

Объем собранного материала

Год	Количество станций	Количество промеренных особей	Обследованные глубины, м
2003	9	300	4-14
2004	40	216	1.5-17
2005	25	117	1.5-16
2006	25	73	1.5-16
2007	40	109	1.5-17
2008	33	106	1.5-18
Итого	171	921	1.5-18

Величина плотности поселения колеблется в пределах 0,01-3 экз./м², а биомассы – от нескольких граммов до 1 кг на квадратный метр. Средняя плотность поселения изменялась в пределах 0,05-1,07 экз./м². Средняя биомасса варьировала от 10 до 330 г/м².

Анализ распределения приморского гребешка на обследованном участке показал:

а) в целом скопления приморского гребешка приурочены к донным осадкам с преобладанием песчаных фракций, а также высокая плотность отмечена на галечном и галечно-гравийном грунтах (рис. 2);

б) наиболее плотные скопления (0.5 экз./м² и более) были отмечены на глубинах 11-13 и 17-18 м (рис. 3).

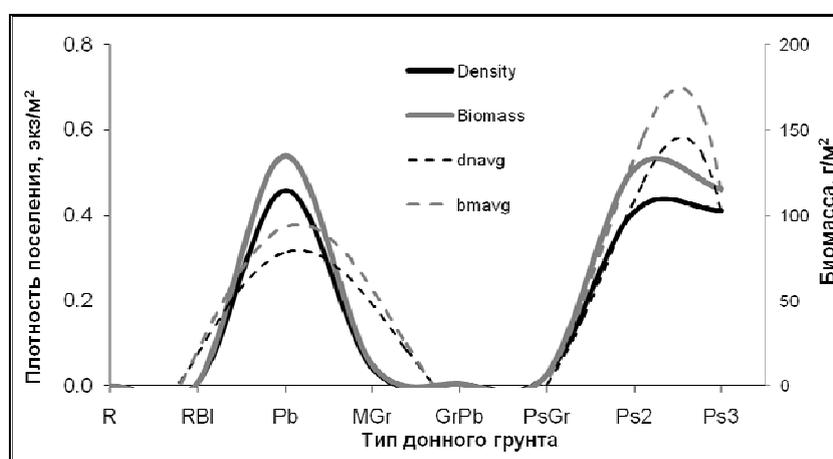


Рис. 2. Зависимость средних плотности поселения и биомассы приморского гребешка от типа донного грунта на акватории о. Рикорда в 2003-2008 гг. Условные обозначения те же, что и на рис. 1. Пунктиром изображены сглаженные кривые

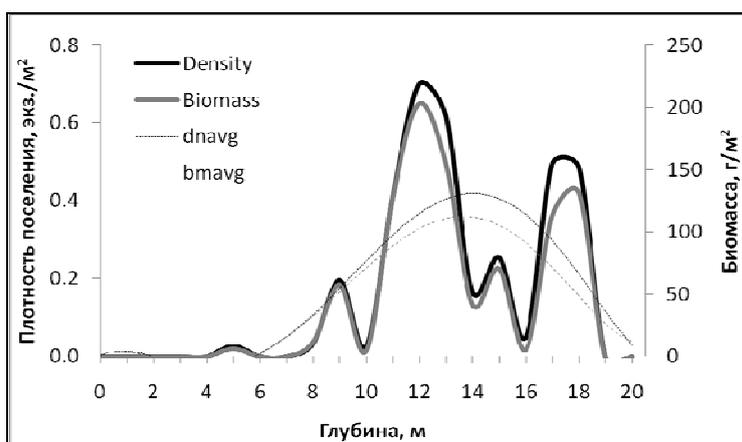


Рис. 3. Зависимость средних плотности поселения и биомассы приморского гребешка от глубины обитания на акватории о. Рикорда в 2003-2008 гг. Пунктиром изображены сглаженные кривые

В результате анализа размерно-частотного распределения мы выделили основные размерно-возрастные группы и средние размеры особей каждой из этих групп в поселении приморского гребешка (табл. 2, рис. 4).

Средний размер гребешка (по высоте створки) составляет $125,25 \pm 0,82$ мм. Основную часть скопления гребешка составляют промысловые особи, а доля особей непромыслового размера не превышает 24 % (рис. 4). Наиболее часто (73 %) встречаются моллюски размером от 110 до 150 мм. На донной плантации гребешка преобладают особи в возрасте 3-4 лет, чуть меньше представителей когорт 5-7 лет (рис. 5).

Данный факт можно объяснить регулярным промыслом на участке, при котором облавливаются прежде всего более крупные моллюски.

Таблица 2

Средние размеры особей основных возрастных групп приморского гребешка на акватории о. Рикорда в 2003-2008 гг.

Возраст, годы	Средние размеры особей, мм
1+	61.0 ± 5.23
2+	86.55 ± 6.1
3+	109.35 ± 7.03
4+	126.31 ± 4.34
5+	138.9 ± 2.2
6+	145.47 ± 1.61
7+	151.03 ± 1.24
>7+	158.34 ± 3.85

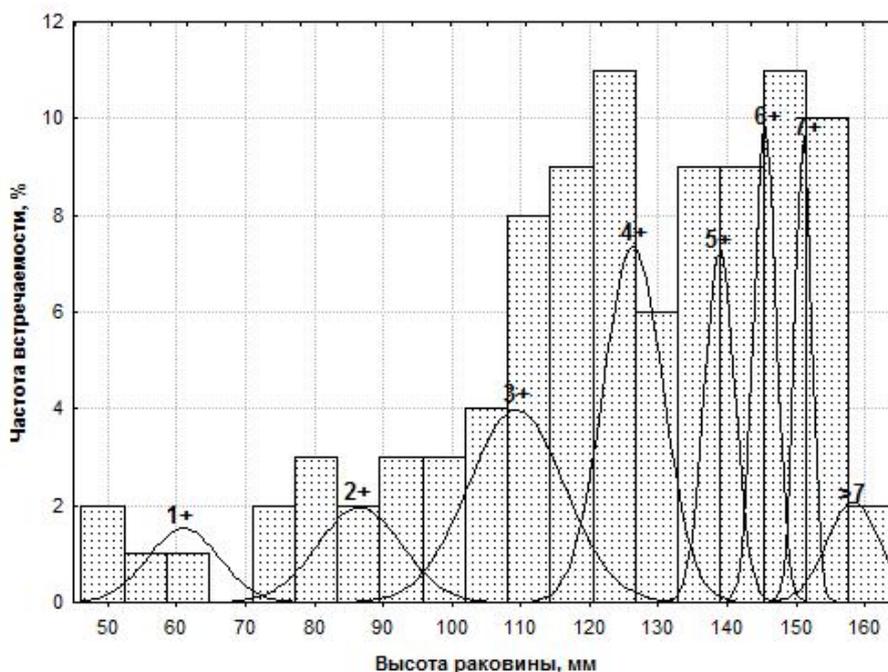


Рис. 4. Размерно-возрастные группы приморского гребешка на акватории о. Рикорда в 2003-2008 гг.

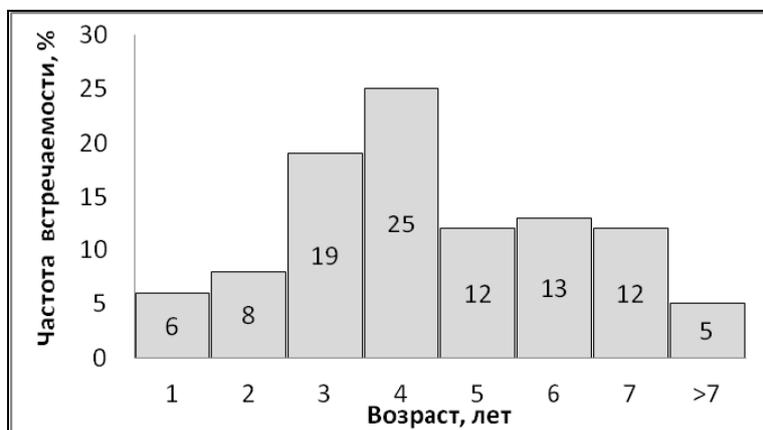


Рис. 5. Возрастная структура скоплений приморского гребешка на акватории о. Рикорда в 2003-2008 гг.

Обращает на себя внимание малочисленность младших размерных групп в выборке. Одной из причин такого распределения, по нашему мнению, является затрудненность учета мелких особей. Также весьма вероятно явление нерегулярного пополнения молодью донных поселений. Подобную особенность того, что младшие размерные группы выпадают из состава основной выборки, неоднократно отмечали многие исследователи не только для приморского гребешка (Брегман, 1973, 1979; Силина, Брегман, 1986), но и для других беспозвоночных, объясняя этот факт пространственным разделением молодых и взрослых животных.

Чаще всего скопления приморского гребешка отмечены на илисто-песчаном и песчаном грунтах. Кроме этого он отмечен и на чисто галечном, гравийном и крупно-песчаном грунтах. Как следует из литературы, гребешок не отмечен на крупнокаменистом грунте, подвижном песке, жидком и глинистом илах (Приморский гребешок, 1986; Силина, 2002; Справочник..., 2002). В данном случае можно наблюдать классическую картину увеличения плотности на мелком песке и илистом песке. Кроме того, высокая плотность отмечена на галечных грунтах с примесью песка.

Анализ возрастной структуры поселений гребешка на исследуемой акватории доказывает позитивную роль хозяйства марикультуры в увеличении его численности. Известно, что благодаря деятельности лишь одного хозяйства в зал. Посъета были восстановлены запасы гребешка на этой акватории, исчезнувшие в результате промысла 1934-1935 гг., и увеличен общий запас этого вида в целом по зал. Петра Великого (Вышкварцев и др., 2005). В нашем случае видно, что основу промысла составляют в основном особи старших возрастных групп.

Полученные данные по плотности поселения гребешка близки к значениям для других районов его обитания. Плотность скоплений приморского гребешка варьирует от 0,01 до 5 экз./м². Средняя плотность поселения колеблется в пределах 0,06-1 экз./м² (Приморский гребешок, 1986).

Если рассматривать плантацию с точки зрения оптимальной плотности поселения, то мы видим достаточный потенциал для роста. Ито с соавторами (Ito et al., 1975) отмечали, что оптимальная плотность гребешка промыслового размера при выращивании его на грунте в зал. Муцу не должна превышать 5 экз./м². О снижении темпов роста культивируемого гребешка в условиях повышенной плотности на охотоморском побережье Хоккайдо сообщал в своем исследовании и Курата (Kurata, 1999). Повышение плотности культивирования гребешка на донных плантациях оказывает влияние на жизнедеятельность моллюсков. Снижение темпов роста наблюдается у моллюсков при создании скоплений с биомассой свыше 800 г/м² (Гаврилова и др., 2006), т.е. ухудшение условий роста наблюдается при плотностях 5-6 экз. промыслового размера (при весе моллюсков 100 г и более). В данном случае средняя плотность более чем на порядок отстает от максимально возможной, а максимально наблюдаемая плотность также не достигает рекомендуемых величин.

Все вышеописанное позволяет сделать вывод о благоприятной ситуации с развитием донной плантации в р-не о. Рикорда. Имеет смысл рассмотреть возможность увеличения плотности отсадки молоди приморского гребешка на грунт.

Библиографический список

1. Брегман Ю.Э. Взаимосвязь роста и энергетического обмена у некоторых промысловых донных беспозвоночных залива Посъета (Японское море): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток, 1973. 33 с.
2. Брегман Ю.Э. Популяционно-генетическая структура двустворчатого моллюска *Patinopecten yessoensis* // Изв. ТИНРО. 1979. Т. 103. С. 66-78.
3. Вышкварцев Д.И., Регулев В.Н., Регулева Т.Н. Роль старейшего хозяйства марикультуры в восстановлении запасов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) в заливе Посъета Японского моря // Биол. моря. 2005. Т. 31. № 3. С. 207-212.
4. Гаврилова Г.С., Кучерявенко А.В., Одинцов А.М. Результаты и перспективы культивирования приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в зал. Владимира (Японское море) // Изв. ТИНРО. Т. 147. С. 385-396.
5. Приморский гребешок: Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 244 с.
6. Силина А.В. Сравнительное изучение состояния сообщества приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* и его эписимбионтов в бухтах Калевала и Сивучья залива Петра Великого // Экологическое состояние и биота юго-западной части залива Петра Великого и устья реки Туманной. 2002. Т. 3.
7. Силина А.В., Брегман Ю.Э. Численность и биомасса / Приморский гребешок. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. С. 190-200.
8. Справочник по культивированию беспозвоночных в Южном Приморье / Сост. А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, М.Г. Бирюлина. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002. 83 с.
9. Ito S., Kanno H., Takanoshi K. Some problems on culture of the scallop in Mitsu Bay // Bull. Mar. Biol. St. Asamushi. 1975. Vol. 15, № 2. P. 89-100.
10. Kurata M. On the decline in the growth of maricultured scallop, *Patinopecten yessoensis*, in the Okhotsk coastal area of Hokkaido // Sci. Rep. Hokk. Fish. Exp. St. 1999. № 54. P. 25-32.

CHARACTERISTICS OF SCALLOP *MIZUHOPECTEN YESSOENSIS* (JAY, 1856) CLUSTERS ON THE OPEN WATER AREA OF AMUR BAY (SEA OF JAPAN) IN TERMS OF ITS CULTIVATION

S.I. Maslennikov*, A.G. Podkorytov**

*Far-Eastern State Technical Fishery University (Dalrybvtuz), Vladivostok, Russia

**A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology of the FEB RAS, Vladivostok, Russia

Researches conducted in the waters of diving way of Amur Bay in 2003-2008. Studied the spatial distribution, population density and age structure on the scallop bottom plantations. The average density of scallops was about 0,33 specimens per m². The most dense concentrations were observed at depths of 11-13 and 17-18 meters. The average size of scallops – 125.25 ± 0.82 mm. The bulk concentrations are individual commercial size.

УДК 597-113 (265.54)

ТРОФИЧЕСКИЕ СВЯЗИ ХИЩНЫХ РЫБ ЗАЛ. ПЕТРА ВЕЛИКОГО В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

О.И. Пущина, С.Ф. Соломатов

ФГУП «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

В зал. Петра Великого по мере перехода от сублиторального биотопа к мезобентальному усиливаются трофические связи хищных рыб с десятиногими ракообразными и головоногими моллюсками и ослабляются связи с эхиуридами и рыбами, что обусловлено изменениями в составе кормовой базы. Пищевая конкуренция между хищными рыбами в летний период выражена слабо, а у ряда видов вследствие расхождения их пищевых спектров она практически отсутствует. В редких случаях значительного или высокого перекрытия трофических ниш биомасса и интенсивность питания потребителей не достигают такого уровня, при котором они могли бы оказывать существенное конкурентное давление друг на друга.

Изучение питания хищных рыб является не только важным аспектом общебиологической проблемы «хищник-жертва», но и имеет большое значение для разработки мер по рациональному использованию биоресурсов. Питание хищных рыб зал. Петра Великого к настоящему времени изучено слабо. В большинстве имеющихся публикаций с разной степенью подробности описан состав пищи, его сезонная изменчивость и некоторые аспекты пищевых взаимоотношений рыб. Цель настоящей работы – исследование качественных и количественных характеристик питания хищных рыб и их трофических отношений в зал. Петра Великого в летний период.

Материал для исследований был получен в ходе выполнения донных траловых съемок по оценке запасов гидробионтов на шельфе и верхнем отделе материкового склона зал. Петра Великого (5-600 м) в летний период (конец июня-сентябрь) 2002-2009 гг. Сбор и обработка проб велись в соответствии с «Методическим пособием...» (1974). Расчет суточных пищевых рационов рыб (СПР) проводился по методу Н.С. Новиковой (1949), модифицированному В.И. Чучукало и В.В. Напазаковым (1999): с помощью дробной шкалы переваренности реконструировалась исходная масса кормовых объектов, а затем определялась продолжительность их переваривания в зависимости от придонной температуры воды. Средние величины рационов рыб и соотношения в них компонентов корма вычислены с учетом биомасс отдельных размерных групп и их вклада в общее потребление пищи в разных батиметрических зонах: сублиторали (менее 50 м), элиторали (50-200 м) и мезобентали (более 200 м). В трофологических расчетах использовались среднесезонные оценки биомасс. Индексы пищевого сходства (объем конкуренции) вычислялись по А.А. Шорыгину (1952) путем суммирования меньших процентов (долей по массе) общих для сравниваемых рыб видов кормовых организмов. Степень межвидовой пищевой конкуренции (СПК) оценивалась с помощью уравнения К.В. Мартино – М.С. Карапетковой (1957) в модификации В.И. Чучукало (2002). При величине менее 1000 единиц степень пищевой конкуренции считается слабой, от 1000 до 5000 – средней, более 5000 – высокой.

Всего обработано 2388 желудков 12 видов рыб (см. таблицу).

Анализ полученных данных показал, что из числа рассматриваемых видов облигатным ихтиофагом является только один – стихей Григорьева *Stichaeus grigorjewi*, пища которого на 98,3 % состоит из рыб (рис. 1). Остальные виды относятся к факультативным хищникам. Большинство из них формирует свой рацион в основном за счет двух групп кормовых организмов – рыб и декапод. Рыбы преобладают в пищевом спектре бычка-ворона *Hemirhamphus villosus* (92,5 %) и тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* (60,5 %), которые характеризуются как ихтиобентофаги. Далее, по мере уменьшения доли рыб в пище (с 48,7 до 10,7 %), следует группа бентоихтиофагов. Большая часть их рациона представлена бентосными и нектобентосными беспозвоночными. Декаподы доминируют в пище красного бычка *Alcichthys elongatus* (69,2 %), многоиглого керчака *Myoxocephalus polyacanthocephalus* (62,2 %)

и щитоносного ската *Bathyraja parmifera* (57,4 %). Помимо декапод и рыб, наиболее значительную роль в питании бентоихтиофагов играют головоногие моллюски, эхиурус *Echiurus echiurus* и мизиды.

Объем материала по питанию хищных рыб зал. Петра Великого (2002-2009 гг.)

Вид	Число желудков, шт.	Доля пустых желудков, %	Длина исследованных рыб, см
Щитоносный скат <i>Bathyraja parmifera</i>	32	34,4	26-118
Дальневосточная навага <i>Eleginus gracilis</i>	327	6,7	8-35
Тихоокеанская треска <i>Gadus macrocephalus</i>	382	2,6	20-84
Пятнистый терпуг <i>Hexagrammos stelleri</i>	156	3,2	11-35
Южный одноперый терпуг <i>Pleurogrammus azonus</i>	426	4,0	21-50
Красный бычок <i>Alcichthys elongatus</i>	120	2,5	11-52
Снежный керчак <i>Myoxocephalus brandti</i>	200	33,5	21-43
Керчак-яок <i>M. jaok</i>	281	28,8	11-65
Многоиглый керчак <i>M. polyacanthocephalus</i>	156	12,2	11-74
Бычок ворон <i>Hemitripterus villosus</i>	112	33,9	11-50
Охотский липарис <i>Liparis ochotensis</i>	89	6,7	10-59
Стихей Григорьева <i>Stichaeus grigorjewi</i>	107	58,9	21-50

Каннибализм отмечен только у южного одноперого терпуга *Pleurogrammus azonus*. Гораздо чаще среди исследованных рыб наблюдается хищничество по отношению друг к другу. Все виды, кроме охотского липариса *Liparis ochotensis*, питаются дальневосточной навагой *Eleginus gracilis*. Треска, керчак-яок *Myoxocephalus jaok*, многоиглый керчак, бычок-ворон и стихей потребляют южного одноперого терпуга. Молодь керчаков встречается в желудках наваги, трески, пятнистого терпуга *Hexagrammos stelleri* и бычка-ворона, а молодь последнего – в желудках керчака-яока. Липарис поедается треской, а молодь стихея – треской и пятнистым терпугом.

Большинство из рассматриваемых нами рыб по способу охоты являются хищниками-засадчиками и только 4 (треска, навага и два вида терпугов) – активными хищниками. Наибольшая интенсивность питания в летний период была характерна для трех из них: наваги, пятнистого и южного одноперого терпугов, – средние величины СПР которых составили соответственно 5,3, 7,2 и 4,3 % от массы тела (рис. 1). В то же время средний СПР трески был гораздо ниже (2,7 %), что, возможно, обусловлено летним спадом интенсивности ее питания. По своему значению рацион трески был близок к рационам хищников-засадчиков, у которых этот показатель находился в пределах 1,9-3,6 % и лишь у ската составлял 0,9 %.

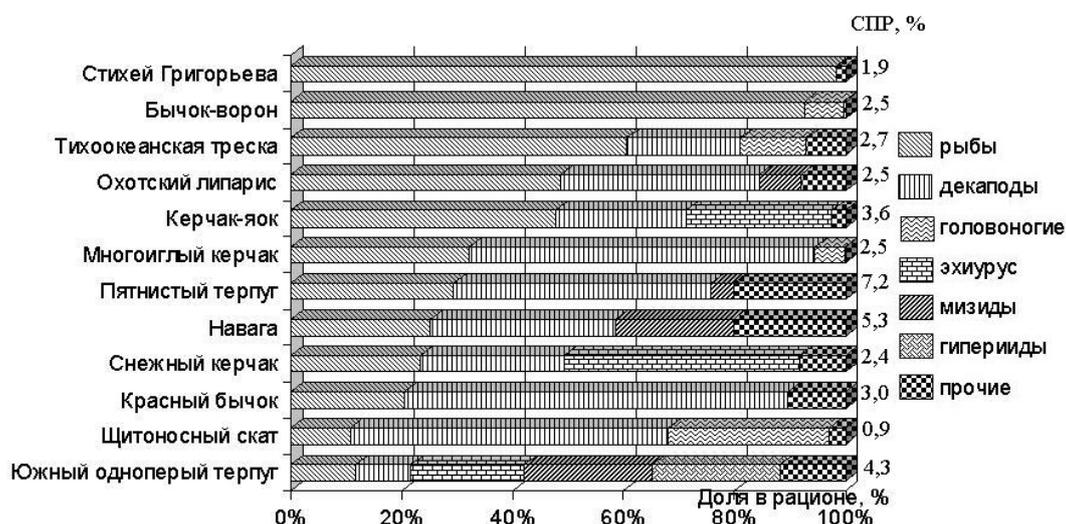


Рис. 1. Состав и величина суточных рационов хищных рыб зал. Петра Великого в летний период

В сублиторали зал. Петра Великого в летний период основные трофические связи хищных рыб замыкаются на 4 группы кормовых организмов: рыб, декапод, эхиурид и мизид (рис. 2). Доля рыб в пище варьирует от 99,6 % у бычка-ворона до 20,3 % у южного одноперого терпуга. Декаподы (преимущественно средний чилим *Pandalus prensor* и шримсы рода *Crangon*) наиболее значительны в рационе красного бычка (77 %) и пятнистого терпуга (46,4 %), а также наваги (33,3 %) и снежного керчака *Myoxocephalus brandti* (25,9 %). Эхиурус является одним из главных компонентов в питании снежного керчака (42,6 %), керчака-яока (35,1 %) и южного одноперого терпуга (36,5 %), а мизиды – у наваги (более 21,2 %). Второстепенные пищевые связи рыб сходятся главным образом вокруг червей, мизид и декапод. Менее значительны связи с амфиподами, головоногими моллюсками и другими животными.

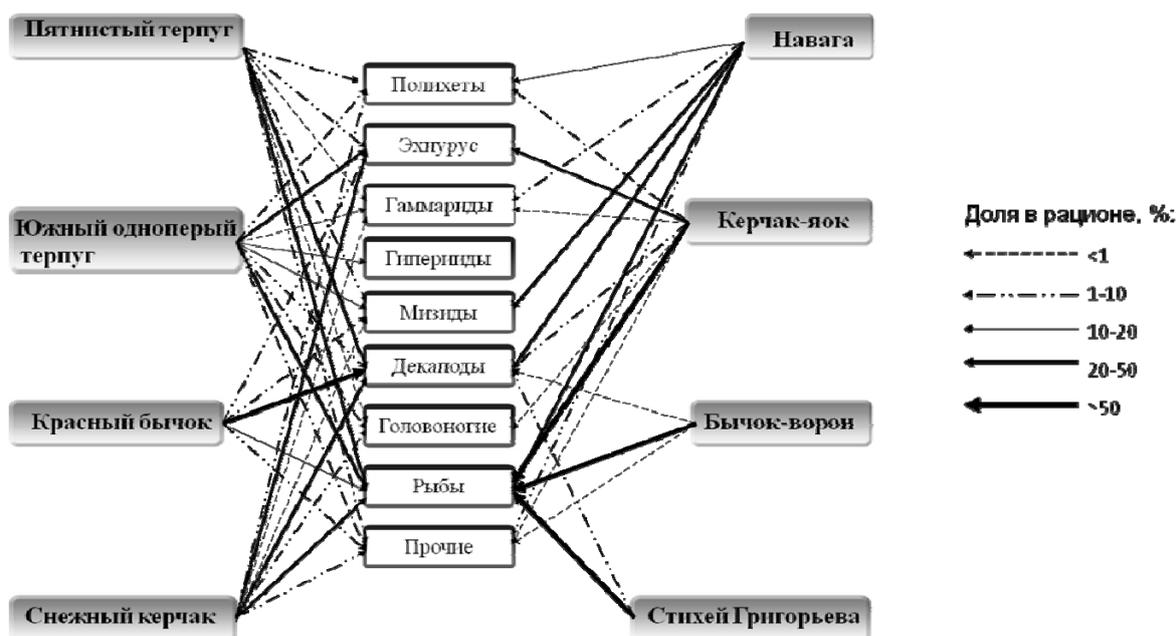


Рис. 2. Схема трофических связей хищных рыб в сублиторали зал. Петра Великого в летний период

Индексы сходства пищи хищных рыб в сублиторали залива в большинстве случаев невелики (менее 33 %). Только у трех пар видов (южного одноперого терпуга, снежного керчака и керчака-яока) отмечен средний уровень объема конкуренции (43,0-51,6 %) за счет потребления эхиуруса. Степень пищевой конкуренции между рыбами во всех случаях оказалась слабой (менее 1000 единиц), а в 41 % случаев – менее 1. Красный бычок практически не конкурирует за пищу с бычком-вороном и стихеем, а бычок-ворон – со снежным керчаком. В элиторали зал. Петра Великого схема трофических связей хищных рыб претерпевает существенные изменения (рис. 3). Из числа потребителей выпадают такие типичные обитатели сублиторали, как пятнистый терпуг и снежный керчак, а также (по причине отсутствия данных) навага, но появляются треска, многоиглый керчак и липарис. Треска и липарис характеризуются близким соотношением основных групп корма в рационе: на рыб в нем приходится соответственно 62,1 и 57,6 %, на декапод – 19,9 и 29,9 %. Кроме того, 11,4 % содержимого желудков трески составляют головоногие моллюски (главным образом тихоокеанский кальмар *Todarodes pacificus*). Обратная картина наблюдается у многоиглого керчака: 62,2 % его пищи представлено декаподами и 32,2 % – рыбами.

