1. Карта-схема района исследований с обозначениями грунтов

Таблица 1

Объем собранного материала

Год	Количество станций	Количество промеренных особей, экз.	Обследованные глубины, м
2003	9	31	4-14
2004	40	69	1.5-17
2005	25	43	1.5-16
2006	25	50	1.5-16
2007	40	81	1.5-17
2008	33	61	1.5-18
Итого	171	354	1.5-18

Таблица 2

Возрастная шкала веса дальневосточного трепанга

Возраст, лет	Вес, г			
1	27±9	71	1-3	15,5
2	75±21	135,5	20-30	122,5
3	135±27	188,5	-	307
4	184±21	231,5	-	472,5
5	232±25	273,5	-	-
6	272±11	306	-	-
7	305±13	334,5	-	-
8	-	358,5	-	-
Авторы	[1]	[3]	[4]	[13]

Таблица 3

**Масса тела дальневосточного трепанга разного возраста
на исследованной акватории**

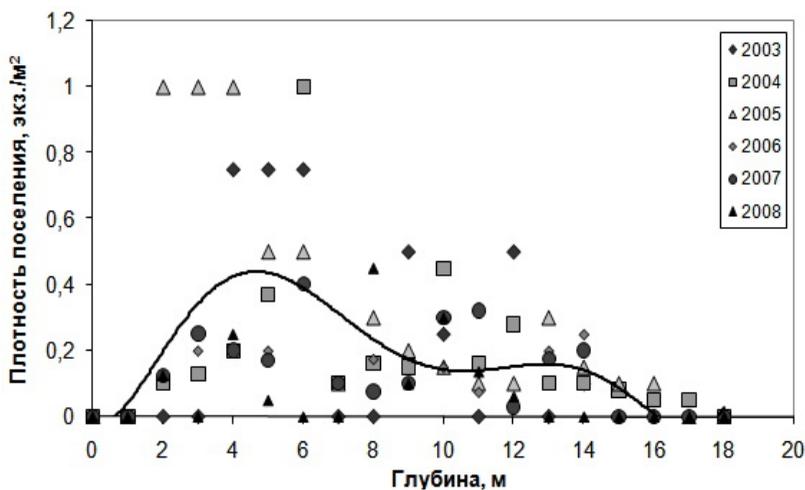
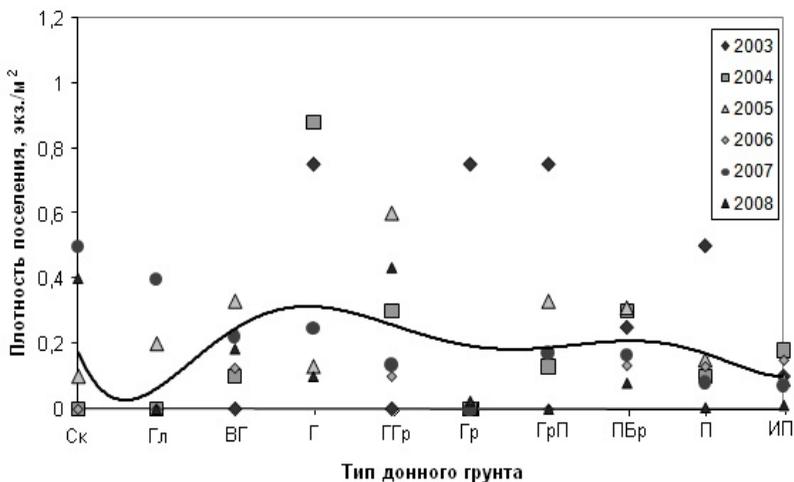
Вес особи, г	Возраст, лет
1-15	1+
16-30	2+
31-70	3+
71-105	4+
106-150	5+
151-185	6+
186-210	7+
более 210	более 7+

Акватория в районе островов Рикорда и Пахтусова обладает стабильной соленостью, не подвергается сильному распреснению за счет материкового стока даже во время тайфунов, так как с севера отделена от материка и крупных островов Амурским проливом, течение в котором направлено со стороны открытых вод залива Петра Великого. Согласно нашим данным, соленость воды на поверхности исследуемой акватории в течение года колеблется в пределах 32-34‰. Наибольшая соленость воды – 35‰ отмечается в зимнее время. Как свидетельствуют многолетние наблюдения, сезонным изменениям солености подвержен в основном верхний слой воды до глубины 5 м. Глубже изменения годового хода солености незначительны [10]. Температурный режим водной массы на открытой акватории более мягкий и менее изменчивый, чем в прибрежных водах залива. Это объясняется значительной температурной инерцией водной массы, которая обеспечивается хорошим водообменом. Максимальная температура воды на поверхности исследуемой акватории не превышает 23 °С. Температура и соленость на исследуемой акватории лежат в пределах оптимума для дальневосточного трепанга [8, 5, 7].

Мы проследили межгодовую изменчивость плотности поселения дальневосточного трепанга от типа донного грунта (рис. 2) и от глубины обитания (рис. 3).

На исследованной нами акватории плотность скоплений трепанга достигала 1 экз./м² (рис. 2, 3). Наибольшая плотность – 0,5±1 экз./м² – отмечена на грунтах с преобладанием крупных фракций – гальки и гравия, плотность 0,3±0,5 экз./м² наблюдалась на валунно-галечных, галечно-гравийных, гравийно-песчаных и песчано-ракушечных грунтах, плотность 0,1-0,2 экз./м² отмечена на песчано-гравийных, галечных и песчано-ракушечных грунтах, а наименьшая плотность поселения отмечена на мелкозернистых фракциях донного грунта (пески, илистые пески), а также на прибрежных скалах и глыбах (рис. 2).

В целом скопления трепанга располагаются до 15-метровой глубины, а наибольшая плотность поселения наблюдалась на глубинах от 3 до 7 м (рис. 3).



Весовая структура поселения трепанга на исследуемом полигоне в 2003-2005 гг. изображена на рис. 4.

По весу особей трепанга мы определили возраст. Возрастная структура скоплений представлена на рис. 4.

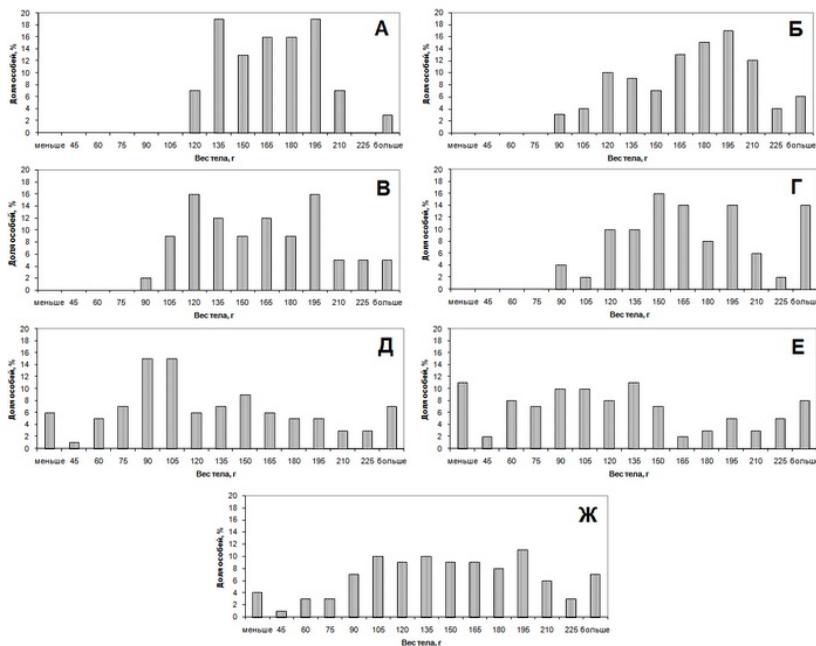


Рис. 4. Весовая структура скоплений трепанга (А – в 2003 г., Б – в 2004 г., В – в 2005 г.; Г – в 2006 г., Д – в 2007 г., Е – в 2008 г., Ж – средняя многолетняя)

Рассматривая возрастной состав скоплений трепанга в 2003-2006 гг. (рис. 5), можно заметить преобладание трех поколений в возрасте 5, 6 и 7 лет.