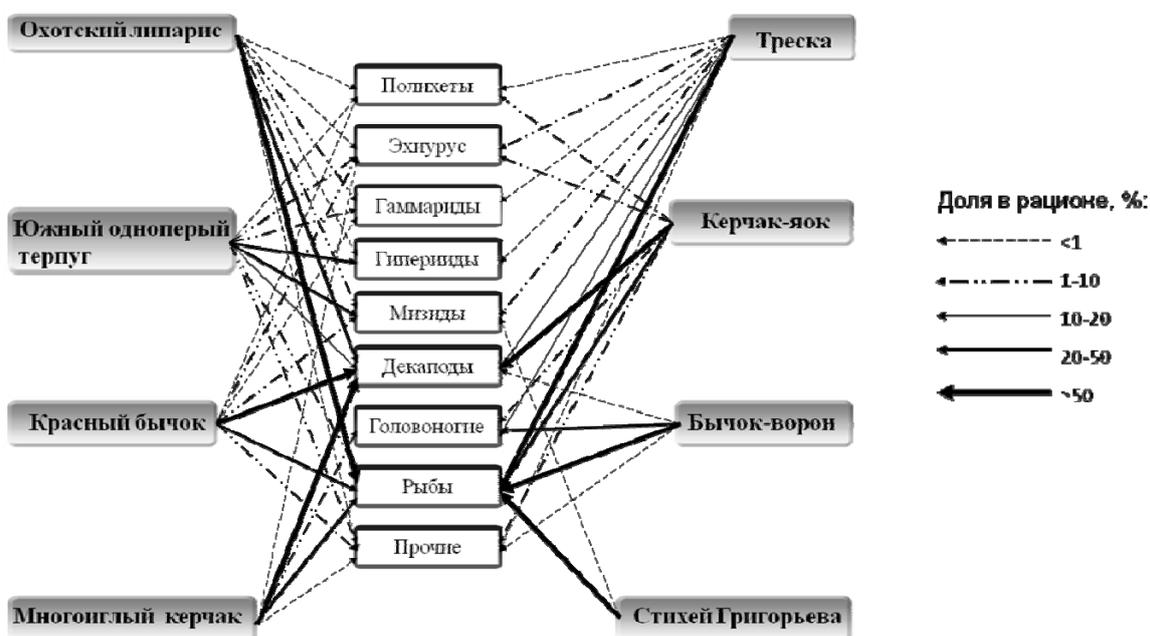


Рис. 3. Схема трофических связей хищных рыб в элиторали зал. Петра Великого в летний период

С увеличением глубины обитания в корне меняется характер питания южного одноперого терпуга: в зоне нижнего шельфа он откармливается преимущественно мизидами (37,3 %) и гипериидами (30,3 %), в меньшей степени – декаподами (16,6 %) и другими животными. Значительные изменения происходят также в рационе керчака-яока и бычка-ворона. Основным пищевым компонентом керчака-яока становятся декаподы (63,1 %), потребление рыб сокращается в 2 раза (до 29,8 %), а эхиурус, как и у южного одноперого терпуга, переходит в разряд второстепенного корма. Пищевой спектр бычка-ворона расширяется за счет тихоокеанского кальмара, вследствие чего доля рыб в нем снижается до 60,5 %. Некоторые изменения наблюдаются и в питании красного бычка и стихея, но они не столь существенны, как у других видов. В целом в элиторали залива значительно усиливаются трофические связи хищных рыб с декаподами (преимущественно с крабом-стригуном *Chionoecetes orilio*) и ослабляются связи с эхиурусом и некоторыми другими второстепенными группами кормовых организмов.

Объем конкуренции среди большинства хищных рыб в элиторали залива невелик. На среднем уровне находятся индексы сходства пищи у трески с многоиглым керчаком и липарисом (соответственно 34,7 и 38,8 %) и у красного бычка с керчаком-яоком и многоиглым (соответственно 61,7 и 65,9 %), на высоком – только у керчака-яока с многоиглым (70,6 %), что связано с потреблением краба-стригуна. Несмотря на это, степень конкурентного воздействия рыб друг на друга в элиторали слаба и в 46 % случаев не достигает и 1. Практически отсутствует пищевая конкуренция у бычка-ворона с южным одноперым терпугом, красным бычком, липарисом и стихеем, а также у липариса со стихеем.

В верхнем отделе материкового склона залива из числа рассматриваемых рыб в летний период обитают щитоносный скат, треска и липарис. Основу рациона ската составляют декаподы (57,4 %) и головоногие моллюски (28,9 %), второстепенным кормом являются рыбы (рис. 4). В пищевом спектре трески доля рыб, по сравнению с таковой в элиторали, сокращается в 2 раза, но возрастает доля декапод и головоногих, вследствие чего эти группы кормовых организмов приобретают в ее питании примерно равное значение (соответственно 31,5, 33,9 и 25,7 %). Липарис также переходит на преимущественное потребление декапод (61,4 %), а рыбы из главного компонента его рациона становятся второстепенным (9,3 %). В результате основные трофические связи хищных рыб в мезобентали замыкаются на декапод (преимущественно на северного чилима *Pandalus borealis*, козырькового шримса *Argis lar lar* и краба-стригуна) и головоногих моллюсков (тихоокеанского и командорского *Berrytheuthis magister* кальмаров, японского гонатопсиса *Gonatopsis japonicus*), а связи с рыбами значительно ослабевают.

Средний уровень сходства пищи между хищными рыбами в мезобентали (37,2 %), связанный главным образом с потреблением краба-стригуна, отмечен только в паре скат-треска, а степень пищевой конкуренции во всех случаях крайне мала (менее 2 единиц).

Таким образом, в зал. Петра Великого по мере увеличения глубины обитания усиливаются трофические связи хищных рыб с декаподами и головоногими моллюсками и ослабляются связи с эхиуридами и рыбами, что обусловлено изменениями в составе кормовой базы. Эхиурус наиболее обилен на глубинах до 70 м (Надточий и др., 2005), а краб-стригун – на глубинах 100-400 м (Мирошников, 2008), вследствие чего первый вид играет наиболее значительную роль в питании рыб в сублиторали, а второй – в элиторали и мезобентали. Для хищников материкового склона наиболее доступными кормовыми объектами в летний период, когда основная масса рыб нагуливается на шельфе (Калчугин и др., 2006), являются десятиногие ракообразные и головоногие моллюски.

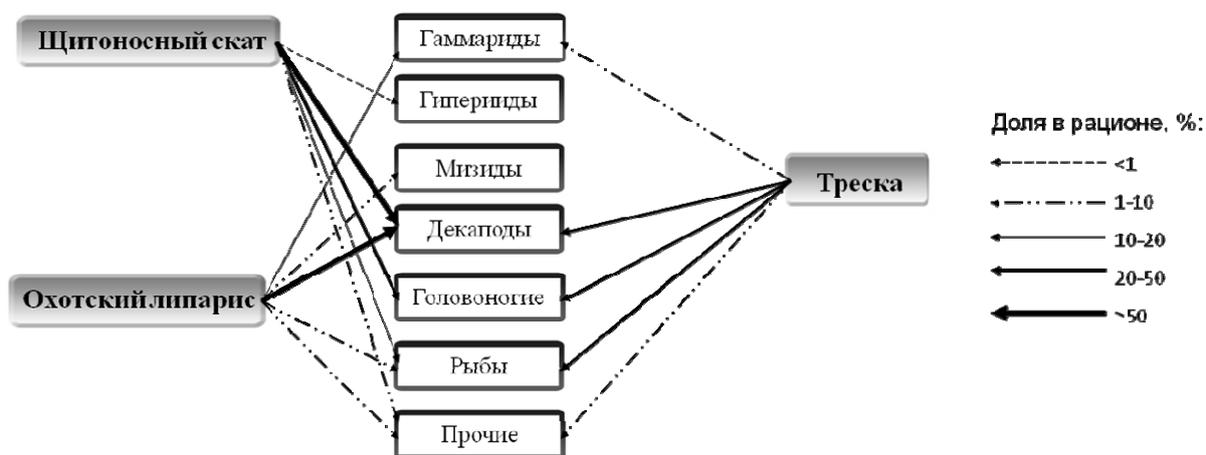


Рис. 4. Схема трофических связей хищных рыб в мезобентали залива Петра Великого в летний период

Пищевая конкуренция между хищными рыбами зал. Петра Великого выражена слабо, а у ряда видов вследствие расхождения их пищевых спектров она практически отсутствует. В редких случаях значительного или высокого перекрытия трофических ниш биомасса и интенсивность питания потребителей не достигают такого уровня, при котором они могли бы оказывать существенное конкурентное давление друг на друга.

Библиографический список

1. Калчугин П.В., Измятинский Д.В., Соломатов С.Ф. и др. Состав и биомасса донного ихтиоценоза у материкового побережья западной части Японского моря в летний период // Вопросы рыболовства. 2006. Т. 7, № 3(27). С. 464-480.
2. Мартино К.В., Карапеткова М.С. Числовой учет пищевых взаимоотношений у рыб // Зоологический журнал. 1957. Т. 35. Вып. 3. С. 425-431.
3. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. М.: Наука, 1974. 256 с.
4. Мирошников В.В. Особенности распространения и батиметрического распределения японского краба-стригуна (*Chionoecetes japonicus* Rathbun, 1932) в северо-западной части Японского моря // Современное состояние водных биологических ресурсов: матер. науч. конф., посвященной 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2008. С. 169-175.
5. Надточий В.А., Будникова Л.Л., Безруков Р.Г. Макрозообентос залива Петра Великого (Японское море): состав, распределение, ресурсы // Известия ТИНРО. 2005. Т. 140. С. 170-195.
6. Новикова Н.С. О возможности определения суточного рациона рыб в естественных условиях // Вестник МГУ. 1949. № 9. С. 107-111.
7. Чучукало В.И. Трофологические предпосылки к усовершенствованию подходов рационального ведения промысла в дальневосточных морях // Известия ТИНРО. 2002. Т. 130. С. 562-569.
8. Чучукало В.И., Напазакоев В.В. К методике определения суточных рационов питания и скорости переваривания пищи у хищных и бентосоядных рыб // Известия ТИНРО. 1999. Т. 126. С. 160-171.
9. Шорыгин А.А. Питание и пищевые взаимоотношения рыб Каспийского моря. М.: Пищепромиздат, 1952. 267 с.

TROPHIC CONNECTIONS OF PREDATORY FISHES IN PETER THE GREAT BAY DURING THE SUMMER PERIOD

O.I. Pushchina, S.F. Solomatov
TINRO-center, Vladivostok, Russia

In Peter the Great Bay the trophic connections of predatory fishes with decapods and cephalopods are intensified but with Echiuroidea and fishes are weakened according to turn from sublittoral to mesobenthic biotope due to changes in the composition of forage resources. The food competition between predatory fishes during the summer period is expressed poorly, and it practically is absent at several species owing to a divergence of their food spectra. In rare instances of considerable or high overlapping of trophic niches the biomass and feed intensity of consumers do not reach such level at which they could put essential competitive pressure against each other.

УДК 574.5 (571.63)

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ МАРИКУЛЬТУРЫ В ПРИМОРЬЕ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

Е.А. Рижийс, Л.А. Гайко
ТОИ ДВО РАН, Владивосток, Россия

Марикультура – искусственное разведение гидробионтов в контролируемых человеком условиях. В Приморье культивирование обычно производится в естественной среде обитания. Основные перспективные в настоящее время для культивирования организмы – это анфельция, грациллэрия, ламинария японская (из водорослей), мидия и гребешок (из моллюсков), дальневосточный трепанг и морские ежи (из иглокожих). Возможно и разведение других беспозвоночных, но пока это экономически не выгодно. Представлены особенности развития марикультуры в Приморье за последние 10 лет.

Основные задачи, которые решает марикультура:

- пополнение естественных популяций, истощённых в результате неконтролируемого промысла, загрязнения и ряда других причин;
- разведение организмов для использования в питании людей и животных и для создания лекарственных средств;
- санитарная марикультура – разведение гидробионтов, способных накапливать вредные вещества, в загрязнённой акватории. С помощью этих гидробионтов можно изымать значительную часть загрязняющих веществ, включая продукты жизнедеятельности человека, из окружающей среды. Организмы, используемые для очистки акватории, впоследствии должны изыматься из рекреационного хозяйства и утилизироваться.

К концу XX в. в Приморье с помощью проведённых исследований было показано, что прибрежные воды – благоприятное место для разведения множества гидробионтов, для некоторых из них начиная еще с 1970-х гг. были разработаны биотехники выращивания гидробионтов, получены материалы по питанию, дыханию, росту, популяционной структуре, влиянию различных факторов на жизнедеятельность. В 1971 г. было начато культивирование приморского гребешка, мидии и водорослей, разработаны биотехнологии выращивания дальневосточного трепанга, серого морского ежа, произведена оценка запасов и целесообразности культивирования чёрного ежа. В Приморском крае также были проведены исследования по культивированию гигантской устрицы и камчатского краба, но выращивание этих объектов в промышленном масштабе сочли экономически невыгодным, поэтому они и проводятся только с научной целью [4].

На основе проведённых экспериментов выявлено, что наиболее выгодным во всех отношениях методом культивирования является поликультура (совместное выращивание некоторых гидробионтов). В настоящее время в Приморском крае действует около 40 хозяйств марикультуры, а приоритет в исследованиях этой области принадлежит учёным ТИПРО-Центра, ИБМ и в некоторой степени Дальрыбвтуза.

Сейчас в Приморье работает три более-менее мощных предприятия марикультуры: ООО "Нереида", ЗАО "РК "Восток-1" и участок, принадлежащий Дальрыбвтузу. Наиболее перспективным на сегодняшний день хозяйством марикультуры является ООО НПКА «Нереида» (Хасанский район). Это предприятие дает в год до 500 т продукции (приморский гребешок, мидия) [6; 10].

Рассмотрим состояние и перспективы основных культивируемых в настоящее время групп организмов.

Ракообразные

В конце XX – начале XXI вв. была выявлено, что культивирование камчатского краба непосредственно в море имеет существенный недостаток – незначительное оседание личинок и недостаточное количество жизнестойкой молоди. Известен опыт совместного культивирования краба с приморским гребешком [18] или трепангом в подвесных плантациях (в садках), а также поликультура этих гидробионтов совместно с ламинарией японской. Повышение продуктивности популяций ценных промысловых беспозвоночных (трепанги и крабы) достигается подращиванием их молоди на установках марикультуры. Трепанги и крабы растут, питаясь детритом и обрастателями. Осевшие на установку крабы успевают вырасти до жизнеспособных размеров, а трепанги – до промыслового размера за 2-2,5 г. Молодь трепанга и краба предотвращает развитие заиления и мощного обрастания, тем самым улучшая условия для роста гребешка и ламинарии. Кроме источника пищи и субстрата для оседания установки марикультуры обеспечивают надежное укрытие молоди ценных промысловых беспозвоночных от донных хищников [9; 13].

В 2003-2005 гг. в научно-производственном центре марикультуры «Заповедное» был проведен эксперимент по выращиванию краба в заводских условиях. Получили личинки, затем мальки, часть которых в возрасте 2 месяцев помещена в садки, а другая оставлена для подращивания в контролируемых условиях. В возрасте 1 года краба можно выпускать в естественную среду обитания, желательно на мелководные участки шельфа с подводной растительностью. Для получения экономической выгоды этот способ можно использовать только для выращивания молоди для марихозяйств или для полного цикла выращивания до товарного размера при искусственной подкормке. Сейчас данная область ещё не полностью исследована. Необходимо решить ещё несколько вопросов и задач, одна из которых: способы учёта возврата краба [9].

В Приморском крае объектом культивирования также может быть мохнаторукий краб, хотя до 2007 г. интерес к этому объекту почти не проявлялся. Этот гидробионт обладает высокой плодовитостью и адаптивной пластичностью и лишь в отдельные периоды жизни уязвим к факторам среды. Данный вид целесообразно разводить в крупных масштабах только с целью употребления в пищу, так как при высокой численности он наносит ущерб природным популяциям рыб и пресноводных раков [1]. В настоящее время происходит только исследование биологии этого объекта, а методики культивирования находятся в разработке.

Моллюски

Выращивание приморского гребешка проходит по двум технологическим схемам: на дне и в толще воды (в садках) [2]. В настоящее время основы разведения двустворчатых уже разработаны и включают следующие этапы:

- 1) сбор планктонных личинок гребешка на коллекторы;
- 2) сбор подростового спата с коллекторов в садки для подращивания или отсадки его на грунт для товарного выращивания;
- 3) товарное выращивание в садках и на грунте [15].

В Приморье в настоящее время уцелело только два хозяйства, культивирующих приморского гребешка по полному циклу, включая сбор личинок. Они расположены в б. Миноносок (зал. Посъета) и в зал. Владимира. Вновь созданные предприятия только завозят молодь и выращивают ее на дне.

Основные исследования по моллюскам сосредоточены сейчас на подборе удобных субстратов для выращивания (включая природные), а также на кормах и методах защиты от действия факторов среды, влияющих на эти гидробионты [5; 12; 19].

Иглокожие

Технологии культивирования дальневосточного трепанга, соответствующие конкретным условиям его обитания в приморских бухтах, начали разрабатываться в Приморском крае учеными ТИНРО-Центра еще в конце 70-х гг. прошлого века. Эксперименты проводились в лабораториях. И только недавно появилась возможность перенести их в промышленные условия [7]. В 2003 г. в б. Киевка Лазовского района был возведен современный модуль для выращивания молоди дальневосточного трепанга, позволяющий отрабатывать методики заводского культивирования гидробионтов. Несколько лет ученые ТИНРО-Центра искали оптимальные режимы адаптации и стимуляции производителей с последующим получением жизнеспособной молоди [14].

В начале века разработана схема культивирования трепанга, определены условия инкубирования икры, выращивания личинок и биотехнологические нормативы культивирования молоди, защищенные патентом. В настоящее время разрабатывается методика товарного выращивания молоди дальневосточного трепанга.

Существуют 2 метода получения молоди трепанга – заводской и коллекторный. При заводском методе нерест трепанга происходит в емкостях в цеху при контролируемых условиях. Для кормления личинок и молоди необходимы питательные смеси из микроводорослей, бактерий, растворенного органического вещества, дрожжей и детрита. Поэтому этот метод выращивания очень дорог и не по средствам малому бизнесу. Коллекторный способ заключается в сборе молоди трепанга на коллекторы непосредственно в море. Этот способ более дешев, но эффективен только в годы, благоприятные для размножения трепанга, как правило, с сухим и жарким летом. Прогнозировать количество оседания личинок трепанга на коллекторы чрезвычайно трудно [3].

Разработана биотехнология получения молоди серого морского ежа в контролируемых условиях, и разрабатывается заводской способ получения молоди серого морского ежа.

Водоросли

Исследование марикультуры водорослей в настоящее время менее освещено в литературе, чем исследование других более перспективных объектов [8; 11]. В настоящее время культивированием водорослей занимаются только в Приморье (17 предприятий) [17]. Разработана база данных по состоянию зарослей и промыслу ламинарии японской, содержащая информацию о количестве, состоянии полей (площадь, плотность, наличие водорослей-конкурентов) и точном месторасположении каждого поля и позволяющая составить прогноз урожая для каждого поля и индивидуальный режим его эксплуатации [8].

Водоросли могут разводиться не только сами по себе в моно-, но и в поликультуре, что является более выгодным и в экономическом, и в экологическом отношении. В настоящее время институтами ДВО РАН (в основном ИБМ) предложено, разрабатывается и защищено патентом несколько проектов по культивированию водорослей в Приморском крае [16].

Таким образом, на основе проделанного обзора можно заключить, что в начале XXI в. основные достижения сделаны в области марикультуры ракообразных и иглокожих (камчатский и мохнаторукий крабы, трепанг, морские ежи). Основы марикультуры других ценных беспозвоночных уже заложены, и исследование в этой области направлены лишь на улучшение методик культивирования и повышение урожайности за счёт изучения влияния различных экологических факторов на объекты воспроизводства.

В Приморском крае существуют все предпосылки для успешного развития марикультуры (благоприятный климат и наличие большого количества подходящих объектов культивирования), что позволяет обеспечить население большим количеством пищевых продуктов и лекарств, привлечь население, способствует экономическому подъёму в Приморье, но также существует и ряд препятствий, которые необходимо преодолеть для полного и рационального использования ресурсов данной акватории. Проблемы заключаются в следующем:

- отсутствие законодательной базы, регулирующей закрепление акваторий и сбыт продукции предприятий;
- нехватка инвестиций;
- недостаточная изученность некоторых ценных гидробионтов.

Библиографический список

1. *Барабанщиков Е.И.* Японский мохнаторукий краб (*Eriocheir japonicus* de Naan) эстуарно-прибрежных систем Приморского края // Известия ТИНРО. 2002. Т. 131. С. 228-248.
2. Воспроизводство и культивирование морских организмов. Беспозвоночные // URL: <http://www.fegi.ru/PRIMORYE/SEA/bespoz.htm>. (дата обращения: 10.03.2010).
3. Выращивание дальневосточного трепанга на юге Приморья // URL: <http://fishretail.ru/blog?keyword> (дата обращения: 10.03.2010).
4. *Гаврилова Г.С.* Марикультура беспозвоночных на Дальнем Востоке: этапы, итоги, задачи // Известия ТИНРО. 2005. Т. 141. С. 103-120.
5. *Гаврилова Г.С., Кучкрявенко А.В., Одинцов А.М.* Результаты и перспективы культивирования приморского гребешка в зал. Владимира (Японское море) // Известия ТИНРО. 2006. Т. 147. С. 385-396.
6. *Гайко Л.А.* Марикультура: прогноз урожайности с учётом воздействия абиотических факторов. Владивосток: Дальнаука, 2006. 204 с.

7. Город трепанга // Газета «Владивосток». № 2240. 09.11.2007. URL: http://vladnews.ru/2240/Obrazovaniye_nauka/Gorod_trepanga (дата обращения: 25.02.2010).
8. Ермолаев Ю.Г. Рациональная эксплуатация естественных полей ламинарии японской и повышение точности прогноза её запасов // Известия ТИНРО. 2006. Т. 145. С. 215-219.
9. Иванов П.Ю., Щербакова Н.В. Опыт и проблемы выращивания камчатского краба в контролируемых заводских условиях // Известия ТИНРО. 2005. Т. 143. С. 305-326.
10. Митупов Т. Комментарий к газете «Ежедневные новости Владивостока»: «Дальневосточная марикультура ждет акватории» // Ежедневные новости Владивостока: экономика. 16.06.2008. URL: <http://www.viperson.ru/wind.php?ID=452521&soch=1> (дата обращения: 01.03.2010).
11. Набивайло Ю.В., Тутлянов Э.А. Конкурентные взаимоотношения водорослей в природе и в культуре // Биология моря. 2006. № 5. С. 315-325.
12. Олейник Е.В., Мощенко А.В., Лишавская Т.С. Влияние загрязнения донных отложений на видовой состав и обилие двустворчатых моллюсков в заливе Петра Великого Японского моря // Биология моря. 2004. № 1. С. 39-45.
13. Поликультура приморского гребешка и японской ламинарии // URL: <http://www.fegi.ru/PRI-MORYE/SEA/poly.htm> (дата обращения: 25.02.2010).
14. Почти 350 тысяч трепангов вырастили в этом году в научно-производственном центре марикультуры в Приморском крае // URL: <http://www.ptr-vlad.ru/news/society/22121-pochti-350-tysjach-trepangov-vyrastili-v-jetom.htm> (дата обращения: 01.03.2010).
15. Приморский гребешок // Институт биологии моря. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. 244 с.
16. Российская академия Наук. Инновационные проекты. Марикультура. // URL: <http://ras.ru/innovations/projects3.aspx> (дата обращения: 25.02.2010).
17. Стратегия развития аквакультуры в Российской Федерации на период до 2020 года // URL: <http://txt.mcх.ru/documents/document/show/12208.77.htm> (дата обращения: 25.02.2010).
18. Федосеев В.Я., Григорьева Н.И. Опыт совместного культивирования крабов и приморского гребешка в зал. Посъета (зал. Петра Великого, Японское море) // Вопросы рыболовства. 2004. Т. 5. № 4 (20). С. 45-47.
19. Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П. Влияние температуры на раннее развитие тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) при загрязнении морской воды ионами меди // Биология моря. 2007. № 6. С. 417-422.