Основную долю скоплений в 2003-2005 гг. составляли особи в возрасте 5, 6 и 7 лет. В 2006 г. также преобладали особи в возрасте 5, 6 и 7 лет и более 7 лет. А в 2007-2008 гг. преобладали животные в возрасте 3-6 лет. Особи в возрасте 4 лет имели наименьшую долю в локальном поселении в 2004-2006 гг. (7-12 %), а в 2003 г. особи этой возрастной группы и вовсе не отмечены. Также в 2003-2006 гг. не были отмечены животные младших возрастных когорт (1-3 года). В 2007-2008 гг. их доля в скоплениях трепанга также была мала, и в совокупности не превышала 27 %.

Также мы провели анализ распределения разных возрастных групп по типам донного грунта (рис. 6) и по глубинам обитания (рис. 7).

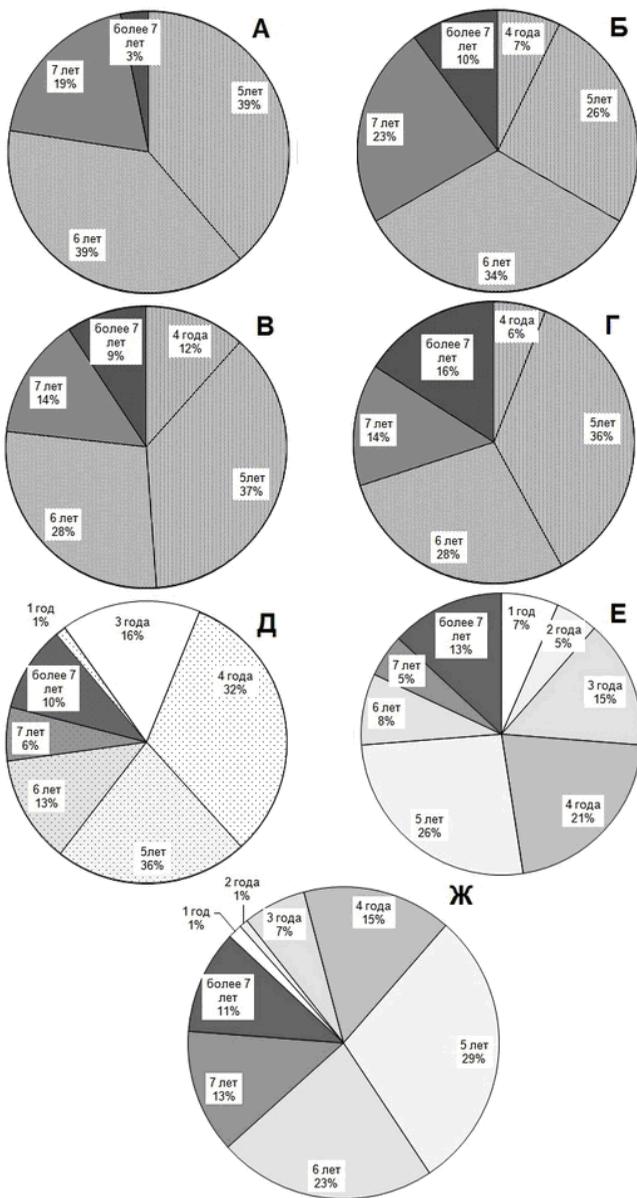


Рис. 5. Возрастная структура скоплений трепанга (А – в 2003 г., Б – в 2004 г., В – в 2005 г.; Г – в 2006 г., Д – в 2007 г., Е – в 2008 г., Ж – средняя многолетняя)

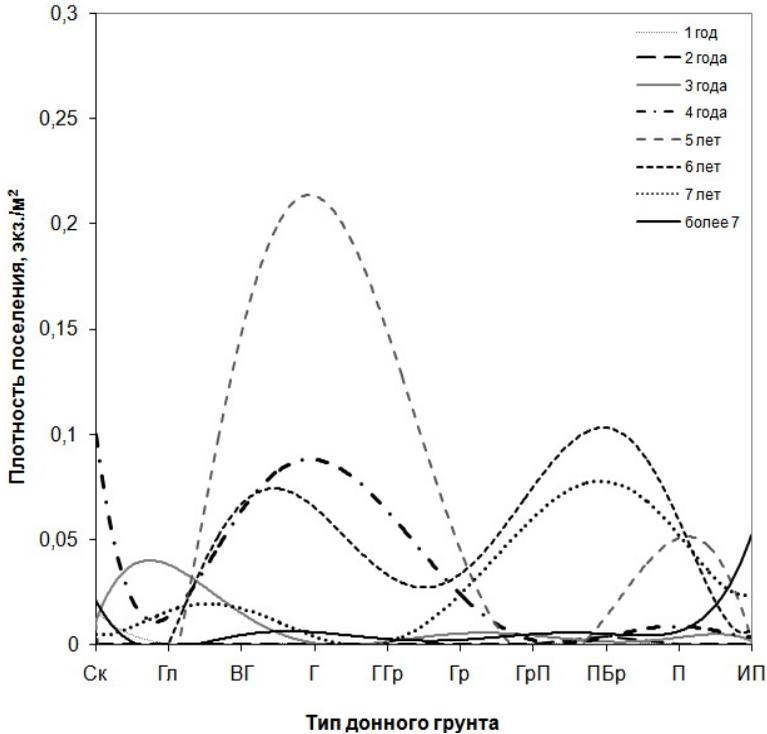


Рис. 6. Распределение возрастных групп по типам донного грунта в 2003-2008 гг. Условные обозначения те же, что и на рис. 6

Было выявлено, что молодые особи (возраст менее 5 лет) тяготеют к галечным, галечно-гравийным и валунно-галечным грунтам (рис. 6). Наиболее крупные особи (возраст более 7 лет) преимущественно встречаются на илисто-песчаных грунтах. Особи в возрасте 5 лет отмечены на галечных, галечно-гравийных, а также на валунно-галечных и песчаных грунтах. Шестилетние особи наблюдались на галечно-гравийных, песчано-ракушечных, галечных и гравийно-песчаных грунтах. Животные в возрасте 7 лет встречены как на чистых песчаных грунтах, так и с примесями гравия и битой ракушки.

Наиболее крупные особи (более 7 лет) отмечены на глубинах 14-17 м (рис. 7). Самые молодые особи (менее 5 лет) были встречены на глубинах от 1,5 до 6 м. Животные в возрасте 5 лет отмечены на глубинах 2-8 м. Особи в возрасте 6 лет наблюдались в основном на глубинах от 4 до 12 м. Семилетние особи встречены на глубинах 9-13 м. Из вышеизложенного можно заключить, что чем старше возрастная группа, тем больше становится глубина ее предпочтительного обитания.