TO THE QUESTION ABOUT THE DEVELOPMENT OF THE MARICULTURE OF PRYMORSKY REGION IN THE BEGINNING OF XXI CENTURY

E.A. Rizhijs, L.A. Gayko

V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

Mariculture is the artificial culture of hydrocoles in conditions controlled by human. In Prymorsky region cultivation usually is carried out in natural environment. Base perspective for cultivation organisms at the present time are ahnfeltia, gracilaria, laminaria (algae), mussel and pecten (mollusks), trepan and urchins (echinoderms). The cultivation of other invertebrates is possible but for the present this is not economically advantageous.

In the paper the specifics of the development of mariculture in Prymorsky region during last ten years are presented.

УДК 591.69-7

ПАЗАРИТИЧЕСКИЕ КОПЕПОДЫ СЕМЕЙСТВА CALIGIDAE (CRUSTACEA, COPEPODA, SIPHONOSTOMATOIDA) РЫБ ВЬЕТНАМА

Н.Н. Самотылова

ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

Материалом для публикации послужили сборы паразитических копепод от рыб Вьетнама, проведенные сотрудниками ТИНРО (ныне – ТИНРО-Центр) в 1960-1961 гг. Сбор, фиксация, хранение и камеральная обработка материала проводились по общепринятым методикам (Быховская-Павловская, 1985). Обследовано 4439 экз. рыб, из них заражено 234, что составляет 5,27 %.

В состав семейства Caligidae входят два подсемейства (Caliginae и Lepeophtheirinae) 33 родов 442 видов паразитических копепод рыб. Наибольшее количество видов содержат роды Caligus (247) и Lepeophtheirus (118), что составляет 82,58 %.

Калигидами заражено 23 вида рыб (*Abalistes stellaris*, *Anabas testudineus*, *Argyrops spinifer*, Ariidae gen. sp., *Arius maculatus*, *Channa* sp., *Dactylopteridae* gen sp., *Decapterus* sp., *Dussumieria elopsoides*, *Ephippus orbis*, *Euthynnus affinis*, *Gerres filamentosus*, *Nemipterus* sp., *Pampus argenteus*, *Parastromateus niger*, *Parastromateus niger*, *Platax teira*, *Pomadasyg guoraca*, *Sarda* sp., *Saurida tumbil*, *Scomberomorus*

commerson, *Sphyraena jello*, *Trichiuridae gen. sp.*), относящихся к 23 родам 17 семейств (Anabatidae, Ariidae, Balistidae, Carangidae, Channidae, Clupeidae, Dactylopteridae, Ephippidae, Gerridae, Haemulidae, Nemipteridae, Scombridae, Sparidae Sphyraenidae, Stromateidae, Synodontidae, Trichiuridae) и 6 отрядам (Aulopiformes, Clupeiformes, Perciformes, Scorpaeniformes, Siluriformes, Tetraodontiformes). Наибольшее число видов копепод зарегистрировано на представителях отрядов Perciformes – 15 (семейства Carangidae – 7 видов рыб заражено, Ephippidae – 4, Scombridae – 4) и Siluriformes – 4 (семейство Ariidae).

Распределение копепод по видам хозяев было следующим:

Вид *Anuretes branchialis* при интенсивности инвазии (ИИ) 1-6 экземпляров зарегистрирован на *Platax teira* (заражено 2 экз. рыб) и *Sarda sp.* (заражен 1 экз. рыб).

Вид *Arrama sp.* при интенсивности инвазии (ИИ) 2 экземпляра зарегистрирован на Ariidae gen. sp. (заражен 1 экз. рыб).

Вид *Caligus pelamydis* при ИИ 1 экземпляра зарегистрирован на *Sphyraena jello* (заражен 1 экз. рыб).

Вид *Caligus spp.* при ИИ – 1-10 экземпляров зарегистрирован на *Abalistes stellaris* (заражено 2 экз. рыб), *Argyrops spinifer* (заражен 1 экз. рыб), *Arius maculatus* (заражено 2 экз. рыб), *Dactylopteridae* (заражен 1 экз. рыб), *Ephippus orbis* (заражен 1 экз. рыб), *Euthynnus affinis* (заражено 2 экз. рыб), *Gerres filamentosus* (заражен 1 экз. рыб), *Pampus argenteus* (заражен 1 экз. рыб), *Parastromateus niger* (заражен 1 экз. рыб), *Scomberomorus commerson* (заражен 1 экз. рыб), *Trichiuridae gen. sp.* (заражен 1 экз. рыб).

Вид *Hermilius sp.* при ИИ – 1 экземпляр зарегистрирован на Ariidae gen. sp. (заражен 1 экз. рыб).

Вид *Mappates plataxus* при ИИ – 1-3 экземпляров зарегистрировано на *Platax teira* (заражено 2 экз. рыб), *Sarda sp.* (заражен 1 экз. рыб).

Вид *Parapetalus orientalis* при ИИ – 1-4 экземпляров зарегистрировано на *Anabas testudineus* (заражен 1 экз. рыб), *Pomadasys guoraca* (заражен 1 экз. рыб).

Вид *Parapetalus longipennatus* при ИИ – 1 экземпляр зарегистрирован на *Channa sp.* (заражен 1 экз. рыб).

Вид *Parapetalus sp.* при ИИ – 1 экземпляр зарегистрирован на *Saurida tumbil* (заражено 2 экз. рыб), *Trichiuridae gen. sp.* (заражен 1 экз. рыб).

Вид *Sinocaligus formicoides* при ИИ – 1 экземпляр зарегистрирован на *Dussumieria elopsoides* (заражен 1 экз. рыб).

Вид *Synestius caliginus* при ИИ – 1-6 экземпляров зарегистрирован на *Parastromateus niger* (заражено 4 экз. рыб).

Таким образом, на рыбах Вьетнама зарегистрировано 10 видов калигид (не считая *Caligus spp.*), относящихся к 8 родам (*Anuretes*, *Arrama*, *Caligus*, *Hermilius*, *Mappates*, *Parapetalus*, *Sinocaligus*, *Synestius*). Наибольшее количество видов (3) содержит род *Parapetalus*.

Большинство видов впервые зарегистрировано на рыбах Вьетнама.

PARASITIC COPEPODS CALIGIDAE FAMILY (CRUSTACEA, COPEPODA, SIPHONOSTOMATOIDA) FISHES OF VIETNAM

N.N. Samotylova

Eastern State Technical Fishery University (Dalrybvtuz), Vladivostok, Russia

4439 species of fish were examined, 234 of them were infected (5,27 %). 10 species of parasitic copepods (*Anuretes branchialis*, *Arrama sp.*, *Caligus pelamydis*, *Caligus spp.*, *Hermilius sp.*, *Mappates plataxus*, *Parapetalus orientalis*, *P. longipennatus*, *Parapetalus sp.*, *Sinocaligus formicoides*, *Synestius caliginus*) were recorded on 23 fishes of Vietnam.

УДК 574

НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ СЕЗОННОЙ И ГОДОВОЙ ДИНАМИКИ СООБЩЕСТВА МЕЙОБЕНТОСА ПЕСЧАНЫХ ГРУНТОВ БУХТЫ ПАТРОКЛ

Е.В. Смирнова

ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

Рассмотрены особенности динамики мейобентосного сообщества морского песчаного мелководья в зоне строительства мостового перехода «Бухта Патрокл – бухта Золотой рог». Изменения количественных показателей и трофической структуры сообщества, наблюдавшиеся в октябре 2009 г., не укладываются в схему сезонной и годовой динамики.

При изучении антропогенного воздействия на природные сообщества исследователи обычно сталкиваются с проблемой отсутствия информации о состоянии сообщества в предшествующий период. Для изучения мейофауны песчаных прибрежных мелководий умеренных широт, где сезонность изменений в структуре сообществ наиболее выражена, проблема является особо актуальной.

Целью данной работы является исследование особенностей годовой и сезонной динамики мейобентосного сообщества песчаных грунтов в зоне строительства мостового перехода «Бухта Патрокл – бухта Золотой рог».

Материалом для работы послужили пробы мейобентоса, собранные в б. Патрокл прол. Босфор Восточный зал. Петра Великого (Японское море) в период с 17.10.2007 по 15.10.2009 гг. Строительные работы на берегу бухты начались в сентябре 2009 г. Всего собрано и обработано 132 пробы мейобентоса.

В районе исследования преобладали мелкозернистые, хорошо сортированные пески (доминирующая фракция 0,10-0,25 мм, медианный диаметр частиц $Md = 0,16$ мм) (Smirnova, Fadeeva, 2008). Толщина окисленного слоя – 20 см.

Бухта Патрокл является полузакрытой с промежуточным, по классификации Mclachlan и Brown (2006), характером гидродинамического режима. В таких бухтах поступление кислорода и органических веществ достаточно сбалансированы, чтобы предотвратить развитие восстановительных условий в более глубоких отложениях. В верхних слоях песка наблюдаются физические градиенты факторов среды, а в более глубоких – тенденция к химическим градиентам.

Мейобентос в районе исследования составляла типичная интерстициальная фауна, представленная 14 систематическими группами (таблица). Таксономический состав в течение обоих лет наблюдений был достаточно постоянен.

Качественный состав мейобентоса на песчаных грунтах б. Патрокл

Таксон	Зима		Весна		Лето		Осень	
	2007-2008	2008-2009	2008	2009	2008	2009	2008	2009
Nematoda	+	+	+	+	+	+	+	+
Turbellaria	+	+	+	+	+	+	+	+
Gastrotricha	+	-	+	+	+	+	+	+
Rotatoria	-	-	+	+	+	+	+	+
Nemertina	-	-	+	+	-	-	+	+
Harpacticida	+	+	-	+	+	+	+	+
Priapulida	+	-	+	+	+	+	-	-
Acarina	-	-	+	-	+	-	+	+
Amphypoda	-	-	+	-	-	-	-	-
Foraminifera	-	-	+	+	+	+	+	+
Olygochaeta	+	-	+	+	+	-	+	+
Polychaeta	+	+	+	+	+	+	+	+
Mysidacea	+	-	-	-	-	-	+	-
Bivalvia	-	-	+	+	+	+	-	+

В 2007-2008 гг. среднегодовая плотность поселений мейобентоса составляла 793,75 экз./10 см². Первый пик обилия мейобентоса отмечен в ноябре – 1091,34 экз./10 см², второй – в апреле – 1058,72 экз./10 см² (рис. 1).

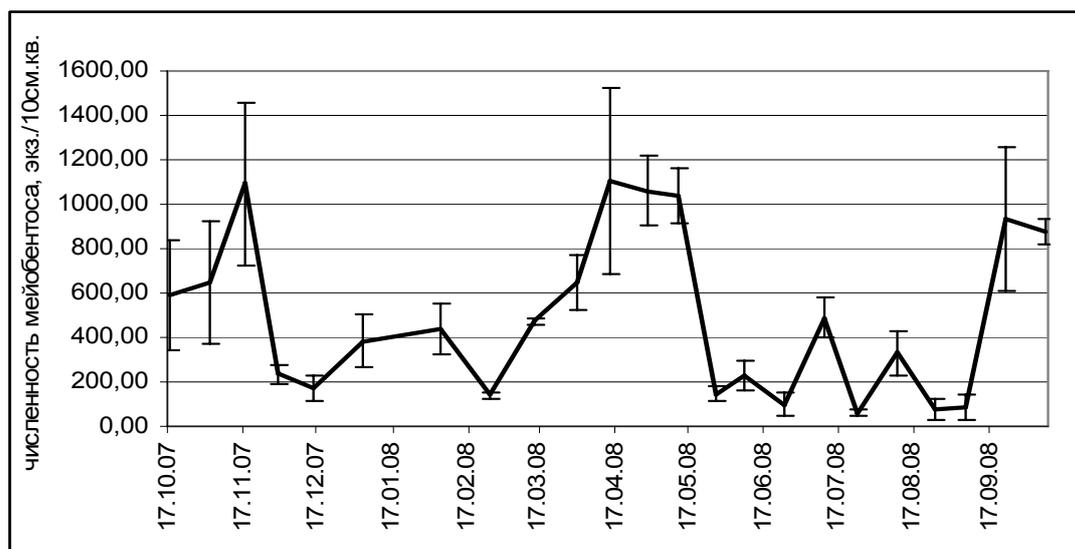


Рис. 1. Изменение численности мейобентоса в б. Патрокл в 2007-2008 гг.
Стандартное отклонение – планки погрешностей

В собственно зимний период 2007-2008 гг., при отрицательной температуре воды и наличии ледового припая, численность мейобентоса возросла по сравнению с декабрем. Минимальное за год значение обилия наблюдалось в июле (см. рис. 1) и составило 58,26 экз./10 см². В зимние месяцы (конец декабря-начало февраля) и в период максимального прогрева и распреснения воды (июль-август) плотность поселений была минимальна.

В 2008-2009 гг. среднегодовое значение обилия мейобентоса практически не изменилось (801,53 экз./10 см²). Анализ темпорального распределения численности в 2008-2009 гг. также показал наличие осеннего пика численности (941,67 экз./10 см²) и последующее снижение обилия мейобентоса к зиме (рис. 2). Осенний максимум был несколько ниже, чем в 2007 г. В течение всех холодных месяцев года численность снижалась постепенно. Минимальная плотность поселения наблюдалась в начале марта (54,67 экз./10 см²). Резкий подъем численности начался с конца марта. Величина обилия в этот период была вдвое больше, чем в 2008 г. Весной 2009 г. период высокой численности мейобентоса был более продолжительным, что может быть связано с более интенсивным весенним прогревом и достаточно низкими температурами первой половины лета. Снижение обилия в летний период наблюдалось позже и было не таким значительным, как в 2008 г. Осенью 2009 г. заметного увеличения численности не наблюдалось (рис. 3).

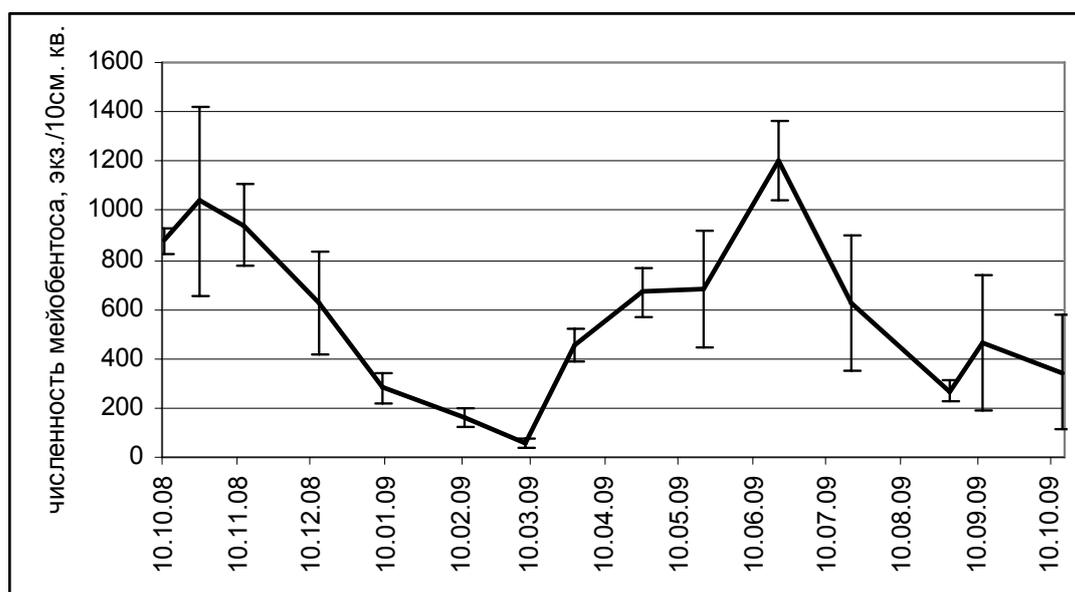


Рис. 2. Изменение численности мейобентоса в б. Патрокл в 2008-2009 гг. Стандартное отклонение – планки погрешностей

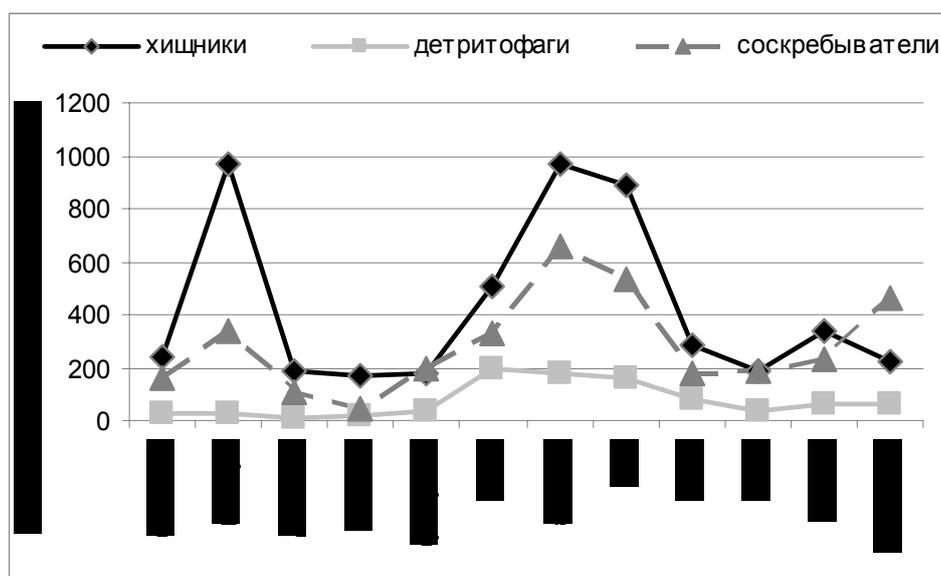


Рис. 3. Сезонная динамика трофической структуры таксоцены морских нематод в 2007-2008 гг.

Выявлена слабовыраженная, но достоверная ($K = 0,6$) нелинейная зависимость обилия мейобентоса от температуры воды. Зависимость плотности поселения мейобентоса от солености недостоверна ($K = 0,4$)

83 % от общей численности организмов мейобентоса составляли свободноживущие нематоды. В трофической структуре нематоцены выделены следующие трофические группировки (использована классификация Визера (Чесунов, 2006)): 1В (избирательные детритофаги), 2А (соскребыватели), 2В (всеядные, падальщики и хищники). В течение всего периода исследований преобладали всеядные нематоды (рисунки 3, 4). Количество соскребывателей варьировало в пределах 28-39 % от общего числа нематод. Весной и осенью наблюдалось увеличение численности нематод, относящихся к трофическим группировкам 2А и 2В. Доля детритофагов была незначительной. В октябре 2009 года было отмечено увеличение численности детритофагов и заметное уменьшение числа всеядных нематод (рис. 4).

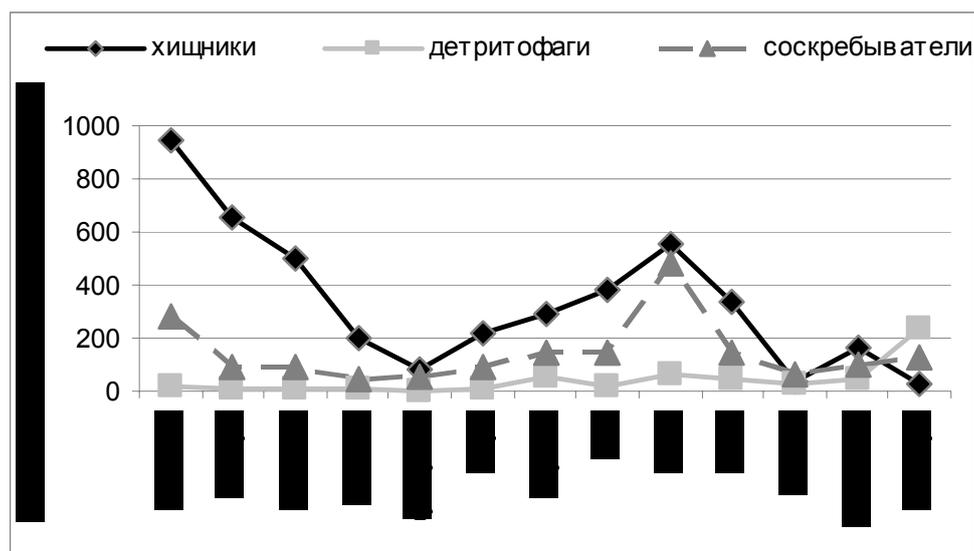


Рис. 4. Сезонная динамика трофической структуры таксоцены морских нематод в 2008-2009 гг.

Описанная ситуация отражает динамику ненарушенного интерстициального сообщества со стабильным гранулометрическим составом, находящегося под контролем преимущественно гидродинамического, температурного и трофического факторов. Изменения количественных показателей и трофической структуры сообщества, наблюдавшиеся в октябре 2009 г., не укладываются в схему сезонной и годовой динамики. Дальнейшие исследования позволяют установить, являются ли изменения в сообществе следствием работ по строительству мостового перехода на берегу бухты или это естественные межгодовые флуктуации.

Библиографический список

1. Чесунов А.В. Морские нематоды. М.: Т-во научных изданий КМК, 2006. 367 с.
2. Mclachlan A., Brown A.C. The ecology of sandy shores // Academic Press, Oxford, Second Edition, 2006, 387 p.
3. Smirnova E., Fadeeva N.P. Seasonal dynamics of meiofauna community and zonation patterns in (un)disturbed of the Sea of Japan // North Pacific Marine Science Organization, 17th Annual Meeting, October 24-November 2, Dalian, 2008. P. 170.

SOME ASPECTS OF SEASONAL AND ANNUAL DYNAMICS OF SANDY BEACHES MEIOBENTHIC COMMUNITY IN PATROCL BAY

E.V. Smirnova

Far-Eastern State Technical Fishery University (Dalrybvtuz), Vladivostok, Russia

The paper discusses features of marine sandy shoal meiobenthic community dynamics in the area of the bridge crossing "Bay Patrocl – Golden Horn Bay" construction. Changes of abundance quantity and community trophic structure, observed in October 2009, did not fit into the scheme of seasonal and annual dynamics.

AN ANALYSIS OF THE TOTAL ALLOWABLE FARMING AREA SYSTEM (TAFA) OF MARICULTURE

Zhong Xu

«Shanghai Ocean University», Shanghai, China

Mariculture needs to use amount of sea water, occupy the coastal zone resources. So, mariculture faces the conflicts between the expansion of mariculture scales and groundwater over-exploitation. In this article, based on the investigation of China's flatfish aquaculture, it analyses existing problems, such as the groundwater use, diseases, resource rents, output control and so on. Then it brings forward the total allowable farming area (TAFA) system. Through surveying of the coastal zone resources, combined with the technical conditions of aquaculture, social and economic factors, the total allowable farming area (TAFA) system set the allowable coastal farming area and allocates the area quota to aquaculture companies or farmers to achieve the propose of ecological protection, economic and social benefits.

1. Introduction

Mariculture is very important to Chinese fisheries, which production in 2006 reached 36 million tons, accounting for 68 % of aquatic production. The mariculture production reached 14.5 million tons, accounting for 40 % of aquaculture production. The value of mariculture products is higher than freshwater products. The development of mariculture can provides jobs and raises farmers' income.

However, mariculture uses a lot of seawater, occupies amount of coastal beaches. The marine environment and resource are the constraints of mariculture development. A large number of farmers entered the mariculture industry for higher economic benefits in recent years. The mariculture production had a significant increase in a short time. Fish prices plunged coupled with high cost. Some farmers lost their investment. The competition results that individual farmers illegally used drugs for the survival and production. The low quality fish harmed consumers' health. The consumers would lose their confidence. How to find a way to effectively use marine resources and access higher resource rents is a significant issue.

Mariculture and fisheries have the same characteristic of resources. When there is no great change in the sea using technology and farming techniques, to study and learning from the total allowable catch system (TAC system) of fisheries management may be can give the solutions. So, the purpose of this research is to provide a mariculture system and solutions based the flatfish analysis to avoid above problems.

2. The main problems existing in flatfish aquaculture at present

The flatfish culture in China began in 1995 at Penglai City, Shandong Province. The flatfish fry is imported from abroad and to be breed. The first cultivating factory is established in Yantai city, Shandong Province in 1999. Then, large-scale flatfish farming spread with the model of Greenhouse in land using sea water well. This model is known as factory aquaculture. The flatfish production in Yantai city reached 2 million tons (of which Turbot 80 %) in 2008, the total area of aquaculture 1.8 million square meters. The value reached 1.5 billion RMB.

The dense geographical distribution of farming plants caused sea water overused because the flatfish aquaculture depends on pumping water from well which dig in the shallow beach. The flatfish aquaculture size in China reached its peak in 2005. The over-exploitation of underground water resulted in the water level falling, which lead to fish illness, low quality products, etc. This also resulted in the destruction of coastal zone natural resources, affecting flatfish industry sustainable development. When the aquaculture benefits are good, some farmers blindly invested and built factories in the absence of feasibility analysis. They found that original selected sites were unfit for flatfish aquaculture after they had engaged in aquaculture for some time.

The consumers gradually started to buy this kind of fish, while the main market expand from Pearl River Delta of China, a traditional market, to most part of China, especially Beijing, Shanghai and other metropolitan cities. As flatfish price is much higher than most of the freshwater aquatic products. The demand of flatfish is smaller than the demand of the freshwater aquatic products. When the supply increasing exceeds the increase in demand, fierce competition will happen. Therefore, many farmers lost their profits. The aquaculture of sea cucumbers, mussels and other species also had the similar situation.

The Government administration have also adopted some policies to control the aquaculture scale and products supply, such as guiding and regulating the farming area, to implemented the permitting aquaculture system and so on. The permitting aquaculture system is implemented through issuing certification to aquaculture units by authorities. If the aquaculture farmers want to get the aquaculture license who should meet many requirements, such as water source condition, water quality control, and so on.

Authorities adopt these policies to improve the entry requirement. But this is a partial solution to the aquaculture problem of excessive scale expansion. However, the implementation of aquaculture permitting system is just like the fishing permit system because there is no entire solution to the contradiction between the scale increasing and the scarcity of sea water. As long as there exist huge profits in this industry, more and more farmers outside will do their best to apply for aquaculture license. The farmers within the industry will do everything possible to expand the farming scale, thereby the policy of controlling the farming scale is difficult to success.

Flatfish aquaculture needs to change the water for 5 or 6 times in one day in order to ensure that the fish are not sick or less sick. Increasing the water change times will increase the cost. Some farmers reduced water change times in order to reduce costs. Water quality would become worse because the disorder in

aquaculture competition, even if the water changing times does not decrease. The water quality decline would result in prevalence of fish disease and mortality increasing. The farmers used drugs illegally in order to ensure high survival and production which resulting in the health problems. This also leads to consumer's loyalty and demand decreased. The "Turbot event" which happened in 2006 has testified these problems. So, a good control of water quality is the key to prevent fish disease from spreading, to improve fish survival and to reduce the volume and frequency of drugs used.

The administration in a village named 'Zhu Wang' increased the land rent to control the aquaculture scale and stocking density. This approach is essentially a kind of access control just like the aquaculture permitting system. These two approaches both increase barriers to entry, but did not solve the contradiction between the resources and the scale. Even if the farmers entered the industry, they would also face the water using competition and problem of water quality declining.

When the flatfish aquaculture production reached its peak in 2006, some enterprises and the Flatfish Aquaculture Association (FAA) took through agreement to control the supply to stabilize the market price. When the supply exceeds demand, some of the larger farms in the region convene a meeting to consult sale volume and sale time arrangements. When the fish prices declined severe, members in FAA stop or reduce selling fish products uniformly. When the market trend changed, they will restart selling the fish products to the market. However, if this approach will achieve its goals, the proportion of total production of the members account for the production of whole market will large enough, or the supply of these enterprises in terms of quality and safety is superior to other farmers' products. It is not easy to meet this requirement. The union of Enterprises and the Flatfish Aquaculture Association (FAA) likes cartels in economics has the instability characteristics. Once a member undermines agreements, selling the fish products with low prices, the cartel would failed. In addition, this approach will not be feasible if there exit quality difference between different products. High-quality fish products should be sale with high price. If consumer can not discern the products quality, the prices system must be disorder. The phenomenon that bad money drives out good money will happen. Therefore, this approach can not solve the problem of market price fluctuation.

In summary, the current policies and measures applied can solve some problems, but can not fundamentally solve the contradiction between the aquaculture development and coastal zone resources. To achieve the sustainable and healthy aquaculture development, we need to find another way to solve this contradiction, and the enterprises can get profits in the long-term.

3. The TAFE system for mariculture

3.1 The introduction of TAC system in fisheries

In order to solve the fishery resource recession problem, the economists proposed Total Allowable Catch (TAC) system to manage the marine fishing activities. The establishment of total allowable catch system not only protects the fishery resource, but also increases the resource rent. The effective implementation of the system makes the fishermen earning more money. Taking into account social, economic and other factors, based on the regeneration capacity of fisheries resources, in particular, the resources can support the fishing intensity, in a certain period (usually one year), in a specific area for specific fish species to set the maximum catch. In practice, this kind of management measures is to control the catch fleets directly and check the landing volume. Once the actual total catch reached the level set total allowable catch, close the fishery. At present, apart from Finland, Turkey and Greece, developed countries in the world have implemented the TAC system to manage their fisheries resources.

Determination of total allowable catch is the first key and premise to implement quota management which decides the management effectiveness. Total allowable catch was originally based on the concept of maximum sustainable yield (Maximum Sustainable Yield, MSY). According to the different objectives, generally based on the MSY and take account into economic, social and other factors, TAC is practiced in different countries. They developed the maximum economic yield (MEY), greatest social Yield (MSCY) as well as the socially optimal sustainable yield (OSY) and many other theories (Kevern, 2002). Code of Conduct for Responsible Fisheries (CCRF) laid down the proposed "precautionary reference points" concept in the light of fisheries resources, fishing operations, ecological environment and socio-economic conditions. No matter how the management objectives is, the implementation of TAC needed to accurately assess the amount of fishery resources, which required long-term survey of fishery resources, and to calculate the catch accumulation, fishing effort and fishing mortality and so on. The total allowable catch is determined based on the stocks and resources.

3.2 The frame of the TAFE system

Mariculture and fishing both use the marine resources. The protection of the marine environment and resources is important to these two production models. We can control the usage of marine resource. At the same time, people engaged in fishing and aquaculture will face the income and employment problems, and so on. So, we should not only take into account the resource protection, but also should also take into account the impact of the economic and social aspects. Referring to the implementation of total allowable catch system in fishing, the TAFE system can be considered to implement in aquaculture.

Total allowable farm area system is designed to solve the contradiction between the scale expansion and excessive sea-water usage. TAFE system is designed based on the available volume of sea-water extraction, farming scale, technologies, social factors, economic factors and other factors. The maximum al-

allowable farm area is decided for specific species in specific geographic regions in the period of time (1 year or 2 years). The measure is mainly aimed at aquaculture area control.

Just like the implement TAC system in fisheries, the effective establishment of TAFE system should determine the total allowable farming area. The total farming area can be determined based on the geographical conditions of sea water of the coastal zones resources and considering the economic and social factors, to determine the maximum of sea water usage. Sea water resources share can be distributed in different regions, different industries and different farming species when the maximum of sea water usage is determined, the prevention reference point should be set, taking into account the long-term sustainable development of aquaculture. Prevention reference point should consider the environmental protection, coastal zones, sea water available for extraction as well as other resource utilization. When water usage beyond the prevention reference point, the relevant departments and farmers need to take action to control the farming scale for the environmental and coastal zone resources protection. Because many industries also occupied coastal zone resources whom will also influence marine environment and tidal-flat area, the implementation of the TAFE system should not only accurately assess the sea water availability, but also needs to assess sea water used by the coastal-related industries, such as coastal engineering, coastal tourism, and so on. On the one hand, quantitative indicators and data should be gathered for many years in different regions. On the other hand, the water resource will be utilized by other industries should determined for a long-term (10 years or 15 years) development and construction of coastal zone.

The first condition of TAFE implementation is to determine the allowable farming area. If the water utilize level we have set is higher than the actual total available resources for aquaculture, the coastal zone resources will deteriorated. In the same time, the resources available to other industries will be occupied and can not be protected effectively. On the contrary, the utilized level of water we have set is lower than the sustainable use level of resources for farming, the economic rent will lose and the farmers' income will be affected. Therefore, implementation of the TAFE system need to fully investigate the utilization status of sea water resources, technologies and consecutive data of farming area, farming output. Based on the investigation, we should also adjust the total farming area combined with the status of the port, protected areas, mining, recreation, industrial development zone. We should investigate and summarize the data of related industries, surveying and monitoring the aquaculture data for years.

Secondly, it needs to establish effective and reliable aquaculture statistics and survey system. Is the set of aquaculture area reasonable or not will directly impact the aquaculture management and resource conservation. The relationship of the farming area, water usage, and the production may be non-linear. We need to take into account the specific farming technical conditions. In different technological conditions, within a certain farming area, the farmers adopt better technology can use less water to obtain a higher yield, while if they adopt the poor farming technology will not only obtain lower yield, may also use more water and resources. Therefore, the scientific and rational way to set the aquaculture area is needed to have a survey system for area, production and technologies.

Thirdly, a fair and reasonable quota allocation system is important to the TAFE. The total farming area can be divided into shares and distributed to different economic units. We must adopt the fair and reasonable allocation principles. Only the fair and reasonable allocation principle can obtain farmers' supports, reducing the difficulty of the implementation of quota management. In principle, we should consider the economic impact and importance of quota allocation to farmers. Quota allocation should be allocated firstly to the farmers who had engaged in mariculture and is still engaged in aquaculture. We also should take into account other industry policies, for example, the transferring fishermen policies, to get the financial support. When the fishermen give up fishing we can issue aquaculture permits to them and guide them to carry out farming activities. Of course, this should be carried out under the premise of the total farming area.

Finally, the establishment of a sound fishery monitoring systems is necessary. The effective monitoring system can be directly impact the implementation effectiveness of the TAFE. When the actual farming area exceeds the set area, new farmers' entry should be prohibited so as to protect resources and to achieve good market benefits. If farmers increase farming area to improve production privately which resulting in the increase of farming density, the administration should stopped them and even gives them the corresponding punishment. If the farmers increase production through water-saving techniques, the administration should encourage them and even give them the corresponding rewards and funding. To carry out the above work requires a strong monitoring system to monitor and manage the information of the farming area, aquaculture production and farming technologies, and so on. Without a strong fisheries monitoring system, it is difficult to monitor the farming area and are unable to know exactly aquaculture situation, sea water usage, and are unable to effectively implement the TAFE system.

4. Conclusion

China's aquaculture industry faces the contradiction between the expansion of the aquaculture scale and the over-exploitation of sea water. This contradiction affects the protection of coastal zones resources and the aquaculture profits. Some of the approaches being taken can only alleviate this contradiction to some extent, such as aquaculture licensing system, improving farming land rents, as well as decreasing the short-run supply. These measures can not fundamentally solve the problem. Therefore, the TAFE system is a better alternative institution to achieve the goals of protection of coastal zone resource, to achieve the scien-

tific aquaculture development of. The effective implementation of the TAFE system may be needed to do the followings in the administrative, technical, institutional and funding aspects:

1. The effective implementation of the TAFE system needs the cooperation of relevant administration, such as the departments in Ministry of Agriculture, Ministry Land and Resources and the State Oceanic Administration, to make appropriate plans, to demonstrate the feasibility of TAFE system, to investigate the coastal zone resources and the status of resource occupation by other industries. There is no doubt that this work is task daunting, but this work is not only beneficial to the overall implementation of the TAFE system, but also is a fundamental and important work to China's marine environmental protection, coastal economic planning and the distribution of industry.

2. After the biological allowable farming area the water resource can carry is determined, the total allowable farming area for different species also should be determined. Then, the economic TAFE should be determined according to market supply.

3. The quota allocation of TAFE can adopt the approach that maintain the status quo, and gradually adjust the quotas. If the current farming area exceeds the total set farming area, the established industrial development fund should redeem the difference necessarily. The auction system should be adopted when the area quotas are released. The auction income should be put into the industrial development funds. The industry funds can be used for the development of aquaculture techniques and stabilization of market supply.

4. To spread the scales of factory aquaculture and develop the professional cooperatives. It is proved that modern aquaculture can not only effectively protect the sea water resource, but also can achieve high profits for farmers. The cooperatives established by farmers themselves could give many supports to farmers on technical and financial support and enhance their market competition power.

Reference

1. *Kevern L C*, 2002, The use of scientific information in the design of management strategies, Management measures and their application. Fisheries technical paper, Rome: FAO Fisheries Department, 424:95-130.

2. Code of conduct for responsible fisheries, <http://www.fao.org/fi/default.Asp>.

3. *John P*, 2002, Input and output controls: the practice of fishing effort and catch management in responsible fisheries, Management measures and their application. Fisheries technical paper, Rome: FAO Fisheries Department, 424:75-93.

АНАЛИЗ ОБЩЕЙ ДОПУСТИМОЙ ЗОНЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ОБЪЕКТОВ МАРИКУЛЬТУРЫ

Сюй Чжун

Шанхайский Океанологический Университет, Шанхай, КНР

Для развития марикультуры необходима морская вода. Таким образом, существует дилемма: с одной стороны, это расширение масштабов выращивания объектов марикультуры, а с другой – чрезмерная эксплуатация грунтовых вод. В данной статье, основанной на изучении китайской камбалы, проведен анализ таких существующих проблем, как использование грунтовых вод, распространение заболеваний, ресурсная рента, контроль за выпущенной продукцией и др. Далее рассматривается система общей допустимой зоны выращивания объектов марикультуры. Исследуя ресурсы прибрежной зоны в сочетании с техническими условиями, социальными и экономическими факторами, данная система определяет допустимую прибрежную зону культивирования и распределяет территориальную квоту на выращивание объектов аквакультуры между компаниями и хозяйствами в целях охраны экологии, а также для получения пользы экономического и социального характера.

УДК 911.2: 551.49

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ БИОПРОДУКТИВНОСТИ АЗОВСКОГО МОРЯ

А.Н. Тамайчук

Таврический национальный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Украина

Биопродуктивность в различных частях Азовского моря неодинакова и зависит от местных условий. Ведущими факторами, влияющими на биопродуктивность в регионах Азовского моря, являются их морфология и речной сток. Наиболее общая тенденция выражается в изменении биопродуктивности от центральной части моря к побережью. Наибольшей специфичностью по биопродуктивности отличаются Таганрогский залив и Сиваш.

Азовское море по характеру и интенсивности процессов биопродуцирования занимает особое место среди морей Мирового океана. К числу условий, содействующих высокой биопродуктивности

Азовского моря, относятся его мелководность, способствующая легкому возврату питательных веществ со дна в поверхностный слой моря, низкая соленость, хорошая освещаемость солнечными лучами толщи воды, несмотря на ее малую прозрачность, хороший прогрев как всей толщи воды, так и дна моря в течение длительного вегетационного периода, продолжающегося с апреля по октябрь, благоприятные условия перемешивания и вентилирования вод, способствующие их высокому насыщению кислородом, обильный принос реками масс неорганических и органических питательных веществ, как в растворенном, так и в нерастворенном виде, быстрая оборачиваемость биогенных веществ и значительная площадь нерестилищ [1; 2; 4; 8; 9; 11; 12]. Однако динамика биопродукционных процессов в Азовском море отличается сложностью и существенными пространственными различиями. В связи с этим приобретает важное значение изучение региональной специфики процессов биопродуцирования в каждом отдельно взятом регионе Азовского моря, существенно связанной с особенностями его природных условий. В то же время региональная структура моря изучена еще далеко не полно, с чем связана и недостаточность сведений о местных особенностях формирования биопродуктивности Азовского моря, специфики его экосистем и распределения его животного и растительного населения.

Растительный мир Азовского моря представлен высшими водными растениями и водорослями: диатомовыми, зелеными, сине-зелеными, динофитовыми, красными, бурыми и др. Общая биомасса водорослей в Азовском море оценивается в среднем в 1,2-1,5 млн т [6; 15; 17]. После зарегулирования стока Дона и Кубани в море стали доминировать зеленые и сине-зеленые микроводоросли, а также участилось весеннее «цветение» воды вследствие массового развития диатомовых и динофитовых водорослей. Также в Азовском море присутствуют 188 видов фитопланктона (из них массово размножаются 32 вида) и 111 видов зоопланктона [7; 13; 14].

В составе фауны Азовского моря различаются 324 вида беспозвоночных и 80 видов рыб [6; 14]. Особенностью Азовского моря является разнородность его животного населения, состоящего из нескольких различных по происхождению групп, в его разных частях. Основу фауны моря составляют средиземноморские виды-иммигранты. Для некоторых из них условия Азовского моря оказались чрезвычайно благоприятными, что привело к их массовому размножению. Среди них в первую очередь выделяются виды *Balanus*, *Cardium*, *Nereis* и др. Являясь эвригалинными, эти виды встречаются при солености от 7 до 26 ‰. Наибольшее значение среди средиземноморских иммигрантов имеют группы полихет (32 вида), моллюсков (22 вида) и амфипод (12 видов) [13; 14].

Среди рыб Азовского моря различают полупроходные, проходные и морские виды. Из 80 видов азовских рыб 19 являются проходными и полупроходными и 13 – пресноводными [2; 3; 6]. К полупроходным относятся главным образом рыбы Таганрогского залива: лещ, судак и тарань. Из проходных наибольшее промысловое значение имеют сельдь, мигрирующая из Черного моря, и осетровые, в том числе азово-черноморский осетр, распространенный кроме Азовского моря еще в Черном и Каспийском морях. На нерест он поднимается в реки. После зарегулирования стока Дона и Кубани естественные воспроизводственные возможности осетра были в значительной степени подорваны [7; 8; 9; 14]. Также в бассейне Азовского и Черного морей распространена севрюга, являющаяся ценным объектом промысла и искусственного разведения. В целом азовские рыбы классифицируются на 7 категорий: 1. Натурализовавшиеся в Азовском море представители средиземноморской фауны, составляющие здесь основную массу постоянного населения, иногда уже обособившиеся в эндемичные виды, как, например, азовский калкан. 2. Средиземноморские иммигранты, проводящие в Азовском море часть года, а затем уходящие обратно в Черное или Мраморное моря (кефаль, султанка, хамса). 3. Нерегулярно входящие в Азовское море представители средиземноморской фауны (скумбрия, тунец). 4. Реликты – автохтоны понтической фауны, никогда не покидающие Азовского моря (*Percarina maeutica*). 5. Реликты – автохтоны понтической фауны, периодически входящие из Азовского моря в реки для нереста (несколько видов проходных рыб). 6. Реликты – автохтоны понтической фауны, проводящие часть жизни в Черном море, часть – в Азовском и часть – в реках (белуга). 7. Пресноводные формы [3].

Характер и интенсивность процессов биопродуцирования на акватории Азовского моря обнаруживают существенную региональную неоднородность, обусловленную местными особенностями сочетания экологически значимых факторов. Прежде всего яркими региональными особенностями экологических условий и процессов биопродуцирования отличается Таганрогский залив, протягивающийся от дельты Дона до линии, соединяющей косы Белосарайскую и Долгую и представляющий собой затопленную нижнюю часть долины Дона [10; 16]. Залив отличается значительной мелководностью (глубинами от 2 до 9 м), наибольшим влиянием пресного речного стока, стоковыми течениями у устья Дона, интенсивной аккумуляцией выносимого материала, сильным развитием сгонно-нагонных явлений, большой мутностью воды, наиболее суровыми ледовыми условиями (сплошной ледяной покров устанавливается здесь ежегодно раньше, чем в других районах моря, иногда уже в конце октября, в феврале достигает 60-80 см толщины, освобождение ото льда происходит позже всех других районов моря, в конце марта), самой низкой солёностью (от 0,5 ‰ в вершине залива до 8-9 ‰ на выходе из него) [2; 5; 6; 15]. Зимой температура воды у Таганрога может понижаться до -0,5 °С. На границе раздела пресных речных вод и солоноватых морских возникают довольно большие горизон-

тальные градиенты солёности. Кроме того, динамика стока обуславливает в Таганрогском заливе наиболее высокие межгодовые колебания солёности (до 2,5 ‰, в отличие от 0,9 ‰ в открытом море) [5]. Все эти особенности существенным образом влияют на процессы биопродуцирования. В Таганрогском заливе потребляется наибольшее количество биогенных веществ, выносимых речным стоком, и отмечается частое «цветение» воды из-за массового развития сине-зелёных водорослей. Восточную часть Таганрогского залива, как наиболее опресненный участок Азовского моря, ныне населяют реликты новозёвксинской каспийской фауны. К этим реликтам из числа бентосных форм принадлежат: *Cordylophora caspia* из кишечнотелостных, *Hyraniola Kowalewskyi* из полихет, *Monodaena colorata* из моллюсков, *Pterocuma pectinata* из кумацей, *Pontogammarus robustoides* из амфипод и др. В наиболее опресненных частях к этой реликтовой фауне примешиваются в значительном количестве пресноводные виды [13]. Экосистема Таганрогского залива больше, чем в любом другом районе моря, подвержена влиянию изменений речного стока. Уменьшение стока Дона в связи с зарегулированием его вод в начале 1950-х гг. вызвало быстрое продвижение в глубь Таганрогского залива солелюбивой фауны и отступление пресноводной [7]. В результате серьезно изменился количественный (уменьшилась биомасса зоопланктона) и качественный состав планктона залива, что в значительной степени обусловило падение его биопродуктивности.

Северный прибрежный район Азовского моря, простирающийся от западной стороны Белосарайской косы до восточной стороны Федотовой косы (Бирючего острова), отличается развитием среди обрывистых абразионных и абразионно-оползневых берегов длинных аккумулятивных песчаных кос «азовского» типа, заканчивающихся рядом песчаных отмелей. У восточных берегов кос характерен интенсивный размыв [5; 10]. За косами иногда возникает дефицит кислорода, связанный с ухудшением газового обмена [6]. С этим связана четко выраженная в этой части моря тенденция изменения процессов биопродуцирования в западно-восточном направлении. В Белосарайском заливе вследствие открытости и свободного водообмена испытывающем преобладающее влияние Таганрогского залива, суммарная биомасса фитопланктона достигает 206,4 мг/м³, зоопланктона – 101,23 мг/м³ [16]. В Бердянском – с более высокой солёностью вследствие большего влияния открытой части моря (10,5-10,8 ‰) значительно понижено содержание растворенного кислорода и биомасса фитопланктона составляет 32,8-50,9 мг/м³, зоопланктона – 218,3 мг/м³ [16]. В Обиточном заливе средняя температура ниже, чем в других заливах северного побережья, и составляет в среднем 16,6 °С. Солёность составляет 11,6 ‰. Биомасса фитопланктона не превышает 10,0-50,0 мг/м³, а зоопланктона достигает 528,17 мг/м³ [16]. Кроме того, для северного прибрежного района моря характерным является массовое развитие 13 видов макрофитов, населяющих прибрежную полосу. Среди них наиболее распространены красные водоросли *Ceramium diaphanum*, *Polysiphonia opaca* и *variegata*, зеленые – *Enteromorpha* и *Cladophora*. Обычны цветковые *Zostera marina* и *Zostera nana*. Однако по мере продвижения на восток количество водорослей резко убывает и у входа в Таганрогский залив красные водоросли совершенно исчезают [13].

В западном районе моря, отделенном песчано-ракушечной пересыпью (Арабатской стрелкой) от Сиваша, активизированы процессы размыва, причем часто встречаются морские банки и локальные поднятия до 3-4 м высотой. Наблюдаются интенсивное испарение и наименьшее для собственно Азовского моря количество осадков (около 300 мм) [5; 6]. Своеобразие этого района обуславливается периодическим поступлением через Генический (Тонкий) пролив сильносолёных сивашских вод. По этой причине солёность у западного побережья моря повышена до 12-18 ‰ [6]. Соответственно в западной части моря, в Утлюкском лимане, характеризующемся наибольшим влиянием сивашских вод, наиболее высокой солёностью и низкой биопродуктивностью, и в северном Сиваше сохранились остатки реликтовой солелюбивой фауны древнечерноморского периода. В качестве типичных здесь черноморских реликтов можно назвать полихету *Pectinaria neapolitana* и моллюска *Loripes lacteus*. Другие исчезли из фауны Азовского моря, но раковины их в большом количестве встречаются здесь повсеместно [13]. В Утлюкском лимане и северной части Сиваша имеются мощные массивы водоросли *Zostera*, являющиеся объектом промысла. Иная картина наблюдается в Арабатском заливе, отличающемся хорошим прогревом от поверхности до дна. Его средняя температура достигает 17,2 °С и велико насыщение кислородом – 102,8 % [5,16]. Поэтому в заливе создаются благоприятные условия для развития жизни, что обуславливает его повышенную биопродуктивность по сравнению с открытым морем. Биомасса фитопланктона здесь достигает 214,5 мг/м³, зоопланктона – 132,6 мг/м³ [16].

Своеобразие южного района моря определяется водообменом с Чёрным морем через Керченский пролив. Вследствие поступления черноморских вод эта часть Азовского моря отличается значительно повышенными солёностью (до 12-13 ‰) и плотностью воды (1,012 г/см³) [5]. Черноморские воды зимой отепляют акваторию на 7,5 МДж/м² в год, но с апреля по июль охлаждают, поэтому температура воды в районе в это время ниже, чем в центре моря. Температура воздуха выше, чем в других частях моря (зимой 1-3 °С, летом – до 30 °С). Соответственно особенностям гидрометеорологических условий в районе Керченского пролива существенно повышено видовое разнообразие цветковых растений и водорослей. К наиболее распространенным здесь видам относят зеленую нитчатую водоросль кладофору скальную (*Cladophora rupestris*), сплошным ковром покрывающую летом каменистое дно мелководных прибрежных акваторий, и красные водоросли полисифонию обнаженную

(*polysiphonia denudata*) и церамииум прозрачный (*ceramium diaphanum*). У берегов растут зеленые водоросли рода энтероморфа кишечнообразная (*enteromorpha intestinalis*) и энтероморфа сжатая (*enteromorpha compressa*). В последние десятилетия в связи с повышением солёности Азовского моря началось вселение в его южную часть черноморских видов. Так, у Казантипа был обнаружен древоточец *Teredo navalis*, который раньше не проникал дальше Керченского пролива. В Казантипском заливе влияние черноморских вод обуславливает повышенную солёность (12 ‰ и выше), биомасса фитопланктона составляет 132 мг/м³, зоопланктона – 117,2 мг/м³ [16].