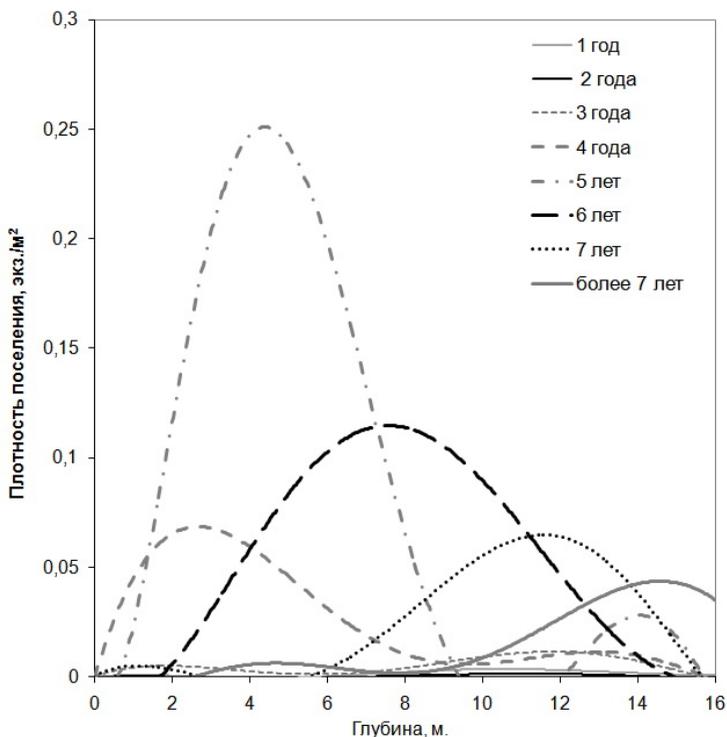


Рис. 7. Распределение возрастных групп по глубинам в 2003-2008 гг.

Для оценки влияния промысла нами была определена средняя плотность поселения для всего участка по годам (рис. 8).

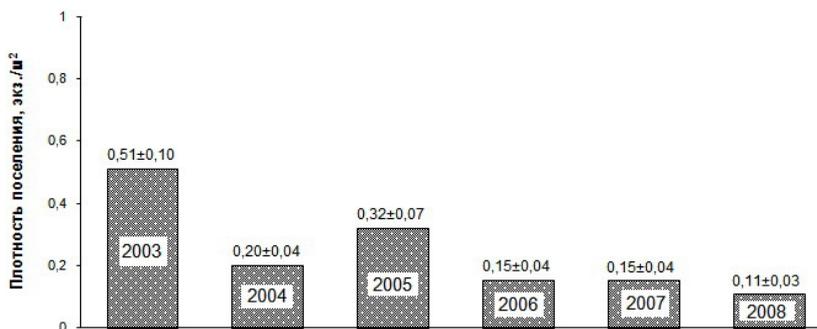


Рис. 8. Плотность поселения (экз./м²) трески в 2003 - 2008 гг.

В 1999 г. ООО «Жилсоцсервис» на грунт было отсажено 12 тыс. экз. дальневосточного трепанга поколения 1996-1998 гг. В 2003 г. ООО «Жилсоцсервис» было отсажено 10,6 тыс. экз. трепанга поколения 2002 г. В 2004 г. ООО «Жилсоцсервис» было отсажено 15 тыс. экз. трепанга поколения 2002-2003 гг.

Средняя плотность скоплений трепанга за период 2003-2004 гг. упала почти в 2,5 раза, а в 2005 г. выросла почти на 60 % по сравнению с 2004 г. К 2006 г. плотность скоплений трепанг опять упала почти в 2 раза, после чего оставалась довольно стабильной и составила порядка 0,1 экз./м² для всего исследуемого полигона в целом. Данный факт можно объяснить наложением нескольких факторов: промысловой переэксплуатацией скоплений трепанга на исследованном полигоне, межгодовой изменчивостью плотности и разной урожайностью плантаций, вызванной нерегулярностью искусственного пополнения в предыдущие годы.

На исследованной нами акватории плотность скоплений трепанга достигала 1 экз./м² (рис. 4, 5), а средняя плотность колебалась от 0,2 до 0,5 экз./м². Данные величины близки к упоминаемым в литературе [9, 2, 11, 12]. Ранее наблюдаемые средние плотности естественных скоплений трепанга отмечались в пределах от 0,1 до 1,5 экз./м². На отдельных участках плотность достигала 8,8 экз./м² [9, 2, 11, 12].

Максимальная плотность скоплений отмечена нами на грунтах с преобладанием крупных фракций – гальки и гравия на глубине от 3 до 7 м. Как правило, это были молодые особи. Взрослые крупные особи отмечены на песчаных и илесто-песчаных грунтах на глубине 9-17 м. По данным В.С. Левина [9, 2], трепанг наиболее часто встречается на твердых скалистых грунтах, каменистых россыпях с чередованием песчаных и песчано-илистых площадок. Для взрослых особей дальневосточного трепанга обычным является дно на глубине 10-15 м, покрытое галькой или мелким илистым песком. Животные массой 56-125 г в большинстве сосредотачиваются на глубине 5-7 м, а 126-1225 г – на глубине 7-9 м [2].

На исследованном нами полигоне преобладали особи в возрасте 5-7 лет. В то же время, использование шкалы, предложенной Ю.Э. Бреганом [1], показывает, что основу скоплений составляли особи в возрасте 3-4 года. Особи в возрасте 1-3 лет практически не отмечены. Скорее всего, они не попали в сборы из-за несоответствия использованной методики проведения работ для учета мелких особей. Молодь трепанга, избегая контакта с хищниками и волнового воздействия, прячется в убежищах (трещины в скалах, валуны, галька) [2]. Для точного учета молоди было необходимо проводить отдельные исследования.

Библиографический список

1. Бреган Ю.Э. Рост трепанга (*Stichopus japonicus*) в заливе Петра Великого // Зоол. ж. 1971. Т. 50. Вып. 6. С. 839-845.
2. Левин В.С. Дальневосточный трепанг. Биология, промысел, воспроизводство. СПб.: Голанд, 2000. 200 с.

3. Бирюлина М.Г., Козлов В.Ф. К методике определения возраста трепанга по весу // Зоол. ж. 1971. Т. 50. Вып. 10. С. 1564-1568.
4. Раков В.А. Темпы роста и продолжительность жизни дальневосточного трепанга в заливе Посыета // Биол. моря. 1982. № 4. С. 52-54.
5. Гаврилова Г.С. Интенсивность обмена у дальневосточного трепанга в условиях искусственного разведения // Марикультура на Дальнем Востоке. Владивосток: ТИНРО, 1986. С. 86-88.
6. Кашенко С.Д. Влияние соленостной акклимации трепанга *Stichopus japonicus* на адаптивные способности разных стадий его развития // Биол. моря. 1997. Т. 23, № 2. С. 93-100.
7. Кашенко С.Д. Влияние температуры и солености на раннее развитие трепанга *Stichopus japonicus* // Биол. моря. 1998. Т. 24, № 2. С. 103-107.
8. Гаврилова Г.С., Мокрецова Н.Д. Влияние солености на развитие личинок и молоди трепанга // Океанология. 1983. Т. 23. С. 873-875.
9. Левин В.С. Дальневосточный трепанг. Владивосток: Дальневост. кн. изд-во, 1982. 192 с.
10. Мануйлов В.А. Подводные ландшафты залива Петра Великого. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1990. 168 с.
11. Селин Н.И., Жирмунский А.В., Левин В.С. и др. Состав и распределение макроэпибентоса в Амурском заливе Японского моря // Биол. моря. 1991. № 6. С. 61-69.
12. Селин Н.И. Вертикальное распределение дальневосточного трепанга *Apostichopus japonicus* в заливе Восток Японского моря // Биол. моря. 2001. Т. 27, № 4. С. 297-299.
13. Choe S. Japanese common sea cucumber — behavior, biology and propagation of *Stichopus japonicus* Selenka. Tokyo: Kaibundo, 1963. 226 p.