Отличительная черта восточного района Азовского моря — взаимодействие пресного стока Кубани, черноморских вод из Керченского пролива и вод центральной части моря. Этот район представляет собой одну из наиболее активных в Азовском море зон смешения речных и морских вод. Поэтому в нем наблюдаются большие вертикальные градиенты солёности (в среднем 0,4-0,6 ‰, но могут достигать и 9 ‰) и плотности [5]. Воды Кубани отепляют район на 2,1 МДж/м² в год [5]. У устья Кубани от Пересыпского гирла до косы Ачуевской, поскольку Железинская банка затрудняет приток вод из центра моря, солёность понижена до 8 ‰, но из-за близости Керченского пролива она может иногда резко повышаться [6]. С этим связано распространение в лиманах у устья Кубани ультрагалинных форм. Особенности, связанные с распреснением, вызываемым стоком Бейсуга (солёность колеблется от 5 до 9 ‰), обуславливают специфику биоты Ясенского залива, Ахтарского и Бейсугского лиманов [6; 11].

Центральный район Азовского моря, занимающий плоскую блюдцеобразную котловину, отличается наибольшими глубинами, от 10 до 13 м, процессами новейшего опускания, существенными климатическими и гидрологическими отличиями от прибрежных частей, обуславливающими особенности биопродуцирования [8; 11; 17]. В апреле-мае над центральной частью Азовского моря наблюдается минимальная температура воздуха, возрастающая к побережью. В сентябре-октябре картина меняется на противоположную. Осадков выпадает до 300-400 мм [5]. Сезонный ход температуры воды также отличается от наблюдающегося в прибрежных районах. В период накопления тепла, в апреле-мае температура воды (5,5-7⁰ С) ниже, чем у берегов моря (8-11 °С), а осенью в период охлаждения (октябрь-ноябрь) – выше (14 °С и больше, в открытом море, против 12-13 °С у берегов, кроме южной части моря) [5]. Максимальные температуры воды отмечаются в августе. Между центральной частью моря и прибрежными районами формируется разность внешнего теплооборота в 800 МДж/м² [5]. В открытом море его значения максимальны (1200 МДж/м²), в прибрежных районах – минимальны (400 МДж/м²). Кроме того, характерны повышенные по сравнению с прибрежными районами прозрачность, величина волнения, солёность, пониженные скорости течений и сезонные изменения солёности. Вертикальные градиенты солёности составляют до 3,5 ‰ [5]. Иногда наблюдается дефицит кислорода. В мягкие зимы район свободен ото льда, в суровые в конце января-начале февраля появляется плавучий лёд, который смерзается в ледяные поля. Течения переменных направлений зависят от направления ветра.

Перечисленные обстоятельства обуславливают существенные отличия в количестве биогенных веществ и в биологической продуктивности центральной части Азовского моря. Прежде всего, в ней отмечается концентрическое распределение зон нарастающей биомассы от центра моря к периферии. При явлениях замора донной фауны и столь же массовом потреблении ее рыбами, на освобожденных от живых организмов, иногда весьма обширных, площадях может происходить массовое оседание личинок и развитие в дальнейшем одновозрастных популяций моллюсков. Распределение масс личинок обусловлено направлением течений. Тем самым комбинация течений с благоприятными для развития масс личинок грунтами, встречающимися на их пути, слабонаселенными или совсем лишенными организмов, создает условия для развития характерных для бентоса Азовского моря одновозрастных популяций [11; 13; 14]. В местах, уже занятых сильной популяцией какого-либо организма, личинки не могут развиваться и в массе гибнут. Длительность существования таких пятен жизни для моллюсков составляет 3-4 года, если массовое отмирание не уничтожит популяции в более ранний срок, что в более глубоких частях Азовского моря может происходить почти каждый год. Фауна центральной части Азовского моря представлена главным образом видами средиземноморского происхождения. Среди рыб наиболее массовыми видами в ней являются тюлька, хамса и атерина. Тюлька постоянно обитает в Азовском море, хамса и атерина зимуют в Черном море, а весной идут в Азовское через Керченский пролив для размножения и нагула. Черноморско-азовская сельдь, называемая иногда керченской, также зимует в Черном море, а в Азовское заходит в марте-апреле, двигаясь на нерест в реку Дон. С сентября по декабрь эти рыбы возвращаются на зимовку в Черное море. Из донных рыб хорошо известны бычки, которых насчитывается 10 видов. Среди них промысловое значение имеют бычок-кругляк, травяной бычок, бычок-песочник и некоторые другие [14]. В настоящее время наблюдается продвижение в центральную часть Азовского моря солелюбивых форм из Утлюкского лимана и Сиваша [13]. С новым повышением в конце 1980-х гг. минерализации воды усилилось проникновение в открытую часть Азовского моря и черноморской фауны. В частности, в Азовское море попал опасный мигрант – планктонный хищник гребневик мнемнопсис, впервые выявленный в августе 1988 г. недалеко от Керченского пролива. Зимой этот планктонный хищник на акватории Азовского моря отсутствует, но с весенне-летним занесением он начинает интенсивно размножать-

ся, и уже в августе-сентябре его биомасса может достигать 28-32 млн т [17]. Вследствие массового размножения гребневик может уничтожать до 80 % всей летней биомассы планктонных организмов Азовского моря.

Чрезвычайно своеобразной частью Азовского моря является мелководный, сильно засоленный, часто пересыхающий в летний сезон зал. Сиваш (Гнилое море). Северная часть Сиваша находится под влиянием водообмена с Азовским морем, и в ней соленость постепенно возрастает от 14 ‰ у Генического (Тонкого) пролива до 38 ‰ у Чонгара [5]. Южная часть Сиваша отличается изолированностью, резкой континентальностью климата, наиболее засушливыми условиями, интенсивным испарением и наивысшей солёностью, достигающей до 150-160 ‰ [5]. Данные обстоятельства обуславливают присутствие в Сиваше совершенно особенной соленостной биоты. Прежде всего, в Сиваше массово развивается галофильная зеленая водоросль дюналиелла солевая (*dunaliella salina*), относящаяся к наиболее ценным источникам бета-каротина (провитамина А). В настоящее время уже разработана биотехнология его производства из дюналиеллы. Для прибрежных зон Сиваша характерны сообщества цветковых водных растений, в частности, виды рода камка: камка морская (*zostera marina*) и камка маленькая (*zostera noltii*), – образующие скопления и распространяющие специфический гнилостный запах [17]. Также в Сиваше присутствуют такие характерные элементы азовской фауны, как ультрагалинные формы, типично выраженные и в массовых количествах встречающиеся при солёности выше 30 ‰. Наиболее многочисленны из них рачок *Artemia salina* и *Chironomus salinarius* [13].

Таким образом, видовой состав флоры и фауны и биопродуктивность в различных частях Азовского моря неодинаковы и обнаруживают закономерную зависимость от местных физико-географических условий. Ведущими факторами, влияющими на формирование биопродуктивности в регионах Азовского моря, являются морфология дна, берегов и характер водообмена, тесно связанный со стоком различных рек. В соответствии с локальными особенностями сочетания этих факторов в разных частях моря формируются специфические особенности биопродуцирования. Наиболее общая тенденция выражается в изменении биопродуктивности в направлении от центральной части моря к прибрежным районам. Среди последних наибольшей специфичностью отличаются два залива моря: Таганрогский и Сиваш. Их особенности обуславливаются: в первом случае – затрудненным водообменом и своеобразием климата, во втором – конфигурацией берегов и преобладающим влиянием стока Дона.

Библиографический список

1. *Бронфман А.М., Дубинина В.Г., Макарова Г.Д.* Гидрологические и гидрохимические основы продуктивности Азовского моря. М.: Пищ. пром-сть, 1979. 288 с.
2. *Бронфман А.М., Хлебников Е.П.* Азовское море. Основы реконструкции. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 271 с.
3. *Воловик С.П.* Проблемы рыбного хозяйства Азово-Черноморского бассейна как составная часть комплексного управления прибрежными зонами / Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Ростов н/Д: ГУП АзНИИРХ, 2000. С. 5-20.
4. *Гершанович Д.Е., Елизаров А.Л., Сапожников В.В.* Биопродуктивность океана. М.: Агропромиздат, 1990. 237 с.
5. *Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. 5. Азовское море.* Л.: Гидрометеиздат, 1991. 236 с.
6. *Залогин Б.С., Косарев А.Н.* Моря. М.: Мысль, 1999. 400 с.
7. *Косарев А.Н.* Влияние антропогенных изменений речного стока на природные условия южных морей СССР // Вопросы географии. Сб. 125: Океаны и жизнь. М.: Мысль, 1984. С. 57-71.
8. *Кукса В.И.* Южные моря (Аральское, Каспийское, Азовское и Черное) в условиях антропогенного стресса. Л.: Гидрометеиздат, 1994. 318 с.
9. *Кукса В.И., Гаргола Ю.М.* Современная оценка гидрологических условий формирования биопродуктивности Азовского моря // Водные ресурсы. 2004. Т. 31. № 4. С. 489-497.
10. *Мамыкина В.А., Хрусталева Ю.П.* Береговая зона Азовского моря: Ростов н/Д: Изд-во РГУ, 1980. 173 с.
11. *Матишов Г.Г., Гаргола Ю.М., Бердников С.В., Дженюк С.Л.* Закономерности экосистемных процессов в Азовском море. М.: Наука, 2006. 304 с.
12. *Митина Н.Н.* Геоэкологические исследования ландшафтов морских мелководий. М.: Наука, 2005. 197 с.
13. *Некрасова Н.Я.* Изменения бентоса Азовского моря под влиянием осолонения // Зоологический журнал. 1977. Т. 56. Вып. 7. С. 983-989.
14. *Селиванова Е.П.* Питание бентосоядных рыб и обеспеченность их кормом в Азовском море / Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. Ростов н/Д: ГУП АзНИИРХ, 2000. С. 109-114.
15. *Стриженов Г.С., Плотников Г.К.* Азовское море. Краснодар: Краснодар. книж. изд-во, 1990. 160 с.

16. Хрусталева Ю.П., Беспалова Л.А. Подводные ландшафты Северного Приазовья и Керченского полуострова // Известия РАН. Сер. Географ. 2000. № 2. С. 79-83.

17. Экосистемные исследования Азовского моря и побережья. Апатиты: КНЦ РАН. 2002. Т. 4. 447 с.

THE REGIONAL PECULIARITIES OF BIOLOGICAL PRODUCTIVITY OF THE SEA OF AZOV

A.N. Tamaychuk

Taurida V. Vernadsky National University, Simferopol, Ukraine

Biological productivity in the different parts of the Sea of Azov is not identical and depends upon the local conditions. The leading factors, which have influence to biological productivity in the regions of the Sea of Azov, are their morphology and the river flow. The most general tendency express in the change of biological productivity from the central part of the sea to the sea coast. The most specific parts of the sea by biological productivity are the gulf of Taganrog and the Sivache.

УДК 592/599.591.4

ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ОТОЛИТОВ НЕКОТОРЫХ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ЛИПАРОВЫХ РЫБ (SCORPAENIFORMES, LIPARIDAE)

О.В. Черепанова, Д.Л. Питрук

ИБМ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток, Россия

*Проанализировано строение отолитов 203 экземпляров липаровых рыб, относящихся к 12 видам из пяти родов. Установлен высокий уровень изменчивости структур отолитов липаровых рыб. Наиболее мелкие отолиты выявлены у рыб рода *Polypera*, самые крупные – у рыб родов *Careproctus* и *Crystallichthys*. Отолиты рыб близких родов *Liparis* и *Polypera* имеют схожую форму. Отолиты рыб рода *Careproctus* сильно различаются между собой, что является косвенным доказательством полифилетичности рода.*

Липаровые рыбы (сем. *Liparidae*) филогенетически наиболее близки к бычковым (сем. *Cottidae*), психролютидовым (сем. *Psicholutidae*) и круглоротым рыбам (сем. *Cyclopteridae*). Одной из основных особенностей семейства является очень высокая изменчивость морфологических структур. Она проявляется на родовом, межродовом и внутривидовом уровнях. Наибольшим числом плезиоморфных (примитивных) признаков обладают роды *Liparis* и *Polypera*, обитающие на шельфе. При переходе в пелагиаль и на большие глубины у представителей семейства происходит редукция костных структур. Наиболее значительно это выражено у видов родов *Elassodiscus* и *Paraliparis*. У видов рода *Careproctus* и близких групп наблюдается «мозаичное» распределение признаков от наиболее примитивных до наиболее продвинутых.

Отолиты имеют большое систематическое значение, так как форма и характер скульптур у многих видов рыб специфичны и весьма постоянны, а длина отолитов изменяется пропорционально росту рыбы [1].

Нами впервые проведен анализ отолитов липаровых рыб на сравнительно объемном материале. Установлено, что уровень изменчивости строения отолитов представителей разных родов липаровых рыб такой же высокий, как и других морфологических структур (осевой скелет, скелет грудных, брюшных и хвостового плавников, сейсмочувствительная система).

Работа проводилась по 203 экземплярам 12 видов липаровых рыб из 5 родов. Материал собран в верхней батииали средних Курильских о-вов в летне-осенний период 1993 г. во время рейса японского промыслового судна «Тора-Мару 58».

Терминология структур отолитов взята из работ Черновой [2], Юхова [3] и Стайна с Фичем [4].

Отолиты рыб рода Liparis

Описание приводится по одной паре отолитов из нашей коллекции, и результат сравнен с данными, полученными Н.В. Черновой. Больших расхождений в описании не обнаружено. Отолит крючковидный. Длина основания в 2 раза превышает длину открылка. Концы отолита несильно выгнуты в сторону наружной поверхности. Центральная бороздка узкая, полузамкнутая, без поперечной перегородки, вдоль бороздки по краю основания проходит небольшой уступ. Наружная поверхность слегка скульптурирована в центре.

Отолиты рыб рода Crystallichthys

Отолит широкий, неправильно округлый. Вершины открылка и основания у переднего конца отолита широко округлые, граница между открылком и основанием в виде небольшой выемки. Цен-

тральная бороздка узкая, полузамкнутая, с поперечной перегородкой. Наружная поверхность гладкая, выпуклая.

Отолиты рыб рода Polypera

Отолиты по форме несколько схожи с отолитами рыб рода *Liparis*. Отолит округлой или удлиненно-овальной формы. У отолитов округлой формы длина основания немного превышает длину открылка, у удлиненно-овальных отолитов длина основания в 2 раза превышает длину открылка. Центральная бороздка узкая, полузамкнутая, с поперечной перегородкой, с ограничивающим валиком по краю основания. Наружная поверхность выпуклая, с наплывами.

Отолиты рыб рода Ellassodiscus

Род наиболее специализированный. Отолиты отличаются от всех отолитов предыдущих родов и имеют много общих признаков внутри рода. Отолиты мелкие (отношение длины отолита к длине рыбы – от 205,5 до 135,0), всегда овальной формы с гладкими краями. Граница между открылком и основанием, как правило, отсутствует, открылок и основание равные по длине. Были встречены экземпляры, у которых граница между открылком и основанием в виде треугольной вырезки, основание несколько длиннее открылка. Центральная бороздка узкая, полузамкнутая, не достигает заднего конца отолита, в передней части имеет поперечную перемычку. Наружная поверхность отолитов сильно выпуклая, гладкая либо с мелкими наплывами.

Отолиты рыб рода Careproctus

Род *Careproctus*, по-видимому, является полифилетическим, среди его представителей часто встречаются довольно противоречивые данные о строении многих костных структур. Сведения, полученные по отолитам, не вносят какой-либо определенности в структуру этого рода, но могут служить косвенным доказательством его неоднородности.

Отолиты средней величины (отношение длины отолита к длине рыб колеблется в среднем от 62 до 118, у *C. furcellus* – до 135), по форме неправильно округлые либо овальные, часто со скошенным передним концом.

Отолиты *C. roseofuscus* сильно различаются между собой по форме. Встречаются отолиты удлиненно-овальной формы с двумя треугольными вершинами в передней части, широкоовальной формы с вырезкой между открылком и основанием, а также отолиты правильно-овальной формы без границы между открылком и основанием.

Края отолита гладкие либо с редкими крупными складками, у *C. cypselurus* встречены отолиты с широкой выемкой по краю.

Центральная бороздка узкая, никогда не достигает заднего конца отолита, часто с ограничивающими скульптурами неправильной формы по 1 или 2 краям бороздки. Отолиты рыб *C. cf. roseofuscus*, *C. roseofuscus*, *C. cf. cyclocephalus* имеют поперечную перегородку в передней части бороздки. У отолитов близкородственных видов рыб *C. cypsellurus* и *C. furcellus*, а также *C. rastrinus* такой перегородки не обнаружено.

Наружная поверхность всегда сильно выпуклая, как правило, гладкая, иногда видны мелкие концентрические выемки.

Выводы:

1. Наиболее мелкие отолиты выявлены у рыб рода *Polypera* (отношение длины тела рыбы (L) к длине отолита (l) составляет 204-240), немного крупнее отолиты у рыб родов *Ellassodiscus* (L/l 135-205) и *Liparis* (L/l 122); самые крупные отолиты в данном семействе встречены у рыб родов *Careproctus* (L/l 62-118) и *Crystallichthys mirabilis* (L/l 88-91)

2. Отолиты рыб близких родов *Liparis* и *Polypera* имеют схожую форму.

3. Отолиты рода *Ellassodiscus* обладают наибольшим числом общих признаков. Они схожи между собой по размерам, форме и строению центральной бороздки, отличаясь от отолитов других липаровых рыб.

4. Отолиты рыб рода *Careproctus* сильно различаются между собой, что является косвенным доказательством полифилетичности рода.

5. Отолиты близкородственных видов *C. cypselurus* и *C. furcellus* имеют общий признак – поперечную перегородку в передней части центральной бороздки.

6. Величина отолитов более крупных особей родов *Ellassodiscus*, *Careproctus* и *Polypera* оказывается меньше, чем у взрослых особей меньшей длины. Например, длина отолитов *Ellassodiscus tremebundus* составляет 1,4 и 1,9 мм для особей длиной 304 и 280 мм, длина отолитов *Careproctus furcellus* 3,7 и 3,15 мм у особей длиной 317 и 340 мм, длина отолитов *Polypera simushirae* составляет 2,7 и 2,5 мм у особей длиной 415 и 560 мм соответственно. Такая особенность отмечена В.Л. Юховым для отолитов антарктического и патагонского клякачей [3].

Библиографический список

1. Карпенко В.И., Беседнов Л.Н. Проверка гипотезы о прямолинейности связи между размером чешуи, костей, отолитов и длины тела японской скумбрии тихоокеанского стада // Известия ТИНРО. 1977. Т. 101. С. 115-119.

2. Чернова Н.В. Отолиты некоторых видов липарид (Scorpaeniformes: Liparididae) Баренцева моря // Биология и филогения рыб. Труды Зоологического института АН СССР. 1989. Т. 201. С. 127-133.

3. Юхов В.Л. Антарктический клыкач. М.: Наука, 1982. С. 114.

4. Stein D.L. Fitch J.E. 1984. *Paraliparis nassarum* n. sp. (Pisces, Liparidae) from off Southern California with description of its otoliths and others from North-east Pacific Liparidids // Bull. Southern California Acad. Sci. Vol. 3. N. 2. P. 76-83.

PECULIARITIES OF THE OTOLITH STRUCTURE OF SOME FAR EASTERN SNAILFISHES (LIPARIDAE, SCORPAENIFORMES)

O.V. Cherepanova, D.L. Pitruk

A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology FEB RAS, Vladivostok, Russia

The structures of otoliths were analyzed in 203 specimens of Liparidae, belonging to 12 species of five genera. It was found that the otolith structure of Liparidae has a high level of variability. The smallest otoliths were detected in the genus Polypera, the largest ones were recorded in the genera Careproctus and Crystallichthys. The closely related genera Liparis and Polypera have otoliths of a similar structure. Otoliths of fish of the genus Careproctus differ in their forms very distinctly, the variation is an indirect evidence for the polyphyletic nature of the genus.

УДК 581:582.252

ПОТЕНЦИАЛЬНО ТОКСИЧНЫЕ МИКРОВОДОРОСЛИ В СОСТАВЕ ФИТОПЛАНКТОНА БУХТЫ СЕВЕРНОЙ (СЛАВЯНСКИЙ ЗАЛИВ) В ЛЕТНЕ-ОСЕННИЙ ПЕРИОД 2008 ГОДА

О.Г. Шевченко**, Т.Б. Бложко*, Е.А. Герасимова*

*ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

**ИБМ ДВО РАН, Владивосток, Россия

*Впервые исследован фитопланктон б. Северной Славянского залива. Обнаружено 70 видов микроводорослей, относящихся к 5 отделам: диатомовые (34 вида), динофитовые (30), золотистые (4), эвгленовые (1) и криптофитовые (1). В составе планктона обнаружено 5 видов микроводорослей, известных как потенциально токсичные: диатомовая – *Pseudo-nitzschia pungens* и динофлагелляты – *Dinophysis acuminata*, *D. fortii*, *D. acuta*, *Prorocentrum minimum*. Численность потенциально токсичных микроводорослей, обнаруженных в районе НЭМЦ Дальрыбвтуза не превышала уровень, при котором в странах АТР и ЕС вводятся ограничения на добычу морепродуктов.*

Мировые исследования токсичных микроводорослей начались в 60-х гг. прошлого века. В настоящее время известно около 60 видов таких водорослей [1-3] и с каждым годом их число увеличивается. Климатические изменения и загрязнение прибрежных вод приводят к тому, что явление «красных приливов» (феномен массового развития водорослей) приобретает характер эпидемий [4; 5]. Ежегодно в мире регистрируются десятки тысяч случаев отравления людей вследствие употребления в пищу рыбы, моллюсков и других морепродуктов, содержащих токсины микроводорослей [3; 6; 7]. Особенно часто массовое развитие вредоносных и токсичных водорослей наблюдается на акваториях, занятых установками марикультуры [8]. Интенсивное развитие вредоносных микроводорослей может привести к гибели рыб и морских беспозвоночных, повреждая или засоряя их жабры. Моллюски-фильтраторы (мидии, гребешки, устрицы), а также ракообразные и рыбы, которые являются объектами промысла и аквакультуры, способны аккумулировать токсины до уровней, летальных для человека [6].

Славянский залив является заливом третьего порядка и расположен в юго-западной части Амурского залива. Акватория Амурского залива характеризуется высоким уровнем содержания нитратов и нитритов в воде и повышенной первичной продукцией фитопланктона [9]. В начале 90-х гг. прошлого столетия впервые отмечены случаи массового развития вредоносных видов фитопланктона в Амурском заливе. В летний период 1991 г. было отмечено «цветение» потенциально токсичного *Prorocentrum minimum*, плотность вида достигала около 8×10^6 кл./л [10]. В июне 1992 г. на поверхности воды в Амурском заливе рядом с г. Владивосток были зарегистрированы пятна коричневого цвета 15 м в диаметре. Изменение цвета воды было вызвано массовым развитием *Pseudo-nitzschia* spp., плотность видов достигала 35×10^6 кл./л [11].

За период наших исследований выявлено, что наиболее значительно в планктоне б. Северной развивались потенциально токсичные виды родов *Pseudo-nitzschia*, *Dinophysis* и *Prorocentrum*. Виды

рода *Pseudo-nitzschia* привлекают особое внимание исследователей как продуценты нейротоксичной домоевой кислоты [12–14]. К настоящему времени накоплены обширные данные о токсичности моллюсков, связанной с «цветениями» диатомей, – потенциальных продуцентов домоевой кислоты в различных районах Мирового океана. Примерами могут служить «цветения» *P. multiseriis* у берегов Японии и Нидерландов [15], *P. australis* у берегов Новой Зеландии и Португалии [16] и *P. pseudodelicatissima* у берегов Канады [14]. Виды рода *Dinophysis* известны как возбудители диарретического отравления моллюсками (DSP). Воздействию этих токсинов подвергается ферментативная система, и симптомы DSP аналогичны таковым обычного желудочного расстройства. Диарретическое отравление вызывают моллюски, выловленные в зонах распространения водорослей *Dinophysis* и *Prorocentrum* (Lee et al., 1989; Taylor et al., 1995; Marcaillou-Le Baut et al., 2001). Широкое распространение потенциально токсичных видов *Pseudo-nitzschia*, *Dinophysis* и *Prorocentrum* в Мировом океане свидетельствует о необходимости проведения планктонного мониторинга, контролирующего их появление и развитие.

Цель настоящей работы исследовать видовой состав, численность, сезонную динамику потенциально токсичных видов фитопланктона в б. Северной Славянского залива в летне-осенний период 2008 г.

Материалом для работы послужили пробы, собранные на 3 станциях, расположенных в б. Северной Славянского залива вблизи гидротехнических сооружений для выращивания двустворчатых моллюсков (таблица, рис. 1).

Характеристика проб фитопланктона, собранных в б. Северной Славянского залива с мая по ноябрь 2008 г.

Дата сбора, 2008 г.	Место сбора, № станции	Температура воды, °С	Дата сбора, 2008 г.	Место сбора, № станции	Температура воды, °С
16.05	1	15,1	23.07	1	20,9
16.05	2	15,3	23.07	2	20,6
16.05	3	15,2	23.07	3	21,6
03.06	1	15,4	13.08	1	24,5
03.06	2	15,6	13.08	3	26,0
03.06	3	15,6	23.08	1	22,6
08.06	3	15,8	23.08	3	24,5
13.06	2	18,0	23.08	2	24,2
23.06	1	19,3	08.09	1	19,7
23.06	3	20,0	08.09	2	21,8
08.07	1	20,1	08.09	3	21,5
08.07	2	23,2	25.11	1	-
15.07	1	23,8	25.11	2	-
15.07	2	22,4			
15.07	3	24,0			
Всего:	35 проб				



Рис. 1. Карта-схема района исследования: 1-3 – станции отбора проб материала

Пробы отбирали четырехлитровым батометром Молчанова у поверхности воды 1-4 раза в месяц с мая по ноябрь 2008 г. Материал фиксировали раствором Утермеля до светло-желтого цвета и центрировали методом осаждения.

Для подсчета клеток фитопланктона использовали камеру типа Ножотта, объемом 0,07 мл. Доминирующими считали виды, плотность которых составляла не менее 20 % от общей плотности фитопланктона [17].

Микроскопические исследования проводили с помощью светового микроскопа (СМ). В исследованиях микроводорослей с помощью СМ применяли традиционную методику [18].

Согласно классификации Ямада с соавторами [19] уровень трофности вод оценивали, используя вид-индикатор *Skeletonema costatum* и следующую шкалу общей численности фитопланктона: олиготрофный район (о) – $< 3 \cdot 10^4$ кл./л; эвтрофный район (Е) – $3 \cdot 10^4$ - $3 \cdot 10^6$ кл./л; экстремально-эвтрофный район (ЕЕ) – $> 3 \cdot 10^6$ кл./л.

В фитопланктоне б. Северной за период исследования обнаружено 70 видов микроводорослей, относящихся к пяти отделам: диатомовые (34 вида), динофитовые (30), золотистые (4), эвгленовые (1) и криптофитовые (1). В летний период в видовом отношении преобладали диатомовые (49 % от общего числа видов) и динофитовые (43 %) водоросли. Значительным видовым разнообразием среди динофитовых отличался род *Protoperdinium* (9 видов), среди диатомовых – род *Chaetoceros* (3 вида). В осенний период доминирующее положение по числу видов занимал отдел динофитовых (49 % от общего числа видов), диатомовые уступали по видовому богатству (44 %). Наибольшим видовым богатством выделялись рода *Protoperdinium* (9 видов) и *Chaetoceros* (4 вида).

Анализ количественных данных показал, что в период исследования численность микроводорослей варьировала от 52 до $0,4 \cdot 10^6$ кл./л (рис. 2). Основу сообщества составляли преимущественно диатомовые водоросли. Массовое развитие диатомей наблюдали в июле-августе, в период наиболее значительного прогрева воды 21-26 °С (см. таблицу). Пик численности фитопланктона – $0,4 \cdot 10^6$ кл./л в конце июля был обусловлен массовым развитием комплекса видов *Skeletonema costatum* ($0,3 \cdot 10^6$ кл./л), на их долю приходилось 79,5 % от общей численности микроводорослей (рис. 2). Доминирующими видами летнего фитопланктона наряду с *S. costatum* были *Prorocentrum minimum* и виды рода *Thalassionema*. Летний пик развития фитопланктона был отмечен на ст. 3 в кутовой части бухты. Массовое развитие диатомовых водорослей *S. costatum* и *T. nitzschoides* в летний период характерно для прибрежных вод северо-западной части Японского моря [20, 21]. В целом, массовое развитие в теплый период *S. costatum* традиционно для прибрежных зон умеренных вод Мирового океана [22].

Второй осенний пик развития фитопланктона ($0,1 \cdot 10^6$ кл./л) был зарегистрирован в сентябре в кутовой части бухты при температуре воды 21,8 °С (рис. 2). Доминантами сообщества микроводорослей были *Thalassionema nitzschoides* (максимальная численность $0,7 \cdot 10^5$ кл./л была отмечена в конце сентября на ст. 1, 58,5 % от общей численности фитопланктона) и *T. frauenfeldii* (наибольшая численность $0,5 \cdot 10^5$ кл./л наблюдалась на ст. 2; 48,7 %).

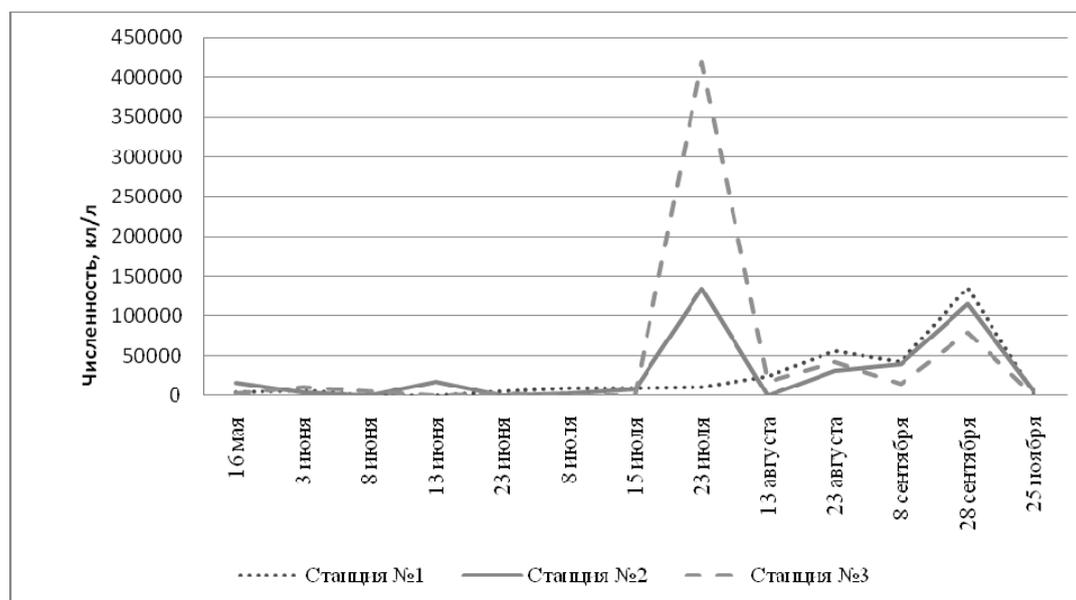


Рис. 2. Плотность фитопланктона в б. Северной в мае-ноябре 2008 г. на станциях 1-3

Сравнительное изучение сезонной динамики численности фитопланктона б. Северной показало, что летний пик был максимальным и был обусловлен массовым развитием *S. costatum*. Согласно литературным данным [20] для Амурского залива характерно преобладание летнего пика численности

фитопланктона, обусловленного развитием *S. costatum*. В районах, подверженных значительному антропогенному воздействию, таких как Амурский залив, зал. Находка, преобладание летнего пика в годовой динамике свидетельствует об эвтрофировании акватории [20; 23]. В б. Северной численность *S. costatum* не превышала $3,3 \cdot 10^5$ кл./л, что соответствует эвтрофному типу вод. Таким образом, район исследования не испытывает существенной антропогенной нагрузки, что благоприятно для выращивания гидробионтов в условиях марикультуры.

За период исследования в б. Северной обнаружено 5 видов микроводорослей, известных как потенциально токсичные: диатомея *Pseudo-nitzschia pungens* и динофлагелляты *Dinophysis acuminata*, *D. fortii*, *D. acuta* и *Prorocentrum minimum*. *P. pungens*, известная как продуцент нейротоксичной домоевой кислоты, была отмечена единожды в конце августа. При численности 222,8 кл./л. *D. acuminata* присутствовал в фитопланктоне на протяжении всего периода наблюдений. Максимальная численность динофлагелляты – $0,3 \cdot 10^5$ кл./л зарегистрирована в середине августа в центральной части бухты. *D. fortii* был обнаружен в конце мая-начале июня; его численность колебалась от 21,42 до 180 кл./л. *D. acuta* встречен единожды в мае, в количестве 57,14 кл./л. С конца июня и в течение всего последующего периода исследования в фитопланктоне присутствовал *P. minimum*. Его максимальную численность – $0,4 \cdot 10^5$ кл./л в июле, а минимальную – 148,5 кл./л в июне отмечали в кутовой части бухты.

В последние годы участились случаи «цветения» воды, вызванные массовым развитием потенциально токсичных микроводорослей [10; 11]. Все большее развитие в фитопланктоне потенциально опасных видов микроводорослей свидетельствует об ухудшении качества вод Амурского залива [20]. В б. Северной высокой численности ($0,4 \cdot 10^5$) достигал только *P. minimum*. В целом численность потенциально токсичных видов микроводорослей в районе исследования не превышала уровень, опасный для здоровья человека. Присутствие в фитопланктоне потенциально токсичных видов микроводорослей свидетельствует о необходимости продолжения мониторинга фитопланктона в б. Северной.

Библиографический список

1. Sournia A., Chretiennot-Dinet M.J., Ricard M. Marine phytoplankton: how many species in the world ocean? // J. Plankton Res. 1991. Vol. 13. P. 1093-1099.
2. Anderson D.M., Andersen P., Bricelj V.M., Cullen J.J., Rensel J.E. // Monitoring and management strategies for harmful algal blooms in coastal waters. IOC UNESCO, Techn. Ser. 2001. 268 p.
3. Landsberg J.H. The effects of harmful algal blooms on aquatic organisms // Reviews in Fish. Sci. 2002. Vol. 10. P. 113-390.
4. Smayda T.J. Global epidemics of noxious phytoplankton blooms and food chain consequences in large ecosystems // eds. Sherman K., Alexander L.M., Gold B.D. Food Chains, Models and Management of Large Marine Ecosystems. Westview Press, San Francisco. 1992. P. 275-307.
5. Hallegraeff G.M. A review of harmful algal blooms and their apparent global increase // Phycologia. 1993. Vol. 32, № 2. P. 77-79.
6. Shumway S.E. A review of the effects of algal blooms on shellfish and aquaculture // J. World Aquacul. Soc. 1990. Vol. 21. P. 65-104.
7. Red tides // ed. T. Okaichi. Tokyo: TERRAPUB / Kluwer Academic Publishers. 2003. 440 p.
8. Rhodes L.L., Mackenzie A.L., Kaspar H.F., Todd K.E. Harmful algae and mariculture in New Zealand // ICES J. Mar. Sci. 2001. Vol. 58, no. 2. P. 398-403.
9. Tkalin A.V., Belan T.A., Shapovalov E.N. The state of the marine environment near Vladivostok, Russia // Mar. Pollut. Bull. 1993. Vol. 26, № 8, P. 418-422.
10. Стоник И.В. Потенциально токсичная динофитовая водоросль *Prorocentrum minimum* в Амурском заливе Японского моря // Биол. моря. 1994. Т. 20. № 6. С. 419-425.
11. Orlova T.Yu., Zhukova N.V., Stonik I.V. Bloom-forming diatom *Pseudonitzschia pungens* in Amurskii Bay (the Sea of Japan): morphology, ecology and biochemistry // Harmful and toxic algal blooms. UNESCO. 1996. P. 147-150.
12. Subba Rao D.V., Quilliam M.A., Pocklington R. Domoic acid – a neurotoxic amino acid produced by the marine diatom *Nitzschia pungens* in culture // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1988. Vol. 45, № 12. P. 2076-2079.
13. Bates S.S., Bird C.J., do Freitas A.S.W. Pennate diatom *Nitzschia pungens* as primary source of domoic acid, a toxin in shellfish from eastern Prince Edward Island, Canada // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1989. Vol. 46, № 7. P. 1203-1215.
14. Martin J., K. Haya, L. Burrige, D. Wildish. *Nitzschia pseudodelicatissima* – a source of domoic acid in the Bay of Fundy, eastern Canada // Mar. Ecol. Prog. Ser. 1990. Vol. 67. P. 177-182.
15. Kotaki Y., Koike K., Sato S., Ogata T., Fukuyo Y., Kodama M. Confirmation of domoic acid production of *Pseudo-nitzschia multiseries* isolated from Ofunato Bay, Japan // Toxicon. 1999. Vol. 37. P. 677-682.
16. Rhodes L.L., White D., Syhre M., Atkinson M. Pseudo-nitzschia species isolated from New Zealand coastal waters: domoic acid production in vitro and links with shellfish toxicity // Harmful and toxic algal blooms. Proc. Seventh Intern. Conf. Toxic Phytoplankton, Sendai, Japan, 12–16 July 1995 / eds Takeshi Yasumoto, Yasukatsu Oshima and Yasuwo Fukuyo. 1996. P. 155-158.

17. Коновалова Г.В. Структура планктонного фитоценоза залива Восток Японского моря // Биол. моря. 1984. № 1. С. 13-23.
18. Селина М.С., Коновалова Г.В. Новые и редкие виды *Dinophyta* из Японского моря // Ботан. ж. 1994. Т. 79. № 6. С. 117-121.
19. Yamada M., Tsuruta A., Yoshida Y. A list phytoplankton as eutrophic level indicator // Bull. Jap. Soc. Sci. Fish. 1980a. Vol. 46, no 12. P. 1435-1438.
20. Стоник И.В., Орлова Т.Ю. Летнее-осенний фитопланктон в Амурском заливе Японского моря // Биол. моря. 1998. Т. 24. № 4. С. 205-211.
21. Орлова Т.Ю., Стоник И.В., Шевченко О.Г. Флора микроводорослей планктона Амурского залива Японского моря // Биол. моря. 2009. Т. 35. № 1. С. 48-61.
22. Smayda T.J. Primary production and the global epidemic of phytoplankton blooms in the sea: a linkage? // eds. Cosper E.M., Bricelj E.M., carpenter E.J. Novel Phytoplankton Blooms. Springer-Verlag, New York. 1989. P. 449-484.
23. Стоник И.В., Селина М.С. Фитопланктон как показатель трофности вод залива Петра Велико-го Японского моря // Биол. моря. 1995. Т. 21. № 6. С. 403-406.

HARMFUL MICROALGAE IN SEVERNAYA BIGHT, SLAVYANSKII BAY IN SUMMER-AUTUMN 2008

O.G. Shevchenko **, T.B. Blozhko *, E.A. Gerasimova *

*Far-Eastern State Technical Fishery University (Dalrybvtuz), Vladivostok, Russia

**IMB FEB RAS, Vladivostok, Russia

*The study revealed 70 species of microalgae. The overall numbers of phytoplankton were 52 to $0,4 \cdot 10^6$ cell/L. Maximum density of phytoplankton were observed in summer. Five species to be known to be toxic were recorded. Of these, diatom – *Pseudo-nitzschia pungens* and dinoflagellates – *Dinophysis acuminata*, *D. fortii*, *D. acuta*, *Prorocentrum minimum*. The density of toxic species was not high.*

УДК 693.96.1:576.8

СОСТАВ И ЗНАЧЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ МОРСКОЙ СРЕДЫ ДЛЯ ТРЕПАНГА

Л.В. Шульгина, Н.Д. Мокрецова, Е.В. Сенченко, Г.И. Загородная

ФГУП «ТИНРО-Центр», Владивосток, Россия

*Исследован состав микрофлоры районов обитания трепанга *Stichopus japonicus* Selenka. Показано, что численность бактерий в морской воде и детрите нестабильно во времени и может колебаться в довольно широком диапазоне величин. Минимальная разница показателей численности микрофлоры детрита и воды наблюдается в июле и августе. Микроорганизмы морской воды относятся к группе анаэробных и факультативно-анаэробных сапрофитов. При этом наибольшую часть составляют грамотрицательные палочковидные бактерии. В донных осадках массовыми формами бактерий являются кокковые.*

Видовой состав микрофлоры морской воды и детрита практически идентичен. Определено, что микрофлора детрита значительно уступает ее численности в кишечном содержимом трепанга при относительно аналогичном качественном составе. Максимальное количество бактерий в содержимом трепанга приходится на периоды активного питания: апрель-июнь и сентябрь-октябрь. В это же время отмечено наибольшая их усвояемость (до 95 %). В наибольшей степени усваиваются грамположительные и грамотрицательные палочковидные формы бактерий.

Микроорганизмы, являясь одним из важнейших компонентов морских экосистем, источником незаменимых аминокислот, витаминов и ряда других компонентов, легко усваиваются и доступны для потребления многим видам гидробионтов на всех уровнях их развития [1; 2; 3; 4]. Сведения литературы свидетельствуют о том, что микроорганизмы как корм в разные периоды жизни трепанга играют весьма значительную роль [5; 6; 7]. Но, к сожалению, проведенными исследованиями не определена роль отдельных видов бактерий в питании личинок, что весьма важно знать при разработке рецептуры корма для трепанга, культивируемого в заводских условиях.

Целью настоящих исследований явилось изучение естественного микробиального фона районов обитания трепанга (морской воды и детрита) и оценка качественного и количественного составов бактериальной составляющей корма, изъятых из различных отделов кишечника, и степени их усвоения.

Проведение исследований по оценке количественного и качественного составов бактерий и их роли в питании трепанга в районах его обитания в основном было определено необходимостью, во-первых, разработки рецептуры корма для его личинок и молоди, выращиваемых в контролируемых (заводских) условиях. Во-вторых, для получения информации, которая позволит более обоснованно

оценить роль трепанга в деструкции органической составляющей детрита в природных условиях. Последнее обстоятельство важно знать и учитывать при промышленном развитии марикультуры, особенно когда основными объектами разведения становятся моллюски.

Работы осуществлялись в течение двух лет, в период с апреля по октябрь ежегодно. Период работ был определен с учетом особенностей биологии вида [6]. Отбор трепанга и детрита осуществляли водолазным способом, параллельно отбирались пробы воды с двух горизонтов: в поверхностном и придонном слоях. Всего было выполнено 740 микробиологических определений. Выловленные трепанги вскрывали ножницами с брюшной стороны, затем извлекали кишечник, который перевязывали нитками по месту разделения переднего, среднего и заднего отделов. Содержимое каждого отдела кишечника помещали в стерильный сосуд, перемешивали до равномерного распределения плотной и жидкой частей, после чего пипеткой отбирали 1 мл гомогената и в пробирках с физиологическим раствором осуществляли ряд разведений.

Определение численности бактерий в детрите проводили путем применения существующих методов микробиологических исследований и дополнительно разработанных методических подходов и рекомендаций [8]. Посевы подготовленных проб осуществляли на чашках Петри глубинным и поверхностным методами с использованием мясо-пептонного агара (МПА), приготовленного как на дистиллированной, так и на морской воде. Культивировали посевы при температуре 18 ± 2 °С в течение 48-72 ч, после чего определяли количество бактерий в содержимом разных отделов кишечника.

Результаты определения численности микроорганизмов в морской воде и детрите в период с апреля по октябрь показали, что число бактерий в объектах нестабильно во времени и варьирует в довольно широком диапазоне величин: в морской воде – от $0,5 \pm 0,1$ до $6,3 \pm 0,7$ млн кл./мл, в детрите – от $1,8 \pm 0,1$ до $8,9 \pm 1,0$ млн кл./100 мг. Отмечено, что минимальное расхождение между показателями численности микрофлоры детрита и воды наблюдается в июле и августе, в период, когда в прибрежье наблюдается гомотермия водных масс.

Все микроорганизмы, выделенные из морской воды в местах поселения трепанга, относятся к группе анаэробных и факультативно-анаэробных сапрофитов. Сравнительная оценка соотношения различных морфологических групп микроорганизмов в морской воде показала, что наибольшую ее часть составляют грамотрицательные палочковидные бактерии ($51,7 \pm 4,8$ %), кокковые и грамположительные бактерии – $27,0 \pm 4,5$ % и $21,3 \pm 3,9$ %, соответственно. В донных осадках массовыми формами бактерий являлись кокковые микроорганизмы, которые составляли $46,7 \pm 9,1$ % от общей численности микрофлоры. Несколько в меньших количествах ($39,1 \pm 8,9$ %) были обнаружены грамположительные палочковидные бактерии. Доля грамотрицательных палочковидных форм не превышала $14,2 \pm 6,4$ %.

Наиболее массовые представители микроорганизмов, выделенные из морской воды, детрита и кишечника трепанга, систематизированы в табл. 1. Анализ приведенной в ней информации показывает, что видовой состав микрофлоры морской воды и детрита практически идентичен.

Таблица 1

Качественная и количественная характеристики микроорганизмов, выделенных из кишечника трепанга, морской воды и детрита

Семейство	Род	Вид	Число бактерий (%) от общего количества, выделенных из		
			морской воды	детрита	кишечника
Bacillaceae	Bacillus	B. catenula B. pumilus B. thuringiensis B. idosus B. megaterium	47,38	48,0	53,09
Pseudomonadaceae	Pseudomonas	P. sinuosa P. liguida P. fluorescens P. aeruginosa	5,26	4,0	2,46
Vibrionaceae	Vibrio	V. alginolyticus	5,26	0	0
	Aeromonas	A. punctata A. hydrophila	10,52	8,0	11,11
Neisseriaceae	Moraxella	M. osloensis	5,26	4,0	7,40
	Acinetobacter	В. не определен	5,26	0	0
Cytophagaceae	Cytophaga	В. не определен	0	4,0	0
	Flexithrix	В. не определен	0	0	1,23
С неясным систематическим положением	Alcaligenes	В. не определен	10,52	4,0	2,46
Micrococcaceae	Micrococcus	M. albicans M. radiatus	5,26	16,0	12,34
	Staphylococcus	S. saprophyticus	5,26	12,0	9,88

Как уже было отмечено выше, параллельно с изучением бактериального фона в местах обитания трепанга, исследовалась микрофлора корма, изъятая из различных отделов его кишечника. Это позволило, во-первых, оценить роль микрофлоры в питании животного; во-вторых, установить роль различных отделов его кишечника в усвоении корма; в-третьих, определить виды бактерий, имеющих первостепенное значение в питании трепанга, и на базе полученных сведений разработать рецептуру корма для молоди, выращиваемой в заводских условиях.

Исследование микрофлоры корма, изъятая из различных отделов кишечника трепанга, показало, что микробная масса детрита значительно уступает ее численности в кишечном содержимом животного при относительно аналогичном качественном составе (табл. 2).

Таблица 2

Усвоение кишечником трепанга микроорганизмов различных морфологических групп в природе и искусственных условиях

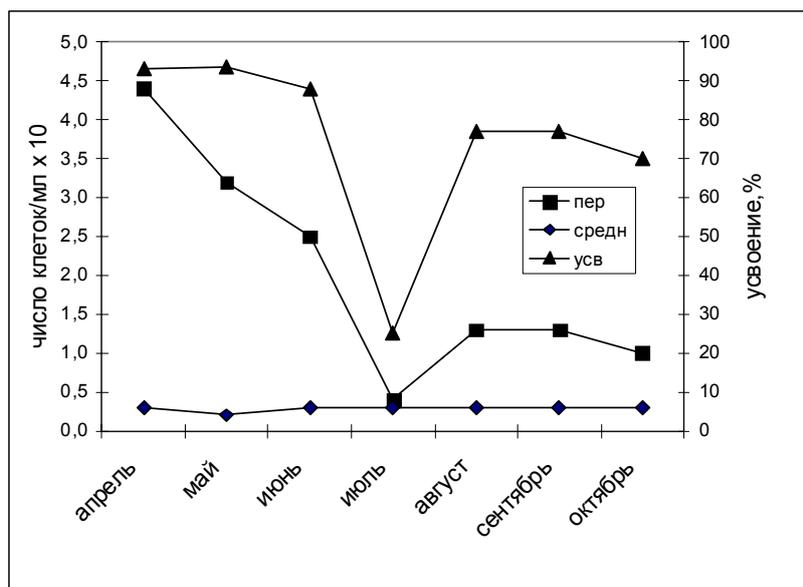
Место наблюдения	Усвоение микроорганизмов, % (M±m)		
	Грамположительных палочковидных	Грамотрицательных палочковидных	Кокковых
В природе	98,5±0,5	91,0±1,0	82,0±2,0
В опыте	72,0±10,9	76,0±10,0	63,8±9,0

Результаты анализа динамики численности микрофлоры в корме в различных отделах кишечника представлены на рисунке.

Как видно, максимальное количество бактерий в кишечном содержимом присутствует в периоды активного питания животных: апрель-июнь, сентябрь-октябрь. В этот же период отмечается наибольшая его усвояемость (до 95 %), что хорошо демонстрирует разность численности бактерий в переднем и среднем отделах кишечника.

Оценка роли различных отделов кишечника в усвоении корма показала, что значительное уменьшение численности бактерий происходит в среднем отделе кишечника. В заднем отделе в течение всего периода наблюдений численность микрофлоры находилась практически на одном уровне. Исключение составляют данные за июль-август – месяцы, когда потребление корма животными снижается. В указанное время происходит нерест трепанга.

Сравнительная оценка качественного состава микроорганизмов корма переднего отдела кишечника трепанга и детрита позволила установить, что в их составе нет достоверных различий. Вместе с тем, сопоставление морфологических групп бактерий из различных отделов кишечника животного показывает, что соотношение их также изменяется. В наибольшем (до 98,5±0,5 %) количестве усваиваются грамположительные и грамотрицательные (до 91,0±1,0 %) палочковидные формы. Подобная закономерность усвоения указанных групп микроорганизмов в кишечнике трепанга была установлена и в лабораторных экспериментах. В лабораторных условиях в рецептуру корма входили бактерии родов *Pseudomonas*, *Bacillus* и *Micrococcus*, выделенных из свежего детрита и пищевого комка кишечника трепанга. Некоторое расхождение в данных можно объяснить отличием видового состава бактерий в эксперименте по сравнению с составом микроорганизмов в природных условиях.



Численность бактерий в различных отделах кишечника трепанга и их усвояемость

Морская среда в районах обитания трепанга характеризуется широким спектром качественного и количественного составов микрофлоры. Выявленные пики их показателей совпадают с периодами личиночного развития трепанга, активного потребления им корма и роста.

Высокий показатель усвояемости бактерий (до 95 %), в периоды активного роста животных позволяет судить об их значительной роли в питании трепанга.

Проведенные исследования позволили определить морфологические группы микроорганизмов, наиболее усваиваемые трепангом, из которых были выделены наиболее массовые виды, составившие основу корма для молоди трепанга, выращиваемой в заводских условиях.