УДК 678:55

ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ УПАКОВОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ ИЗ ПЛАСТМАССЫ С ЦЕЛЬЮ ИХ ДАЛЬНЕЙШЕЙ УТИЛИЗАЦИИ

Н.В. Островская; Л.В. Дуболазова, Дальрыбвтуз, Владивосток

Исследованы отходы современных упаковочных материалов из пластмассы, представляющих собой использованную упаковку для пищевых продуктов, с целью их дальнейшей утилизации. Проведен анализ типов пластмасс, попадающих в бытовые отходы, и даны рекомендации по их переработке.

Потребительский спрос на упакованную продукцию в настоящее время создал проблему уничтожения огромного количества использованного упаковочного материала. Современные технологии производства различных типов упаковочных материалов в первую очередь направлены на их применение в пищевой промышленности.

В основном упаковка, применяемая для пищевых продуктов, представляет собой пластмассу различных типов (табл. 1) или материалы, комбинированные с пластмассой.

Таблица 1

Свойства и обозначение пластмасс, широко используемых для изготовления упаковки для пищевых продуктов

Тип пластмассы	Обозначение	Химическая формула	Молекулярная масса ·10 ³	Плотность, г/см ³
Поливинилхлорид	PVC	$[-CH_2-CHCl-]_n$	10-150	1,35-1,43
Полипропилен	PP	$[-CH(CH_3)-CH_2-]_n$	300-700	0,90-0,92
Полистирол	PS	$[-CH_2-\underset{\text{C}_6\text{H}_5}{\text{C}}-]_n$ 	250-350	1,04-1,05
Полиэтилен: высокого давления (низкой плотности) низкого давления (высокой плотности)	PE	$[-CH_2-CH_2-]_n$	50-800	0,91-0,93
			50-3000	0,92-0,97
Полиэтилентерефталат	PET	$[-(-OC)_6H_4(CO)OCH_2CH_2-]_n$ 20-40		1,38-1,40

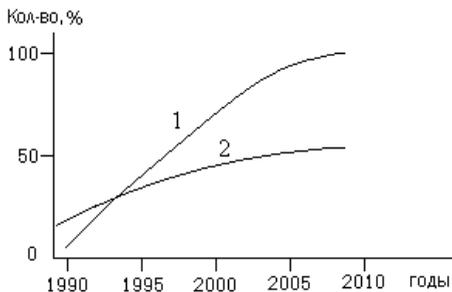
Выбор именно пластмассовых материалов для упаковки пищевых продуктов очевиден: использование пластмассы позволяет увеличить срок хранения продукции, обеспечить неизменность ее вкусовых качеств. Пластмассовая упаковка влаго-, жиро- и газонепроницаема, не пропускает запахи, устойчива к низким и повышенным температурам, к температурным колебаниям, обладает химической инертностью и стабильностью.

Использование вместо глазирования в холодильном консервировании упаковок из пластических масс, предохраняет рыбную и другую продукцию от усушки и окисления жира, повышает ее срок хранения.

За последнее время выросла потребность использования одноразовой посуды, которая, так же как и упаковочный материал, находит свое место на городских свалках. Хотя и имеются технологии прямой переработки пластиковой посуды в новую пластиковую посуду («Ресайклинг»), но данные технологии в России пока не применяются. Утилизация пластиковых отходов, в основном «пищевого» назначения, представляет собой важную задачу.

Нами, по данным выпуска упаковочной продукции, попадающей на отечественный рынок и, следовательно, после ее использования попадающей в отходы, показан рост бытовых пластмассовых отходов за последние два десятилетия (рисунок). Если до 1993 г. наблюдался рост пластмассовых отходов, преимущественно относящийся к типам пластмасс, не используемых в качестве упаковочного материала для пищевых продуктов, то к 1994 г. стал преобладать рост отходов пласт-

масс, относящихся к «пищевой» пластмассе. На сегодняшний день рост отходов упаковочной пластмассы для пищевых продуктов достиг своего максимума, так как упаковывается все: хлеб, овощи, рыба, мясо, молочные продукты и пр.



Рост количества бытовых отходов за последние десятилетия: 1 – пластмасса, используемая в качестве упаковки для пищевых продуктов и посуды, одноразового применения («пищевая» пластмасса); 2 – пластмасса общего бытового назначения

может задерживать ультрафиолетовые лучи. Товары, обжимаемые пленкой, не колются, не бьются, не повреждаются при транспортировке, могут обладать очень высокой скользящей способностью, что представляет удобным при погрузке. Пластики способны выдерживать широкий диапазон температур: могут нагреваться и охлаждаться вместе с упакованными в них продуктами.

Напомним, что пластмасса не подлежит сжиганию из-за выделения токсичных веществ, а захоронение в земле требует больших по площади полигонов, причем разложение пластмассы в земле происходит десятилетиями. Предложение экологов хоронить отходы в выработанных шахтах еще не нашло своего отклика. Тонны использованного упаковочного пластикового материала отправляются ежедневно на свалки. Решением экологической проблемы уничтожения отходов является только их утилизация.

Новые авторские разработки, касающиеся переработки бытовых пластиковых отходов в различные виды изделий и строительные материалы, представлены в работах [1-10].

В табл. 2 нами представлены сведения о видах наиболее распространенных пластиковых упаковок, используемых для пищевых продуктов. Показано, из каких материалов упаковка изготовлена, и дана исследовательская информация по сбору, очистке и возможности ее утилизации.

Применение упаковочных пластмассовых материалов обеспечивает сохранность товара, увеличивает потребительский спрос из-за привлекательности упаковки, имеет более низкую стоимость по сравнению с традиционными материалами. Прозрачность пластика придает привлекательность продаваемой продукции и выполняет функции рекламы продуктов, видимых через пленку покупателя. Товар, благодаря применению пластиковой упаковки, надежно защищен от внешних воздействий. Пластик

Таблица 2

Виды наиболее распространенной пластиковой упаковки и возможность ее утилизации

Вид упаковки	Материал	Сбор и очистка упаковки	Утилизация
	PET	Сбор и очистка не представляют трудностей, за исключением бутылок из-под масла.	Производится переработка в сырье (дробление) для производства новых изделий и в строительные материалы.
	PS или PP	Сбор и очистку возможно осуществить.	Переработка осуществляется.
	PE, PP	Сбор возможен, очистка пока невозможна.	Переработка не производится.
	Tetra Pak: PE, PET, бумага, Al	Сбор возможен, очистка возможна только для упаковки из-под соков и других напитков.	Переработка возможна, даже загрязненной упаковки.
	PE, PP, Al, бумага	Очистка не возможна.	Переработка не производится.

Из всех видов использованной пищевой пластмассовой упаковки наиболее перерабатываемыми являются полиэтиленерефталатные бутылки (РЕТ-бутылки) из-под напитков. Такие бутылки легко собирать, очищать, дробить и перерабатывать в гранулы, из которых повторно можно производить новые изделия. За последние два года утилизация полиэтиленерефталатных бутылок из-под соков, пива и других напитков в нашей стране налажена. Однако РЕТ-бутылки из-под растительного масла очистить весьма затруднительно. Их утилизация в настоящее время не производится.

На втором месте по переработке пищевой упаковки стоял бы полиэтилен (РЕ), если бы собранные отходы из полиэтилена (бутылки из-под майонеза, коробки, мешки, пакеты, пленки, крышки) можно было бы легко очищать. Технологии переработки отходов полиэтилена известны и применяются давно, однако применить их для использованной полиэтиленовой «пищевой» пластмассы, загрязненной остатками пищи, жиром, маслом, пока проблематично.

Так же из-за сложности сбора и очистки пока не подлежат утилизации полипропиленовые (РР) и полистирольные (РS) упаковочные материалы (баночки из-под йогуртов, обертки из-под мороженого, конфет, коробочки из-под лапши и т.д.).

Что касается упаковочных пакетов «Tetra Pak», то сбор и очистка таких пакетов из-под соков и напитков возможна без особых затруднений, но технологии переработки в новые изделия данного материала, состоящего из слоев пластика, картона (бумаги), алюминиевой фольги, пока не отработаны. Нами проведена переработка данной упаковки и сделаны выводы, что утилизация даже очень загрязненных пакетов возможна.

Наиболее распространены контейнеры и пленки из поливинилхлорида (РVС). Распространение поливинилхлоридных пленок на рынке нашей страны обеспечивается их низкой стоимостью, несмотря на ряд имеющихся у поливинилхлорида недостатков, например выделение вредных соединений при его нагреве.

Для замороженных готовых блюд упаковочными материалами могут быть полиэтиленовая, полипропиленовая пленка, картон или бумага, покрытая пластиком, алюминиевая фольга в сочетании с бумагой и пластиком и т.д. (Для упаковки используют также лакированный целлофан, картонные коробочки и формочки из алюминиевой фольги.) Широкое распространение получила, особенно в последнее десятилетие, вакуумная упаковка в полиэтиленовую пленку, которая позволяет сохранять продукцию достаточно долго даже при комнатной температуре, не позволяя ей засыхать. При использовании такой упаковки из-под продуктов (рыбы, мяса, сыра и пр.) на поверхности материала упаковки всегда имеется микрофлора, репродуцирующая развитие болезнетворных микроорганизмов. Несмотря на то, что слою пластика, контактирующему с продуктом, придают антибактериальные, антидрожжевые и антигрибковые свойства, это не исключает экологическую безопасность упаковочного материала, выброшенного в виде мусора. Технологий по утилизации данного упаковочного материала нет. Не утилизированный,

не собранный такой пластиковый мусор представляет собой биологическую угрозу и влияет на экологию в целом.

Необходимо срочно разрабатывать новые технологии утилизации бытовых отходов для всех видов пищевой пластмассовой упаковки.

Библиографический список

1. *Зорина Л.Г., Островская Н.В., Добржанский В.Г.* Экологическое значение перспективы утилизации пластиковых масс // Проблемы геоэкологии и рационального природопользования стран АТР: Матер. Международной науч.-практ. конф. Владивосток: Изд-во ДВГТУ, 2000. С. 118-119.

2. *Zorina L.G., Ostrovskaya N. V., Mayorov I.S., Iarmolenko T.O.* Ecological Prospects Utilization of Plastic Mass. The 13-th Scientific Symposium of Shenyang Institute of Chemical Technology and Bilateral Symposium Between China – Russia. Abstr. of papers. 2000. P. 2. China.

3. *Зорина Л.Г., Островская Н.В., Добржанский В.Г.* Экологическое значение утилизации пластмассовых материалов // Новейшие технологии в системе интеграционных процессов территорий стран АТР: Тез. докл. Первого международного инвестиционного конгресса. Владивосток: ДВГМА, 2000. С. 105-106.

4. *Островская Н.В., Зорина Л.Г.* Утилизация пластмассовых изделий бытового назначения // Приморские зори – 2000: Сб. докл. научных чтений. Владивосток: ТАНЭБ, 2000. С. 148.

5. *Зорина Л.Г., Островская Н.В., Гордиенко П.С.* Утилизация полиэтилентерефталата: Матер. Межрегиональной науч.-практ. конф. Хабаровск: ХГТУ, 2001. С. 54-57.

6. *Гордиенко П.С., Зорина Л.Г., Островская Н.В.* Экологическое значение утилизации полиэтилентерефталата: Матер. XLIV Всеросс. межвуз. науч.-практ. конф., посвященной 20-летию гидроакустического образования на Дальнем Востоке России. Владивосток: ТОВМИ, 2001, Т. 2. С. 28-29.

7. *Зорина Л.Г., Островская Н.В.* Утилизация пластиковых масс / Роль науки, новой техники и технологий в экономическом развитии регионов: Матер. Дальневост. инновационного форума с международ. участием. Хабаровск: ХГТУ, 2003, Ч. 2. С. 115-116.

8. *Островская Н.В.* Опасность угрожающая окружающей среде от появления новых технологий пластиковых масс // Приморские зори – 2003: Международ. науч. чтения, посвященные памяти президента ТАНЭБ профессора Короткова В.И. Владивосток: ТАНЭБ, 2003. С. 60-62.

9. *Островская Н.В., Зорина Л.Г.* Облицовочный строительный материал на основе утилизированного полиэтилентерефталата // Приморские зори – 2003: Международ. науч. чтения, посвященные памяти Президента ТАНЭБ профессора Короткова В.И. Владивосток: ТАНЭБ, 2003. С. 62-63.

10. *Островская Н.В.* Сбор и переработка бытовых отходов, содержащих пластиковые массы / Промышленные и бытовые отходы: Проблемы хранения, захоронения, утилизации, контроля: Сб. статей XI международ. науч.-практ. конф. Пенза: АНОО «Приволжский Дом знаний», 2007. С. 39-42.

ВОДНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ И РОССИЙСКОЕ ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО

И.Г. Рыбникова, Дальрыбвтуз, Владивосток

Проведен анализ состояния российского природоохранного законодательства, которое содержит основные принципы разумного сочетания промышленной деятельности на шельфе, в территориальном море, исключительной экономической зоне и охраны водных биологических ресурсов и среды их обитания.

Рыболовному законодательству, как, впрочем, и морскому, большое внимание уделял еще Петр I. Из истории хорошо известны серии его морских законов. Вплоть до 1917 г. в России работал Рыболовный кодекс, регламентирующий как общие вопросы – основные принципы рыболовства и рационального использования водных биологических ресурсов, так и особенности регулирования промысла в конкретных районах. Специальные рыбацкие законы касались рыболовства на Дальнем Востоке и в Астрахани, в прибрежных водах Балтики, Баренцева моря и др. Царское правительство уважало ловца и поддерживало на плаву отрасль. Она была дотационной и, самое главное, имела большие льготы, а рыбопромышленники пользовались почетом (Бекашев, 2000).