Библиографический список

1. Бенжицкий А.Г. О роли морских организмов в миграции витамина В: Тез. II Всесоюз. симпозиума молодых ученых. Киев: Наукова думка, 1969. С. 16-18.
2. Жукова А.И. Значение микроорганизмов как кормовой базы рыб // Вопросы ихтиологии. 1957. Вып. 9. С. 152-167.
3. Умербаева Р.И. Микробиологические исследования воды и донных отложений в Северном Каспии (район о. Малый, Селенгужный). Каспийский плавучий институт. 2000. № 1. С. 155.
4. Jida Joshisuke, Honda Rie, Nishira Masato, Muroga Riyokuni. Bacterial flora in the digestive tract of cultured pacific oyster // Fish. Pathol., 2000, 35. № 4. P.173-177.
5. Левин В.С., Воронова Е.И. Усвоение бактериальной пищи дальневосточным трепангом / Материалы IV союзного коллоквиума по иглокожим. Тбилиси, 1979. С. 121-123.
6. Мокрецова Н.Д. Биология размножения трепанга *Stichopus japonicus* Selenka как основа биотехники его разведения: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1978. 25 с.
7. Мокрецова Н.Д. Искусственные корма для молоди трепанга. М.: Изд. ЦНТИ, 1987. С. 4-11.
8. Кучерявенко А.В. Органическое вещество в мелководных бухтах залива Посыета. Владивосток: ТИНРО-Центр, 2002. 86 с.
9. Шульгина Л.В., Шульгин Ю.П. Способ расчета количества бактерий в природных осадках // Лабораторное дело. 1987. № 7. С. 557-558

SEA MICROORGANISMS AND THEIR ROLE IN TREPANG FEEDING

L.V. Shulgina, N.D. Mokretsova, E.V. Senchenko, G.I. Zagorodnaya
TINRO-Zenter, Vladivostok, Russia

*The microbial background of trepang *Stichopus japonicus* Selenka habitat has been investigated. It is shown that number of bacteria in seawater and detritus isn't stable with time und can vary in wide range of values. Minimum difference in indices of microflora quantity of detritus and water is observed in July and August.*

Microorganisms from seawater apply to anaerobic and facultative-anaerobic saprophytes. Gram-negative rod-like bacteria make the greatest part. Coccocci are the mass forms of bacteria in clastic deposits. Species composition of seawater and detritus microflora is identical. It is determined that microbe mass of detritus yields considerably to its number in intestinal contents of trepang under the relatively analogous quantitative composition. Maximum number of bacteria in trepang contents takes place during its active feeding: April – June and September -October. At the same time it is marked their highest availability (up to 95 %). Gram-positive and gram-negative rod-like bacteria are assimilated best of all.

Подсекция 1.2. Экология и мониторинг окружающей среды

УДК 681.324+502.3+535.33

INTERNET-РЕСУРСЫ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КАЧЕСТВА МОРСКОЙ ВОДЫ И ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ

Е.Н. Бауло

ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

В данной работе приводится анализ INTERNET-ресурсов спутниковых данных, используемых для научных исследований окружающей среды. Развитие методов лазерной спектроскопии, средств дистанционного зондирования и информационных технологий позволяет проводить мониторинг водной поверхности и фитопланктонных сообществ на качественно новом уровне. Сравнительный анализ проведенных исследований позволяет сделать вывод, что необходимо разработать региональные алгоритмы для уменьшения погрешностей спутниковых оценок состояния фитопланктонных сообществ.

Методы и средства дистанционного зондирования, с одной стороны, и информационные технологии – с другой, позволили проводить научные исследования окружающей среды с использованием качественно новой информации, которая не имеет аналогов по своим пространственным и временным характеристикам. Эта информация представляет собой результаты измерений параметров поверхности земли и атмосферы из космоса. Спутниковые данные эффективно применяются, например, для решения различных задач экологического мониторинга атмосферы, земной и водной поверхности.

За последние десятилетия в центрах приёма и обработки спутниковых снимков накоплены огромные архивы данных измерений различных спутниковых систем. Распространение данных дистанционного зондирования (ДДЗ) среди потребителей этой информации производится как традиционно, с использованием обычных почтовых коммуникаций, так и через INTERNET, что обеспечивает возможность свободного использования данной информации для различных научных групп исследователей во всём мире. Для представления и распространения спутниковых данных дистрибьюторы этой информации создают WEB-ресурсы разной функциональности и разной степени сложности [1].

В данной работе приводится анализ информационного наполнения и функциональности российских и зарубежных WEB-ресурсов спутниковых данных дистанционного зондирования Земли из космоса, доступных для массового потребителя. Говоря о тенденции развития WEB-ресурсов, можно выделить следующие «эволюционные» формы их существования в сети INTERNET: ресурсы, выполняющие исключительно функции хранения и распространения информации, – архивы данных и программ; ресурсы, выполняющие кроме функций хранения и распространения функции манипулирования данными, – базы данных (БД); ресурсы, реализующие кроме вышеперечисленных функций вычислительные алгоритмы для обработки информации, хранящейся в архивах и базах данных.

В настоящее время во всемирной паутине научные сайты являются в основном информационными ресурсами. Среди множества зарубежных государственных и коммерческих структур, занимающихся исследованиями Земли из космоса, можно назвать три несомненных лидера:

- Национальное управление аэронавтики и космонавтики, США (National and Space Administration – NASA, USA);

- Национальная администрация по океанам и атмосфере, США (National and Atmospheric Administration – NOAA, USA);

- Европейское космическое агентство, страны Евросоюза (The European Space Agency – ESA, EU).

Российских дистрибьюторов спутниковых данных условно можно разделить на две группы:

- государственные центры приёма и обработки, возникающие на базе крупных государственных научно-производственных структур, сформировавшихся как правило, в советское время;

- частные коммерческие фирмы, работающие в области приёма и распространения данных дистанционного зондирования, образовавшиеся в постсоветский период.

Электронные архивы НЦ ОМЗ (Научный центр оперативного мониторинга Земли) содержат данные дистанционного зондирования различного пространственного разрешения, полученные с российских спутников – «Ресурс-ДК», «Монитор-Э» № 1, «Метеор-М», «Электро-Л», «Ресурс-01», «Океан-О» и с зарубежных спутников – QUICKBIRD, IKONOS, EROS, SPOT, IRS, LANDSAT, RADARSAT, TERRA (радиометр MODIS, ASTER), NOAA (радиометр AVHRR), ERS.

Обзор существующих INTERNET-ресурсов спутниковых данных позволяет выделить следующие основные возможности, предоставляемые пользователю спутниковой информации: просмотр обзорных снимков и аннотаций, получение первичных снимков (телеметрия), получение тематических продуктов (восстановленных значений параметров окружающей среды) [2].

Вместе с тем пользователь сталкивается с рядом трудностей при использовании спутниковых данных для проведения научных исследований [3]. Во-первых, необработанные спутниковые снимки обычно имеют большой размер. Например, объём телеметрии аппаратуры NOAA POES – около 70 Мбайт, объём телеметрии MODIS – 380 Мбайт. Получение даже одного такого файла по российским сетевым каналам для большинства пользователей является серьёзной проблемой. Во-вторых, использование «сырых» данных требует проведения процедур первичной обработки (геопривязки, калибровки). В-третьих, спутниковые данные записаны в различных форматах. Так, например, все данные по программе EOS записаны в формате HDF-EOS, телеметрия NOAA принимается в 10-битовом представлении. Поэтому применение «сырой» спутниковой информации в различных исследованиях требует наличия дополнительных навыков и соответствующего аппаратного и программного обеспечения.

Существующие WEB-ресурсы спутниковых данных являются информационными. Для использования этих данных в научных исследованиях пользователю необходимо разработать новое программное обеспечение (ПО) либо использовать уже существующее. Поэтому представляется целесообразным создание WEB-ресурса спутниковой информации, сочетающего возможности БД спутниковой информации и вычислительной системы для её тематической обработки. Такой ресурс явился бы полезным инструментом для проведения научных исследований, в частности, морских акваторий на основе спутниковых данных.

В последние десятилетия спутниковые данные о цвете моря всё шире используются для оценок биопродуктивности акваторий морей и океанов, контроля их экологического состояния. При этом основным пигментом, концентрация которого должна быть оценена, является хлорофилл «а» – первичный фотосинтезирующий пигмент фитопланктона. Для этого широко используются эмпирические соотношения концентрации хлорофилла и спектральных характеристик восходящего от поверхности моря излучения. К основным биооптическим параметрам морской воды относятся: коэффициенты поглощения $\chi(\lambda)$, рассеяния $\sigma(\lambda)$, ослабления $\varepsilon(\lambda)$ света в воде, индикатриса рассеяния света $x(\gamma)$ (γ – угол рассеяния), коэффициенты отражения света морской поверхностью $B(\lambda)$. В основном значения биооптических параметров определяются концентрацией пигментов, присутствующих в морской воде, и концентрацией растворенного органического вещества (РОВ). Поэтому их также можно отнести к основным биооптическим характеристикам морской воды. Основным оптически активным пигментом в клетках фитопланктона является хлорофилл «а», оказывающий существенное влияние на цвет морской поверхности. Поскольку концентрация хлорофилла «а» (C_{chl}) высокой корреляцией связана с биомассой фитопланктона, то она в значительной степени определяет значения почти всех вышеперечисленных биооптических параметров морской воды [4; 5].

Спутниковые измерения цвета морской поверхности проводятся с использованием оптических сканеров цвета. Эти измерения позволяют исследовать в океане глобальные пространственно-временные распределения концентрации хлорофилла «а», других пигментов и РОВ. Спутниковые данные используются для определения величины и оценки изменчивости ежегодного цикла первичного производства морского фитопланктона и анализа его распределения, а также времени весеннего всплеска цветения хлорофиллов. Наблюдения помогают визуализировать динамику океанских и прибрежных течений, физические процессы перемешивания и влияние гидрофизических процессов на функционирование фитопланктонных сообществ.

Спектральное распределение светового потока, выходящего из толщи морской воды, формирующее «цвет» океана, несет информацию о распределении фитопланктона, хлорофилла «а», неорганической взвеси и растворенной органики. Концентрации этих элементов в поверхностном слое океана, а также их вертикальные распределения прямо влияют на прозрачность морской воды, а от значений прозрачности зависит распределение световых полей в океане. В целом цвет океана является интегральной спектральной характеристикой поверхностного слоя морской среды. Для осуществления непрерывного мониторинга Мирового океана важны оперативные дистанционные методы определения цвета морской воды и его изменчивости, которые позволяют качественно и количественно оценивать концентрации хлорофилла «а», растворенной органики и взвесей. Контактное определение хлорофилла «а» не может обеспечить перекрытия синоптических и глобальных временных и пространственных масштабов [6].

Значительные погрешности решения рассматриваемой обратной задачи связаны с тем, что при проведении измерений с космического сканера регистрируемое на спутнике излучение в значительной степени формируется атмосферой и в меньшей степени излучением, вышедшим из толщи воды, т.е. для определения $B_w(\lambda)$ из полного излучения $B_t(\lambda)$, регистрируемого прибором, нужно вычесть излучение атмосферы и излучение, отражённое поверхностью воды, составляющие, как правило, 90 % суммарного излучения $B_t(\lambda)$. Поскольку вклад $B_w(\lambda)$ в суммарное излучение мал, требуется высокая точность в определении вклада атмосферы, что представляет собой определённую трудность в силу значительной пространственно-временной изменчивости оптических характеристик атмосферы. С высокой точностью должна поддерживаться на орбите абсолютная калибровка данных измерений, что представляет собой непростую техническую задачу. Решение этой задачи реализовано в сканере SeaWiFS аппаратными методами.

Ввиду того что непрерывная регистрация всего спектрального состава восходящего излучения представляет собой сложную техническую задачу, оптические сканеры осуществляют прием восходящего излучения в дискретных спектральных интервалах. При проектировании сканера цвета морской поверхности и выборе полос регистрации учитывалась форма спектров поглощения морской воды и органического вещества, присутствующего в ней в различных формах, линии поглощения атмосферного кислорода, озона и водяного пара.

На точность восстановления концентрации хлорофилла «а» по спутниковым измерениям цвета морской поверхности влияют аппаратные ошибки измерения интенсивности спектра восходящего излучения, ошибки, вызванные использованием алгоритмов атмосферной коррекции, и ошибки биооптических алгоритмов восстановления концентрации хлорофилла «а».

Современные оптические сканеры обеспечивают измерение восходящего излучения с абсолютной точностью в пределах 5 %, что позволяет оценивать концентрацию хлорофилла «а» с точностью 35 % в диапазоне 0,05-50,0 мкг/л для океанических вод [7].

Изучение распределения биооптических параметров с помощью исследовательских судов вызывает большие трудности как временного, так и пространственного характера. Исследования маломасштабных (меньше чем 30 км) особенностей распределения морских масс затруднено в связи с тем, что циркуляция биомассы в районе происходит быстрее, чем исследовательские суда могут на-

носить их на карту. В то же время мелкомасштабные и среднемасштабные изменения концентрации биомассы ясно видимы на спутниковых снимках. Эффекты облачности часто можно удалить, используя простые методы наложения нескольких снимков. Карты мгновенного распределения биооптических параметров в масштабах океанического бассейна могут быть собраны из отдельных изображений спутника, что дает представление о полной картине пространственно-временной изменчивости цвета океана.

Первые сканеры представляли данные о цвете океана для изучения роли океана в глобальном углеродообменном цикле и циркуляции океанических масс. Однако недостаточное количество регистрируемых спектральных полос ограничивало возможности приборов и алгоритмов в точном определении биооптических характеристик. Разработка каждого последующего сканера сопровождалась увеличением количества полос сканирования. Такой подход, в свою очередь, позволял разрабатывать новые алгоритмы обработки спектральных данных, более точно определяющие изменения цвета воды, а с ним и концентраций пигментов в воде.

Получение спутниковой информации с архива сканера SeaWiFS состоит в заказе необходимых спутниковых снимков в предварительно выбранном пространственно-временном диапазоне [7]. Восстановление координат, соответствующих каждой позиции сканера, можно осуществлять несколькими способами с разной точностью, скоростью обработки и разными уровнями автоматизации.

Данные SeaWiFS по каждому снимку предоставляются в виде координат первой и последней линии сканирования, а для промежуточных линий – только координаты первого и последнего пикселей линии сканирования (рис. 1). Каждая линия сканирования содержит 248 пикселей и 3930 линий. Задача координатной привязки в этом случае состоит в расчете координат внутренних пикселей внутри линии сканирования с точностью порядка 10-20 м, сравнимой с точностью Глобальной Системы Позиционирования (GPS) при сопоставлении с судовыми подспутниковыми измерениями.

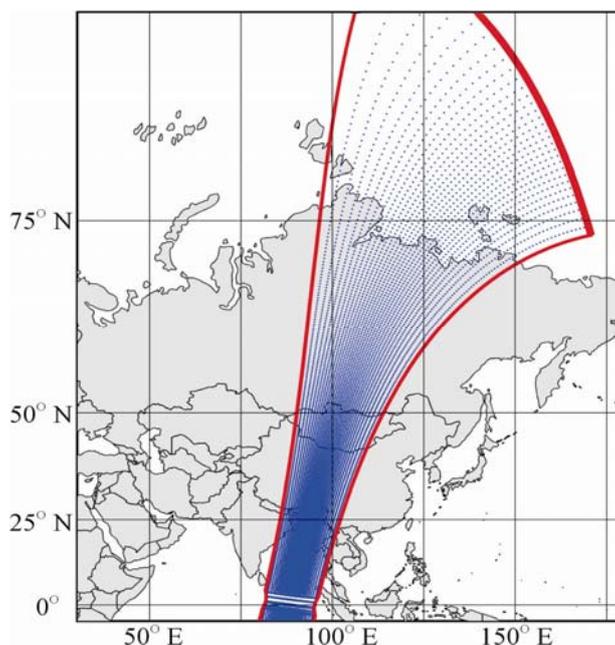


Рис. 1. Часть полосы сканирования сканера SeaWiFS

После расчета географических координат каждого пикселя спутникового снимка для рационального хранения данных из снимка исключались пиксели, расположенные не на морской поверхности, а также пиксели, отсортированные при контроле качества данных. В дополнение к значениям биооптических параметров в выходной файл включались значения флагов, указывающих на состояние телеметрической и иной информации, относящейся к сканируемому пикселю. После исключения из исходных файлов пикселей, расположенных на суше, закрытых облачностью, либо отселектированных по каким-либо критериям качества измерений, входные матрицы преобразовывались в вектора по виду хранимой информации. Такой метод хранения обеспечивал сжатие файла от 20 до 80 %, в зависимости от качества и местоположения области сканирования, а также существенно ускорял дальнейшую комплексную обработку данных.

Как можно видеть из рис. 2б, пиксели сканера четко огибают береговую черту. На рис. 2а видно, что пиксели в районе западного побережья Камчатки ложатся на сушу в связи с погрешностями географической привязки с преобразованием сферических координат в декартову систему и обратно. Отсутствие данных в центре, на северо-западе Охотского моря и в других частях снимка обусловлено облачностью в районе.

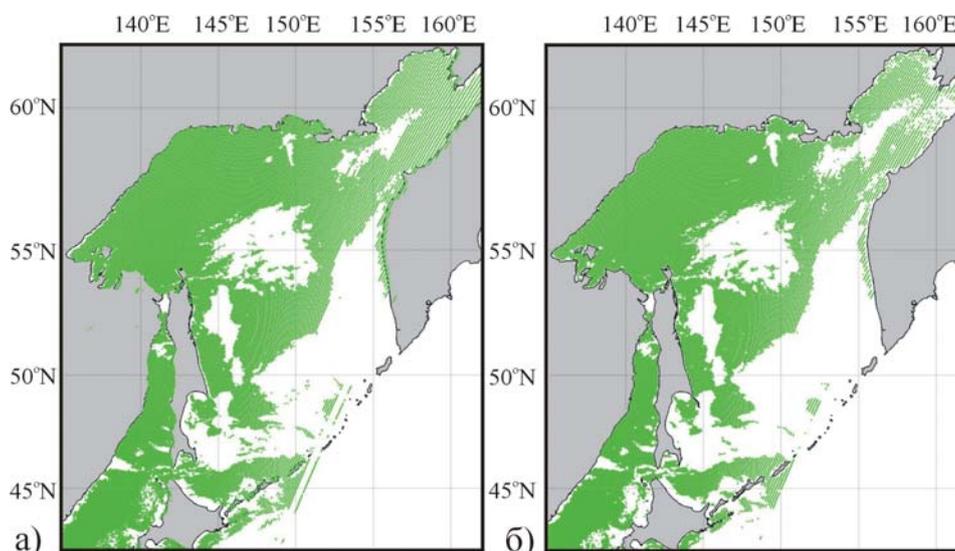


Рис. 2. Сопоставление пикселей спутникового сканирования с береговой чертой при использовании различных методов координатной привязки: а – линейной интерполяции в декартовой системе координат; б – интерполяции с учетом движения спутника по орбите

В настоящей работе на основании большого фактического материала сделано сравнение концентраций хлорофилла «а», измеренных в течение кругосветной экспедиции парусного учебного судна (ПУС) «Надежда» с использованием метода лазерной индуцированной флуоресценции и полученных со спутника MODIS Aqua, а также данных, полученных со сканера Sea WiFS. Судовые измерения концентрации хлорофилла «а» морской воды проводились с использованием проточного лазерного флуориметра. Спектры ЛИС возбуждались второй гармоникой Nd: YAG лазера (532 нм) [8].

Спутниковые концентрации хлорофилла «а» восстановлены из данных Sea WiFS второго уровня с разрешением 1 км по алгоритму OC4v4. Данные второго уровня были рассчитаны из данных первого уровня с помощью программы Sea Das. Из данных, полученных со спутника MODIS Aqua, также восстановлены концентрации хлорофилла «а».

Сравнение спутниковых и судовых данных концентраций хлорофилла «а» проводилось в Math Lab. За время прохождения кругосветной экспедиции было получено около 5000 спектров ЛИФ, что позволило получить огромный массив данных о концентрации хлорофилла «а» вдоль маршрута следования ПУС «Надежда». Однако при сопоставлении их с массивами данных сканера Sea WiFS было выявлено, что непосредственное наложение (совпадение по координатам и времени (интервал 2 ч до и после пролёта спутника) концентраций хлорофилла «а», восстановленных из спутниковых данных, с концентрациями, измеренными ЛИФ-методом) возможно лишь в 11 % данных. Такой низкий процент обусловлен облачностью, тем, что рассматривали только световой день, а также применяли глобальные алгоритмы для восстановления значений концентраций хлорофилла «а», которые отличаются значительно от реальных. Эти различия велики в мелких окраинных морях и шельфовых водах.

Сравнение судовых и спутниковых концентраций хлорофилла «а» проходило во временном интервале 2 ч. При проведении сравнения судовые концентрации хлорофилла «а», попадающие в один пиксель спутникового снимка, усреднялись. В каждом из рассматриваемых районов строились диаграммы рассеяния спутниковых и судовых концентраций хлорофилла «а», которые аппроксимировались прямой.

Сравнительный анализ хлорофилла «а» по спутниковым и судовым данным позволяет сделать вывод, что необходимо разрабатывать региональные алгоритмы для уменьшения погрешностей спутниковых оценок биооптических особенностей конкретных акваторий, в частности, для Охотского моря, которое характеризуется высокой биопродуктивностью. Такая задача особенно актуальна из-за увеличивающейся техногенной нагрузки, в связи с разработкой углеводородного сырья, а также для решения оперативных рыбопромысловых и экологических вопросов

Библиографический список

1. Лупян Е.А. и др. Технология построения автоматизированных систем сбора, обработки, хранения и распространения спутниковых данных для решения научных и прикладных задач // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. М: Полиграф сервис, 2004. С. 81-89.
2. Энгель М.В. Анализ INTERNET-ресурсов спутниковых данных // Оптика атмосферы и океана. 2008. Т. 21. № 7. С. 632-639.

3. Афонин С.В. и др. Разработка в ИОА СО РАН базы данных региональной спутниковой информации и программного обеспечения для ее обработки // Оптика атмосферы и океана. 2005. Т. 18. № 1-2. С. 52-60.

4. Букин О.А. и др. Некоторые результаты сравнения концентраций хлорофилла «а», полученных при дистанционном зондировании цвета моря с использованием различных двухполосных алгоритмов // Оптика атмосферы и океана. 1999. № 8. С. 715-720.

5. Stramska M., Stramski D., Hapter R., Kfczmarek S., Ston J. Bio-optical relationships and ocean color algorithms for the north polar region of the Atlantic // J. Geophys. Res. 2003. V. 108. No C 5. 3143,doi: 10.1029/2001JC001195.

6. Букин О.А. и др. Связь параметров спектров флуоресценции морской воды, возбуждаемых лазерным излучением, с типом морских вод // Оптика атмосферы и океана. 2000. № 11. С. 1011-1014.

7. F. Patt, R. Eplee, Jr. B. Franz, W. Robinson, SeaWiFS operational archive products specifications, Version 4.1, October 25, 2002.

8. Бауло Е.Н., Юлаева Т.С. Сравнительный анализ результатов измерения концентраций хлорофилла – А, полученных с использованием данных спутника Modis aqua и методом лазерной индуцированной флуоресценции, в решении экологических вопросов: Матер. XI Междунар. науч. чтений МА-НЭБ и Междунар. науч.-метод. конф. по безопасности жизнедеятельности, посвящённой 100-летию НПИ. Новочеркасск, 2007. С. 309-311.

THE INTERNET RESOURCES OF SATELLITE DATAS FOR MONITORING OF QUALITY OF SEA WATER AND FITO PLANKTON SOCIETIES

E.N. Baulo

Far-Eastern State Technical Fishery University (Dalrybvtuz), Vladivostok, Russia

This article is devoted to analysis of the internet resources of satellite datas which are used for scientific investigations of the environment. The development of the methods of lazer spectroscopy, the ways of distance sounding and the information technologies let to perform the monitoring of water surface and fito plankton societies on the other quality range level. The comparison analysis of the done investigation let to make the conclusion that it is necessary to work under the rational algorithm for the errors of satellite evaluations of the conditions of fito plankton societies.

УДК 639.4.09

О СИМБИОНТАХ И ПАЗАРИТАХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ БУХТЫ СЕВЕРНОЙ (СЛАВЯНСКИЙ ЗАЛИВ)

Т.Е. Буторина, К.С. Вязникова

ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

*Исследован видовой состав симбионтов и паразитов беспозвоночных бухты Северной Славянского залива. У молоди прибрежных крабов обнаружены корнеголовые раки *Sacculina polygenea*. На раковинах моллюсков и панцирях крабов отмечены обрастатели – полихеты семейств *Sabellidae*, *Spirorbidae* и *Serpulidae* и сверлящие полихеты семейства *Spionidae*, а также усонogie раки *Amphibalanus improvisus*, *Balanus crenatus*, *B. rostratus* (доминант) и *Hesperibalanus hesperius*. Указаны массовые виды обрастателей в подвешной культуре приморского гребешка, отмечена роль морских беспозвоночных в жизненных циклах гельминтов рыб и морских миксоспоридий.*

Изучение видового состава гидробионтов прибрежных экосистем имеет важное значение для выяснения распространения водных организмов и структуры морских сообществ, а также представляет практический интерес для развития мариккультуры в Приморском крае. Разнообразные симбионты – обрастатели, эпибионты, перфораторы раковин моллюсков и паразиты могут существенно влиять на выживаемость морских беспозвоночных, их физиологическое состояние, темп роста, плодовитость и другие показатели [1]. Так, паразитические веслоногие ракообразные рода *Mytilicola* не только задерживают рост мидий, но могут значительно снижать их численность. В б. Северная функционирует мини-завод по воспроизводству дальневосточного трепанга и приморского гребешка, поэтому особенно важно знать состав гидробионтов и учитывать роль паразитов, обрастателей, перфораторов раковин, которые могут ограничивать возможности марихозяйства, влиять на экономическую эффективность искусственного воспроизводства гидробионтов. Вместе с тем многие таксономические группы беспозвоночных в б. Северной, кроме массовых промысловых видов, изучены недостаточно, а видовой состав их симбионтов и паразитов практически не исследован, за исключением отдельных групп [2]. В связи с этим, мы начали работу по выяснению видового состава симбионтов и паразитов беспозвоночных б. Северной.