После прихода к власти большевиков, В.И. Ленин, осознавая значимость рыбного дела для экономики страны, взял рыболовство под личный контроль и постоянно требовал, чтобы было разработано рыболовное законодательство. Однако в Советском Союзе вплоть до конца Второй мировой войны рыбная отрасль не имела необходимой правовой базы. Лишь после Победы началась работа над рыбохозяйственным законодательством, и свет увидели первые постановления Правительства, регламентирующие работу отрасли. Постановлением Совета Министров СССР от 15 сентября 1958 г. № 1045 было утверждено положение «Об охране рыбных запасов и о регулировании рыболовства в водоемах СССР». Данное Положение регулировало охрану рыбных запасов, других водных животных и растений, их промысел и предоставление права на его ведение. Однако эти документы касались лишь внутренних водоемов, так как наш флот в те времена не выходил за пределы 12-мильной прибрежной зоны, и объективной необходимости в разработке нормативных документов не было.

Бурное развитие законодательного процесса приходится на 70-е годы. Страна получила отдельные постановления Правительства, которые решали частные вопросы. Появляются правила рыболовства для различных регионов, в том числе и «Правила рыболовства во внутренних водоемах Дальнего Востока» (1980 г.), «Правила ведения рыбного

промысла в экономической зоне, территориальных водах и на континентальном шельфе СССР в Тихом и Северном Ледовитом океанах для советских промысловых судов, организаций и граждан» (1989 г.).

С переходом экономики на рыночные рельсы в начале 90-х годов прошлого столетия изменилась форма собственности на основные средства производства, и российское рыболовство оказалось в правовом вакууме.

Восстановить целостность отрасли, создать рыбохозяйственный комплекс России, именно с этой целью был написан проект Закона «О рыболовстве и об охране водных биологических ресурсов», который исходил из комплексности проблем управления, производства и контроля. Данный проект был опубликован в 1994 г., но так и не был принят.

В рыбохозяйственной отрасли должен быть эффективный контроль за использованием водных биологических ресурсов и жесткие управленческие нормы. А разрабатывать национальное законодательство обязывают Конвенция ООН по морскому праву (1982 г.), решения всех международных организаций, участницей которых является Россия, а также большое количество универсальных международных договоров и конвенций.

К настоящему времени в Российской Федерации природоохранное законодательство, которое содержит основные принципы разумного сочетания промышленной деятельности на шельфе, в территориальном море, исключительной экономической зоне и охраны водных биологических ресурсов и среды их обитания базируется на ряде федеральных законов: «Об охране окружающей природной среды» от 19 декабря 1991 г. № 2060-1, «О животном мире» от 24 апреля 1995 г. № 52-ФЗ, «О континентальном шельфе Российской Федерации» от 30 ноября 1995 г., «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации» от 31 июля 1998 г. № 155-ФЗ, «Об исключительной экономической зоне Российской Федерации от 17 декабря 1998 г. № 191-ФЗ. Значительно более подробно правовые вопросы охраны водных биологических ресурсов рассматриваются в Федеральном законе «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ, который дополняет Федеральный закон «О внесении изменений в Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов»» от 6 декабря 2007 г. № 333-ФЗ (Собрание законодательства РФ, 2007). В 2008 г. были разработаны новые правила рыболовства для всех рыбохозяйственных бассейнов, впервые с 1964 г. По мнению руководителя Федерального агентства по рыболовству, на сегодняшний день нормативно-правовая база в рыбной отрасли сформирована на 95 % (Крайний, 2009).

Исследование международно-правовых актов, а также национальных законов позволяет обозначить, по меньшей мере, шесть слагаемых управления водными биологическими ресурсами (Вылегжанин, Зиланов, 2005; Вылегжанин, 2008).

1. Экологический компонент. Международная договоренность или национальный план управления водными биоресурсами, как правило, учитывает экологические факторы как естественные, так и обусловленные привнесением в морскую среду веществ вследствие деятельности человека.

2. Оценка состояния запасов морских организмов и их мониторинг. Конвенция ООН по морскому праву 1982 г. предусматривает, что меры государств по сохранению, и управлению водными биоресурсами должны учитывать «наиболее достоверные научные данные» (ст. 61, 119), которые у государств имеются. Если таких данных у государства нет, то нет и его обязанности их учитывать. Однако по смыслу Конвенции ООН 1982 г. наличие таких данных не ограничено пределами конкретного государства: Конвенцией предусмотрены их передача и обмен «на регулярной основе через компетентные международные организации» (ст. 61 и 119).

3. Определение максимального устойчивого вылова. Согласно Конвенции принимаемые прибрежным государством меры по сохранению живых ресурсов и управлению ими должны обеспечивать максимальный устойчивый вылов (ст. 62). По практике государств и компетентных морских организаций существенной информацией для определения максимального устойчивого вылова являются данные о динамике отношений между: а) величиной промыслового усилия (промыслового воздействия на запас), б) величиной улова при данном промысловом усилии, в) уровнем воспроизводства запаса при данной величине улова. Поскольку по смыслу Конвенции ООН 1982 г. эксплуатация государством рыбного запаса на уровне, превышающем максимальный устойчивый вылов, противоречит международному праву, определение величины этого вылова для конкретного запаса – весьма ответственная функция государств.

4. Экономический компонент. Конвенция обязывает прибрежные государства содействовать цели оптимального использования живых ресурсов исключительной экономической зоны (ст. 62), что по законодательной практике ряда государств предполагает экономические расчеты и оценки с тем, чтобы получить в долгосрочном плане максимально возможные экономические выгоды от эксплуатации таких ресурсов. При этом оцениваются затраты государства на организацию управления ресурсами (в том числе, на научные исследования по оценке запасов, обработку статистических данных о промысле, обеспечение исполнения правовых норм, содержание аппарата управления и т.д.), сопоставляются показатели эксплуатации ресурсов разными судами, с применением различных орудий лова; сравниваются ценовые показатели продукции промысла различных видов морских биоресурсов на мировом рынке и т.д.

5. Регулирование рыболовства. Регулятивный компонент использования морских биоресурсов в исключительной экономической зоне завершает систему управления ими, переводя на язык права

экологические, экономические, биологические и иные соответствующие факторы. Конвенция ООН 1982 г. специально предусматривает перечень отношений, которые могут регулироваться законами и правилами прибрежного государства (лицензирование; определение видов, разрешенных для промысла; регулирование сезонов и районов промысла и т.д.) (ст. 62).

6. Институциональный компонент. Конвенция ООН 1982 г. предусмотрела различный порядок обеспечения выполнения правовых норм об управлении живыми ресурсами: а) в районах под суверенитетом и юрисдикцией прибрежного государства и б) в открытом море. В первом случае именно прибрежное государство вправе принимать указанные меры, в том числе, досмотр, инспекцию, арест и судебное разбирательство. В этих целях прибрежное государство вправе создать надлежащий институциональный механизм. Во втором случае, даже если предметом соответствующего правоотношения являются запасы анадомных видов, обеспечение выполнения правил, касающихся управления ими за пределами исключительной экономической зоны, осуществляется на основе соглашения между государством происхождения и иным государством, заинтересованным в таком управлении. Соответствующий институциональный механизм создается на основе указанного соглашения.

Выделенные шесть компонентов для управления водными биологическими ресурсами имеются в российском законодательстве, приняты Федеральный закон от 6 декабря 2007 г. № 333-ФЗ и ряд нормативно-правовых актов, направленных на создание условий для формирования устойчивой и гибкой системы управления рыбохозяйственным комплексом, преодоление негативных тенденций, сложившихся в последние годы в рыбной отрасли, и решить важнейшую составляющую рыбоохранной деятельности – предотвратить антропогенное воздействие на водные биологические ресурсы и сохранить среду их обитания.

Библиографический список

1. *Бекашев К.А.* Рыболовный кодекс XXI века. Сб. Национальная морская политика России. М.: ООО «Офицерская корпорация -1», изд-во «Петровский двор», 2000. С. 141-149.

2. *Вылегжанин А.Н., Зиланов В.К.* Международно-правовые основы управления морскими живыми ресурсами. М.: Экономика, 2005. 598 с.

3. Управление водными ресурсами России: Международно-правовые и законодательные механизмы: Моногр. / Под ред. А.Н. Вылегжанина. М.: МГИМО, 2008. 201 с.

4. Федеральный закон «Об исключительной экономической зоне РФ». 1998, № 191-933. 22 с.

5. Федеральный закон «О континентальном шельфе РФ». Собрание законодательства Российской Федерации, 2007.

6. Федеральный закон «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов», 2004, с дополнениями изменениями № 333, 2007. Собрание законодательства Российской Федерации, 2007.

7. ФЗ «Об исключительной экономической зоне РФ». Собрание законодательства Российской Федерации, 2007.

8. Правила рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. От 01.04.2008 г. № 277. М., 124 с.

9. ФЗ «О животном мире». Собрание законодательства Российской Федерации, 2007.

10. ФЗ «О внутренних морских водах, территориальном море и прилегающей зоне Российской Федерации». Собрание законодательства Российской Федерации, 2007.

11. *Крайний А.А.* Доклад руководителя ФАР // «Рыбак Приморья». 2009. 26 марта-13 апреля.

УДК 597.533.1

О ЗАРАЖЕННОСТИ ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ ЛИЧИНКАМИ НЕМАТОД

**И.Г. Рыбникова, Дальрыбвтуз, Владивосток;
Г.М. Пушникова, СахНИРО, Южно-Сахалинск;
Л.С. Швецова, ТИНРО-центр, Владивосток**

*Проанализировано 49 выборок тихоокеанской сельди из 12 районов Японского и Охотского морей на зараженность личинками нематод, отнесенных к сборной группе *Anisakis spp.* Выявлены периоды и районы с наиболее высокими и наиболее низкими показателями зараженности сельди. В 90-е годы отмечена тенденция увеличения зараженности сельди личинками анисакисов. Наименее зараженной оказалась сельдь, обитающая у берегов Западного Сахалина.*

Среди нематод, паразитирующих в морских рыбах, личинки рода *Anisakis* по своей встречаемости, распространению в Мировом океане и практической значимости занимают ведущее место [1, 2, 3, 4, 5]. В северо-западной части Тихого океана, в разные годы были проведены паразитологические исследования рыб, в результате которых в литературе появилось много разрозненных фаунистических и систематических работ, включающих материалы по нематодам рыб исследуемого региона. По данным Г.Ф. Соловьевой [1], наиболее массовым видом, зарегистрированным во всех дальневосточных морях, является нематода *Anisakis simplex*, личинки которой были обнаружены у 79 видов рыб, в том числе и у тихоокеанской сельди с экстенсивностью инвазии 56,6 %.

Личинки нематод рода *Anisakis* паразитируют в большинстве видов морских рыб, и степень инвазии может быть очень высокой. По данным

В.Г. Кулачковой [2], 48,8 % из 1145 экз. сельди *Clupea harengus pallasii* n. maris-alba Белого моря были ими заражены, при этом 13,1 % локализовались в полости тела и мускулатуре. Степень инвазии может увеличиваться в зависимости от возраста рыбы (и скоррелированной от него длины?). Например, мы отмечали такую корреляцию у сельди залива Анива, где снижение зараженности анизакисами совпадало с заметным уменьшением размеров [6]. С другой стороны, Дж. Дэйви [7] часто находил сельдь *C. harengus* «...младших возрастных групп, которая была более инвазирована, чем у старших возрастных групп, и предположил, что это может зависеть или от высокой численности первого промежуточного хозяина, или от спектра питания рыбы». При этом отмечались как краткосрочные, так и долгосрочные колебания зараженности. На основании сравнения его данных с другими Л. Рэймер и Д. Джессен [8] пришли к выводу, что в Северном море, начиная с прошлого века, наблюдается тенденция к увеличению степени инвазии рыб этими нематодами.

Б. Бэннинг и Х. Беккер [9] показали, что существуют многолетние колебания зараженности рыб, в частности, сельди *Clupea harengus* в Северном море, и связывали это с миграциями рыб. Имеются также заметные различия в зараженности рыб разных популяций. Например, Я. Грабда [3] выделяла четыре популяции сельди в Померанском заливе и сопредельных водах Балтийского моря, используя уровни зараженности личинками *Anisakis simplex* в комплексе с отолитами и индексом зрелости гонад. Количественные показатели зараженности *A. simplex* l. использовались при дифференциации популяций горбуши в водах Сахалина [4].

Данные о зараженности тихоокеанской сельди личинками анизакисов, наряду с другими сведениями, могут использоваться для разделения популяций тихоокеанской сельди, эксплуатируемой промыслом.

Материалом для настоящей работы послужили выборки преднерестовой и нерестовой сельди, собранные в разные годы в Японском и Охотском морях при выполнении биологических анализов (табл.). Нематод выбирали из полости тела и считали их количество в каждой особи. Учитывая, что видовая дифференциация нематод рода *Anisakis* возможна только по половозрелым червям [11], обнаруженные нами личинки мы относим к сборной группе *Anisakis* spp.l.

Сравнительный анализ зараженности сельди личинками анизакисов по районам исследования выявил места с наиболее высокими и наиболее низкими показателями зараженности. Высокая степень инвазии личинками анизакисов отмечена у нерестовой сельди южной части залива Петра Великого [10], оз. Тунайча, в заливе Советская Гавань и у северо-восточного побережья о-ва Сахалин. Низкие показатели зараженности имели исследованные сельди у Юго-Западного Сахалина и в Сахалинском заливе (см. таблицу). В начале 90-х годов наблюдалась очень высокая зараженность сельди анизакисами в районах бассейна Охотского моря. Так, экстенсивность инвазии в этот период у сельди в заливе Терпения была 95 %, в озере Тунайча – 80 %; в заливах северо-восточного

побережья Сахалина от 50 до 83 %; в Сахалинском заливе – 59,3 %. Для акватории северной части Японского моря (Татарский пролив) эти показатели были значительно ниже: у Юго-Западного Сахалина – 23 %; у Северо-Западного Сахалина – 14 %. В целом отмечено, что наименьшая степень зараженности была присуща сельди, которая обитала у побережья Западного Сахалина. И, несмотря на выявленную тенденцию к росту показателей инвазии, меньше всех была заражена сельдь, обитающая у Юго-Западного Сахалина (сахалино-хоккайдская популяция). Результаты, показанные в этой работе, также позволяют выделить эту популяцию среди прочих. Кроме того, отмечена повышенная зараженность рыб местных группировок, в том числе и озерных сельдей (Тунайча, Невское).

Необходимо отметить и межгодовую изменчивость зараженности сельди личинками анизакисов, что характерно для всех районов. Так, зараженность сельди личинками *Anisakis* spp. у северо-востока Сахалина в 1992 г. была ниже, чем в 1998 г. – 50 и 84 %, индекс обилия 3,24 и 8,14 экз. соответственно [12]. По нашим наблюдениям, в 1977-1979 гг. экстенсивность инвазии нерестовой сельди анизакисами в оз. Тунайча составляла 30,3 %, а в 1992 г. повысилась до 80 %. Индекс обилия (0,89) увеличился до 9,73 экз. У сельди юго-западного Сахалина в 70-е годы прошлого столетия экстенсивность инвазии была на уровне 12,5 %, индекс обилия 0,3 экз., в 90-е годы наметилась тенденция к увеличению зараженности сельди. В районе северо-западного побережья Сахалина выявили увеличение инвазии от 70-х к середине 80-х годов, а затем, к началу 90-х годов – снижение всех рассматриваемых показателей. В заливе Терпения наблюдали значительное увеличение зараженности от 70-х к 90-м годам.

Распределение личинок по акватории зависит, прежде всего, от наличия ее промежуточных и окончательных хозяев. В северной части Тихого океана дефинитивными хозяевами анизакисов являются морские млекопитающие – представители полосатых китов, кашалотовые, дельфиновые [13]. Промежуточными хозяевами – ракообразные: эвфаузииды и некоторые другие высшие ракообразные [1]. По-видимому, высокая степень инвазии сельди восточного побережья Сахалина и центральной части Татарского пролива (залив Советская Гавань) личинками анизакисов связаны с большой плотностью в этих зонах морских млекопитающих. Так, у Северо-Восточного Сахалина увеличилась численность популяции китов [14]. В юго-восточной части зал. Терпения существует лежбище котиков на о-ве Тюлений. Известно также, что во всех рассматриваемых районах существуют межгодовые флюктуации состояния зоопланктона, включающего эвфаузиевых и личинок ракообразных. Все это и обуславливает достаточно высокую зараженность сельди указанными гельминтами. Тем не менее несмотря на некоторые различия в размерном составе рыб, можно отметить, что для каждого из исследованных районов в нерестовый период, когда популяции сельди должны быть изолированы, характерен свой уровень зараженности личинками анизакисов.

Зараженность сельди из различных районов Японского и Охотского морей

Материал		Длина рыб, см		Число рыб	Экстенсивность инвазии, %	Интенсивность инвазии	Индекс обилия
Район	Годы	колебания	средняя				
1. Залив Петра Великого, заливы Посъета и Нарва, Уссурийский, Амурский, р. Раздольная	1996-2001*	22,0-39,0	29,05	108**	82,3	1-47	6,8
	2003-2008	21,0-30,6	24,05	112	50,9	1-5	1,04
2. Юго-Западный Сахалин	1977-1979	21,0-39,5	28,50	465	12,5	1-11	0,3
	1992	26,0-32,0	29,28	100	23,0	1-12	1,02
	1994-1995	20,0-37,5	28,04	296	32,3	1-15	3,58
3. Залив Советская Гавань	2000	22,0-37,0	34,08	100	95,0	1-25	11,95
4. Северо-западный Сахалин	1977-1979	20,5-28,0	25,20	231	14,5	1-5	0,18
	1985-1986	19,0-31,5	26,80	342	51,4	1-9	1,53
	1990-1991	21,5-31,5	26,34	150	14,0	1-10	0,45
5. Залив Анива	1977-1979	17,5-27,0	19,60	100	20,0	2-4	0,57
6. Оз. Тунайча, Юго-Восточный Сахалин	1977-1979	12,2-25,5	19,30	371	30,7	1-1	0,89
	1992	15,0-29,0	20,37	200	80,0	1-155	9,73
7. Залив Терпения	1977-1979	17,3-27,0	22,60	100	47,0	1-8	0,99
	1982-1983	17,5-32,0	24,00	1345	37,85	1-45	2,8
	1993	19,5-31,5	24,04	100	95,0	2-33	7,57
	Оз. Невское	1981	21,0-26,5	23,44	99	61,6	1-15
8. Северо-Восточный Сахалин	1992, 1998	15,5-31,2	25,56	400	72,5	1-56	5,86
	2003	25,4-32,0	26,0	50	80,0	1-14	3,8
9. Сахалинский залив	1991-1992	16,0-30,8	21,60	300	59,3	1-23	2,59
10. Северный Сахалин	2003	25,4-32,0	28,80	50	80,0	1-14	3,8
11. ИONO-кашеваровский р-н	2006	26,0-32,0	28,74	57	50,0	2-5	1,5

Примечание: * По данным Соловьевой Г.Ф., 2002 [10]. **Г.Ф.Соловьева указывала 411 экз., однако только 108 экз. подверглись полному вскрытию.

Библиографический список

1. Соловьева Г. Ф. Нематоды промысловых рыб северо-западной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. 1994. Т. 117. С. 65-73.
2. Кулачкова В.Г. Зараженность сельди Белого моря личинками *Anisakis* sp. (Nematoda: Ascaridata) // Паразитол. Сб. ЗИН АН СССР. 1980. Т. 29. С. 126-142.
3. Grabda, J. The dynamics of the nematode larvae, *Anisakis simplex* (Rud.) invasion in the south-western Baltic herring, (*Clupea harengus* L.) // Acta Ichthyol. Piscat. 1974. Vol. 4. P. 3-21.
4. Вялова Г.П. Паразитозы кеты (*O. keta*) горбуши (*O. gorbuscha*). Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2003. 192 с.
5. Буторина Т.Е. Ихтиопатология: Определитель распространенных паразитов рыб дальневосточных морей: Уч. пос. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2006. 127 с.
6. Пушникова Г.М., Пушников В.В. Зараженность сельди личинками нематод в водах Сахалина // Биол. моря. 1981. № 5. С. 71-73.
7. Davey, J.T. The incidence of *Anisakis* sp. larvae (Nematoda: Ascaridata) in the commercially exploited stocks of herring (*Clupea harengus* L., 1758) in British and adjacent waters // J. Fish. Biol. 1972. Vol. 4. P. 535-554.
8. Reimer, L.W., J. Jessen. Parasitenbefall der Nordseeheringe // Angew. Parasit. 1972. Vol. 13. P. 65-71.
9. Banning P., Beckes H.B. Long-term survey data (1965-1972) on the occurrence of *Anisakis* larvae (Nematoda: Ascaridata) in herring *Clupea harengus*, L., from the North Sea // J. Fish. Biol. 1978. Vol. 12. P. 25-33.
10. Соловьева Г.Ф. Нематоды некоторых промысловых рыб Японского моря // Паразитологические исследования в Сибири и на Дальнем Востоке: Матер. межрег. науч.-техн. конф. Новосибирск, 2002. С. 176-170.
11. Определитель паразитов пресноводных рыб. Л.: Наука, 1987. 583 с.
12. Рыбникова И.Г., Г.М. Пушникова. О зараженности тихоокеанской сельди *CLUPEA PALLASII* личинками *Anisakis simplex* // «Естественнознание и гуманизм», Томск, 2007. Т. 4, № 2. С. 88-89.
13. Мозговой А.А. Аскариды животных и человека и вызываемые ими заболевания / Основы нематодологии. М.: АН СССР, 1953. Т. 2. 616 с.
14. Владимиров А.В. Пространственно-временная характеристика распределения серых китов (*Eschrichtius robustus*) охотско-корейской популяции у побережья Северо-Восточного Сахалина: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 2007. 22 с.