Материалом для исследования послужила коллекция моллюсков и ракообразных кафедры «Биоэкология» и небольшая часть коллекции (моллюски и ракообразные) кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура», собранные во время учебных практик по зоологии и гидробиологии.

На первом этапе изучения было обследовано 119 экз. гидробионтов следующих видов: митилус тихоокеанский *Mytilus trossulus* (5 половозрелых экз. длиной 42,8-49,5 мм и 10 экз. молоди длиной 4,8-20,0 мм), митилус блестящий *M. coruscus* (1 экз.), креномия Грея *Crenomytilus grayanus* (3 экз.), модиолус обыкновенный *Modiolus modiolus* (9 экз. половозрелых длиной 30,1-59,2 мм и 4 молодых экз. длиной 20-25 мм), устрица тихоокеанская *Crassostrea gigas* (2 экз.), гребешок приморский *Mizuhopecten yessoensis* (10 экз.), гребешок японский *Chlamys (Azumapecten) nipponensis* (2 экз.), гребешок Свифта *Chlamys (Swiftopecten) swifti* (3 экз.), криптонатика янтостома *Cryptonatica janthostoma* (1 экз.), нептуinea луковичная *Neptunea bulbacea* (1 экз.), травяной чилим *Pandalus latirostris* (12 экз.), кистеносный прибрежный краб *Hemigrapsus penicillatus* (25 экз.), обыкновенный прибрежный краб *H. sanguineus* (3 экз. и молодь – 3 экз.), стыдливый краб *Paradorippe granulate* (6 экз.), овальный краб *Cancer amphioetus* (7 экз.), водорослевый краб *Pugettia quadridens* (1 экз.), краб-плавунец японский *Charybdis japonica* (2 экз.), рак-отшельник Миддендорфа *Pagurus middendorffii* (3 экз.), волосатый рак-отшельник *P. brachiomastus* (3 экз.), асцидии стиела булавовидная *Styela clava* (2 экз.) и халоцинтия пурпурная *H. aurantium* (1 экз.). Беспозвоночных обследовали визуально и под бинокулярным микроскопом МБС-9.

Корнеголовыми раками оказались зараженными два молодых экземпляра прибрежных крабов (размер карапакса – 16,0-17,5 мм): у одного кистеносного прибрежного краба на брюшке отмечены 2 экстерны корнеголовых раков *Sacculina polygenea*, у второго (обыкновенного прибрежного краба) – 1 экстерна этого же вида, но более крупная. Для этого вида саккулин характерно образование множества экстерн – до 8 [3]. На стадии ципривидной личинки эти паразиты прикрепляются с помощью антенн к телу краба-хозяина в месте сочленения суставов ног, линяют, отбрасывая наружный двустворчатый панцирь (карапакс), грудные сегменты и брюшко, и в виде небольшого мешочка, заполненного клетками, внедряются под покровы краба с помощью специального выроста. Паразит растет, постепенно перемещаясь в брюшко хозяина, разрывает его наружный покров и оказывается прикрепленным к поверхности брюшка снаружи. Примерно через 9 месяцев рак достигает максимального размера и приступает к размножению [4].

На панцирях крабов и раковинах моллюсков были обнаружены обрастатели – усоногие ракообразные рода *Balanus* или следы их прикрепления. Они найдены на гребешке приморском, митилусе тихоокеанском (от 6 до 35), митилусе блестящем (19 экз.), модиолусе обыкновенном (8-25 экз.), криптонатике янтостома (14 экз.), нептунее луковичной (135 экз.), на карапаксе овального краба (1-2 экз.), кистеносного прибрежного (1-4 экз.), на асцидии стиеле булавовидной (2 экз.).

По данным И.И. Овсянниковой [2], ранее в подвесной культуре приморского гребешка в б. Северной было зарегистрировано 4 вида баянусов: необычный морской желудь *Amphibalanus improvisus*, зубчатый морской желудь *Balanus crenatus*, клювоносый морской желудь *B. rostratus* и *Hesperibalanus hesperius*. Эти же виды усоногих раков найдены и в нашем материале из б. Северной на разных субстратах. На митилусе тихоокеанском обнаружены *B. rostratus* – доминантный для бухты вид (от 6 до 9 экз., в том числе 5-8 живых) и *B. crenatus* (1 экз.), на брюхоногих моллюсках рода криптонатика отмечен *Hesperibalanus hesperius* (12 экз., в том числе 6 живых), на овальном крабе – *B. rostratus* (1 экз.), на асцидии стиеле булавовидной – *Amphibalanus improvisus* (2 экз.). На раковине нептуinei луковичной локализовались многочисленные молодые экземпляры *H. hesperius*.

На раковинах моллюсков были отмечены также домики-трубки полихет. Они встречались на митилусе тихоокеанском (2-3 экз.), митилусе блестящем (4 экз.), модиолусе обыкновенном (2 экз.), гребешке Свифта (от 4 до 17 экз.), устрице тихоокеанской (1 экз.). Из полихет, которые известны как обрастатели или перфораторы раковин моллюсков [5; 6; 7; 8; 9] в нашем материале из б. Северной обнаружены представители семейств *Sabellidae*, *Spirorbidae*, *Spionidae* и *Serpulidae*. Характерные спирально закрученные известковые трубки полихет семейства *Spirorbidae* были отмечены нами на раковинах двустворчатых моллюсков: митилуса блестящего, модиолуса обыкновенного, устрицы тихоокеанской, гребешка Свифта. В б. Северной, по данным М.И. Некрасовой, встречаются следующие виды полихет-спирорбид: *Neodexiospira alveolata*, *Circeis spirillum*, *C. armoricana*, *Bushiella granulata* (названия видов указаны по Ржавскому [6]).

Полихеты семейства *Spionidae* перфорируют различные известковые субстраты, приносят значительный вред хозяйствам мариккультуры [8; 9]. Из этой группы в зал. Петра Великого у приморского гребешка отмечен эндосимбионт *Polydora brevipalpa* [8; 10]. Установлено, что с увеличением поселения полихет на раковине гребешка уменьшаются его линейные и весовые параметры, темп роста, уменьшается его внутренняя полость, снижается фильтрационная способность. О встречаемости этих полихет в б. Северной можно судить по нашим находкам в раковинах приморского гребешка характерных для этих животных ходов и многочисленных туннелей и блистеров на раковинах устрицы тихоокеанской.

Наряду со сверлящими полихетами в б. Северной отмечены полихеты – обитатели грунта и обрастатели, относящиеся к семейству *Serpulidae*, которые строят домики-трубки на различных субстратах. В нашем материале на камнях отмечены сросшиеся трубки *Hydroides ezoensis*. Из предста-

вителей семейства *Sabellidae*, которые живут в хитиновых мягких трубках и могут быть отнесены к обрастателям [5; 7], в нашем материале отмечена *Potamilla neglecta*.

Кроме трубок полихет, на поверхности створок раковин креномидии Грея и других моллюсков нередко наблюдались плотные белые или розовые наросты из красных водорослей (багрянок) боссиелла меловая *Bossiella cretacea* и литотамнион бородавчатый *Lithothamnion phymatodeum*.

В период учебной практики по зоологии в 2007 г. в б. Миносок студенткой С.С. Куфтиной были изучены обрастатели коллекторов для выращивания приморского гребешка. Ею были найдены следующие виды обрастателей:

1. Устрица гигантская *Crassostrea gigas* – самый крупный обрастатель (до 50 см), способный выдерживать сильные колебания температуры и солёности, живет на глубинах 0,5-5 м [7; 11]. В бухте есть естественные поселения устриц.

2. Митилиус тихоокеанский *Mytilus trossulus* – один из наиболее массовых видов обрастателей в б. Северной, может жить в условиях сильного загрязнения, усваивает растворенную органику, в том числе нефтепродукты. Обитает на глубинах до 10 и более метров на любых искусственных субстратах, образует очень плотные поселения [7; 12].

3. Мускулиста зеленая *Musculista senhousia* – обитатель защищенных бухт с температурой воды летом выше 15-16 °С, живет на глубине 1-6 м, образует плотные поселения [11].

4. Хиателла арктическая *Hiatella arctica* – широко распространенный в северо-западной части Тихого океана вид [11]. Он известен как обрастатель и как перфоратор раковин двустворчатых и брюхоногих моллюсков, поселяется в пораженных полихетами раковинах и способствуют их дальнейшему разрушению. Такие моллюски в первую очередь съедаются хищниками – крабами, морскими звездами и птицами.

5. Колонии гидроидных полипов обелия длинная *Obelia longissima* – один из массовых видов обрастателей, колонии полипов достигают 30 см, обитают на глубинах до 500 м, образуют густые заросли [7].

6. Саргассовые водоросли саргассум Миябе *Sargassum miyabei*, встречаются у открытых берегов и в полузащищенных бухтах, ветви достигают длины от 1,0 до 2,5 м, на открытых участках – 10-20 см, обитают на глубинах до 10 м.

Морские беспозвоночные играют важную роль и в циркуляции паразитов в морских сообществах, они служат первыми или вторыми промежуточными хозяевами некоторых видов паразитов рыб, отмеченных в б. Северной. Так, трематоды *Derogenes varicus* в половозрелом состоянии обнаружены у наваги, бычка-бабочки и окуня Шлегеля [13]. Их личинки (церкарии) паразитируют в брюхоногих моллюсках семейства *Naticidae* (в б. Северной они представлены видом *Cryptonatica janthostoma*), а вторыми промежуточными хозяевами, в которых паразитируют метацеркарии, служат раки-отшельники, личинки десятиногих раков, науплиусы усконогих раков рода *Balanus*, полихеты хармотое черепитчатая *Harmothoe imbricata* [14; 15].

Другой вид сосальщиков *Lecithaster gibbosus*, известный в б. Северной из снежного керчака [13], использует в качестве первых промежуточных хозяев мелких брюхоногих заднежаберных моллюсков рода *Odostomia*, а вторыми, или дополнительными, являются морские веслоногие ракообразные семейства *Calanidae* [16].

В жизненный цикл трематод *Lepidapedon gadi*, на 100 % заражающих навагу в б. Северной [13], в качестве вторых промежуточных хозяев включены полихеты хармотое черепитчатая *Harmothoe imbricata*, хармотое чешуйчатая *Lepidonotus squamatus*, nereis пелагический *Nereis pelagica* [16]. Полихеты семейства *Nereidae* служат вторыми промежуточными хозяевами и для трематод семейства *Zoogonidae*, окончательными хозяевами которых в б. Северной являются глазчатый опистоцентр и мелкочешуйная краснопёрка. Сверлящие полихеты рода *Polydora* также могут выступать в роли промежуточных хозяев трематод [17].

Морские амфиподы семейств *Caprellidae* и *Gammaridae* являются промежуточными хозяевами скребней *Echinorhynchus gadi* [15], найденных в б. Северной у пяти видов рыб, но наиболее часто – у снежного и мраморного керчаков и наваги [13].

Полихеты семейства *Spionidae* принимают участие в жизненном цикле морских микроспориций [18], которые были отмечены нами в желчном и мочевом пузырях камбал, керчаков, терпугов б. Северной [13].

Выражаем благодарность за помощь в определении симбионтов беспозвоночных и консультации сотрудникам Института биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН Некрасовой М.И., Овсянниковой И.И., Рыбакову А.В. и Силиной А.В., а также преподавателю кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура» Смирновой Е.В. за предоставленный в наше распоряжение материал.

Библиографический список

1. Рыбаков А.В., Буторина Т.Е., Кулепанов В.И., Зверева Л.В. Болезни и паразиты культивируемых и промысловых беспозвоночных и водорослей: учеб. пособие. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2005. 123 с.
2. Овсянникова И.И. Распределение усконогих раков на раковинах приморского гребешка при выращивании в подвесной культуре // Биол. моря. 1989. № 4. С. 71-76.

3. Lutzen J., Takahushi T. *Sacculina polygenea*, a new species of rhizocephalan (Cirripedia: Rhizocephala) from Japan, parasite on the intertidal crab *Hemigrapsus sanguineus* (DeHann, 1835) (Decapoda: Brachyura: Grapsidae) // *Crustacean Res.* 1997. № 25. P. 163-168.
4. Гинецинская Т.А., Добровольский А.А. Частная паразитология. Паразитические черви, моллюски и Членистоногие. М.: Высш. школа, 1978. 202 с.
5. Ушаков П.В. Многощетинковые черви дальневосточных морей СССР (Polychaeta) // Определители по фауне СССР. М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1955. Т. 56. 446 с.
6. Ржавский А.В. Обзор *Circeinae* и *Spirorbinae* (Polychaeta, Spirorbidae) морей СССР с описанием нового вида *Circeis gurjanovae* // *Зоологический журнал.* 1992. Т. 71. № 7. С. 5-13.
7. Животные и растения залива Петра Великого. Л.: Наука, 1976. 363 с.
8. Radashevskiy V.V. Revision of the Genus *Polydora* and related Genera from the North West Pacific (Polychaeta: Spionidae) // *Publications of the Sero Marine Biol. Lab.* 1993. Vol. 36. Nos. 1/2. 54 p.
9. Радашевский В.И. Размножение и личиночное развитие полихеты *Polydora ciliata* в заливе Петра Великого Японского моря // *Биол. моря.* 1986. № 6. С. 36-43.
10. Жукова Н.В., Силина А.В. Симбиотическое сообщество двустворчатого моллюска и полихеты в прибрежных водах залива Петра Великого: Тез. докл. // III междунар. науч.-практ. конф. «Морские прибрежные экосистемы. Водоросли, беспозвоночные и продукты их переработки». Владивосток: ТИПРО-Центр, 2008. С.63.
11. Атлас двустворчатых моллюсков дальневосточных морей России. Владивосток: Изд-во «Дюма», 2000. 168 с.
12. Евсеев Г.А., Яковлев Ю.М. Двустворчатые моллюски дальневосточных морей. Владивосток: ПК «Поликон», 2006. 120 с.
13. Буторина Т.Е., Скиба Н.И. Паразиты рыб бухты Северной залива Славянка // *Науч. тр. Дальрыбвтуза.* Т. 14. Ч. 2. 2001. С. 102-105.
14. Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР. Т.3. Паразитические многоклеточные. Ч. 2. Л.: Наука, 1987. 583 с.
15. Пугачев О.Н. Каталог паразитов пресноводных рыб Северной Азии. Трематоды // *Тр. Зоол. ин-та РАН.* 2003. Т. 298. 224 с.
16. Margolis L. Polychaetes as Intermediate hosts of helminth parasites of Vertebrates // *J. Fish. Res. Bd. Canada.* 1971. Vol. 28. P. 1385-1392.
17. Margolis L. Additional notes on Polychaetes as Intermediate hosts of helminth parasites of Vertebrates // *J. Fish. Res. Bd. Canada.* 1973. Vol. 30. P. 469-470.
18. Koie M. The Spionidae (Polychaeta) act as invertebrate hosts for marine Myxozoa // *Bull. Eur. Ass. Fish Pathol.* 2005. Vol. 25. № 4. P. 179-181.

OF SYMBIONTS AND PARASITES OF INVERTEBRATES IN SEVERNAYA BAY (SLAVYANSKYI BAY)

T.E. Butorina, K.S. Vyaznikova

Far-Eastern State Technical Fishery University (Dalrybvtuz), Vladivostok, Russia

Specific composition of symbionts and parasites of invertebrates in Severnaya Bay (Slavyanskiy Bay) was examined. The young shore crabs Hemigrapsus sanguineus and H. penicillatus are infected with the rhizocephalan, Sacculina polygenea. Among the Polychaetes the foulings of the families Sabellidae, Spirorbidae, Serpulidae and the mollusks shell borers of the family Spionidae are discovered on valves of mollusks and carapaces of crabs. The fouling communities include barnacles: Amphibalanus improvisus, Balanus crenatus, B. rostratus (dominant species) and Hesperibalanus hesperius. The dominant species of foulings in suspended culture of the Japanese scallop are mentioned, and role of marine invertebrates in life cycles of fish helminths and myxozoans are given.

УДК 502.7:599

ИЗУЧЕНИЕ И ОХРАНА МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЯХ

М.А. Дорошенко, Н.В. Дорошенко

ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

Проведен обзор исследований морских млекопитающих в дальневосточных морях согласно данным анализа Совета морских млекопитающих (СММ). Отмечено ухудшение состояния отдельных популяций морских млекопитающих в связи с антропогенным воздействием, освоением нефтегазовых месторождений, которые могут оказать весьма негативное влияние на состояние окружающей среды и ее обитателей – морских млекопитающих. Рекомендуются необходимость охранных мероприятий.

Пристальное внимание мировой общественности в настоящее время уделяется проблемам изучения и охраны морских млекопитающих. В Тихоокеанском регионе исследования морских млекопитающих выполняются следующими институтами и организациями разных ведомств: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) – лаборатория морских млекопитающих; Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр (ТИНРО-Центр), лаборатория по изучению морских млекопитающих; Чукотский филиал ТИНРО-Центра (ЧукотТИНРО), лаборатория по изучению морских млекопитающих; Тихоокеанский океанологический институт им. В.И. Ильичева ДВО РАН (ТОИ ДВО РАН), Камчатский филиал ТИГ ДВО РАН. Большое значение в координации отраслевой науки и исследований ученых академических учреждений принадлежит региональной общественной организации Совету морских млекопитающих (СММ), созданной при поддержке Международного фонда защиты животных (IFAW) в 1995 г. СММ работает в тесном контакте с Научно-консультативным советом по морским млекопитающим (НКС), Межведомственной ихтиологической комиссией (МИК). Осуществляя свою основную функцию – содействовать сохранению и изучению морских млекопитающих, СММ ежегодно подводит итоги научных исследований, выполняемых институтами и организациями разных ведомств.

Согласно анализу СММ [1] основными вопросами исследования морских млекопитающих в Тихоокеанском регионе за текущий период являются: 1) полевые исследования и мониторинг состояния популяций ластоногих (тихоокеанский морж (*Odobenus rosmarus*), сивуч (*Eumetapius jubatus*), северный морской котик (*Calorhinus ursinus*), калан (*Enhidra lutris*) и др.); 2) изучение популяционной структуры, численности, распределения китообразных (серый кит (*Eschrichtius gibbosus* Erx.), гренландский кит (*Balaena mysticetus* L.), дальневосточная белуха (*Delphinapterus leucas* P.), косатка (*Orcinus orca* L.) и др.); 3) проблемы защиты популяций морских млекопитающих, находящихся в угрожающем состоянии. В связи с прекращением зверобойного промысла в настоящее время исследования ластоногих ограничиваются полевыми наблюдениями с предоставлением ежегодной информации о состоянии численности [2].

Ластоногие

Тихоокеанский морж (*Odobenus rosmarus*). Исследования тихоокеанского моржа проводились на береговых лежбищах в Анадырском заливе. Получены материалы по динамике численности, половозрастному составу, факторам беспокойства, смертности и причинам гибели моржей. Для определения численности популяции тихоокеанского моржа применялся инструментальный метод с исследованием инфракрасного (теплого) сканирования, а также аэрофотосъемка и спутниковая телеметрия. Работа выполнялась совместно американскими и российскими специалистами. Авиасъемка тихоокеанских моржей была проведена по согласованным программам. Выполнен совместный анализ тепловизионных и фотоизображений. Проведено исследование калибровочных уравнений для тепловизионных данных с целью определения количества моржей в группах, на основе которых сделан экосистемный анализ результатов авиаучета моржей. В целом численность и смертность моржей в период наблюдений была на уровне предыдущих лет.

Сивуч (*Eumetapius jubatus*). Проводились работы по изучению репродуктивного периода курильского сивуча. Собрана разнообразная информация, касающаяся отдельных вопросов воспроизводства, сезонной динамики численности и пространственной организации размножения. Собраны материалы по травмированию сивучей, определены величина приплода в каждой репродуктивной группировке, размеры смертности взрослых сивучей и их детенышей. Изучалась кормовая активность самок, имеющих новорожденных щенков. Продолжены полевые исследования и мониторинг состояния популяции сивуча в водах дальневосточных морей в рамках проекта «Морские млекопитающие», Соглашения между Россией и США в области охраны окружающей среды в связи с выяснением причин снижения численности сивуча.

Северный морской котик (*Calorhinus ursinus*) Исследования проводились на Командорских и Курильских о-вах. На всех лежбищах Командорских о-вов проводились учеты котиков в репродуктивный период по стандартной программе мониторинга состояния популяции этого вида. На лежбище о. Беринга были помечены спутниковыми метками щенки и взрослые котики с целью изучения особенностей зимней миграции щенков котиков и пищевого поведения после перехода от молочного кормления к самостоятельному питанию.

Калан (*Enhidra lutris* L.) Проведены исследования спектра питания калана о. Беринга (Командорские острова) с целью изучения трофических отношений. Отмечена относительная стабильность численности калана на о. Беринга за последние годы, что позволяет предположить в настоящий момент установление баланса между потенциальными кормовыми объектами и каланами как потребителями этих ресурсов.

Китообразные

Актуальной проблемой исследований морских млекопитающих в Тихоокеанском регионе является охрана и мониторинг китообразных. Недостаточно изучены популяционная структура, численность, закономерности распределения, а также другие вопросы биологии таких видов, как дальневосточная белуха (*Delphinapterus leucas* P.), косатка (*Orcinus orca* L.), гренландский (*Balaena mysticetus* L.) и серый (*Eschrichtius gibbosus* Erx.) киты.

Дальневосточная белуха (*Delphinapterus leucas* P.). Проводились исследования по сезонному перемещению белухи в Охотском море, где ведется широкомасштабное освоение шельфовой зоны, разрабатывается и добывается углеводородное сырье, районы которого совпадают с местами обитания популяций вида. Необходимо выявление таких мест и разработка предложений и мер по охране белух и акваторий в ареале вида. Полевые работы проводились в Сахалинском заливе Охотского моря, были установлены спутниковые метки, взяты образцы кожи для биометрических и генетических исследований. Отдельные работы посвящены эколого-физиологическим исследованиям и изучению поведения в процессе адаптации дальневосточной белухи к условиям дельфинария.

Косатка (*Orcinus orca* L.) Для исследования экологии и поведения косаток осуществлен акустический мониторинг (Командорские острова). Записывались звуки косаток и описывалось охотничье поведение методом регистрации отдельных поведенческих элементов, видимых на поверхности воды. Проводилось фотографирование косаток для последующей идентификации и фиксации поведения животных, что позволяет учитывать большую часть посещающих акваторию животных.

Сведения о состоянии популяций крупных видов усатых китов недостаточны, и, несмотря на длительный запрет коммерческого промысла, представление о восстановлении их численности в водах Дальнего Востока России носит приблизительный характер. По результатам учета китообразных в исключительно экономической зоне России зарегистрированы единичные встречи синего кита (*Balaenoptera musculus* L.), финвала (*Balaenoptera physalus* L.), сейвала (*Balaenoptera borealis* Les.). Чаще встречались горбач (*Megaptera novaeangliae* B.) и малый полосатик (*Balaenoptera acutorostrata* Lac.). Можно отметить проведение генетических исследований полярного (гренландского) кита – *Balaena mysticetus* (российско-американский проект). До последнего времени сохранился лишь «аборигенный», или «традиционный», промысел серых и полярных (гренландских) китов. В МКК по-прежнему продолжается жесткая дискуссия по поводу мер, направленных на сохранение популяций китов, добываемых для нужд коренного населения Чукотки и Аляски. Использование продукции, получаемой от этих животных, является экономической основой жизни и частью национальной культуры коренного населения севера Дальневосточного региона России.

Серый кит (*Eschrichtius gibbosus* Erx.). К числу наиболее уязвимых популяций китов относится охотско-корейская популяция серых китов (*Eschrichtius gibbosus*), которая включена в I категорию Списка угрожаемых видов животных «Critically Endangered» Международного союза охраны природы (IUCN) и Красную книгу России. Эти угрозы связаны с интенсивной разработкой нефтегазовых месторождений на шельфе северо-восточного Сахалина, что создает реальную опасность деструкции главных и, очевидно, единственных в Охотском море летне-осенних нагульных местообитаний этой чрезвычайно малочисленной популяции, что, в свою очередь, грозит ее окончательному исчезновению. Для сохранения серого кита и его критических местообитаний создана «Группа стратегического планирования исследований серого кита», действующая в рамках ФГУ «Межведомственная ихтиологическая комиссия», при поддержке МПР России и Росприроднадзора. На основании оценки воздействия деятельности нефтяных компаний на популяцию серых китов признано необходимым:

- учитывая опасность интенсивного акустического воздействия на серых китов, предусмотреть в качестве обязательного требования проведение работ сейсморазведки на северо-восточном шельфе Сахалина только в период отсутствия или минимальной численности китов;

- при проведении сейсморазведки строго соблюдать общепринятые в мировой практике критерии по снижению шумового воздействия на китов и обеспечить проведение мониторинга шумов, поведения и распределения китов;

- учитывая имеющиеся данные о возможной опасности необратимого воздействия на экосистемы, связанные с обеспечением кормовой базы серого кита, в результате строительства нефтепровода траншейным способом через зал. Пильтун, рассмотреть альтернативные варианты маршрутов прокладки нефтепровода;

- рассмотреть вопрос о возможности создания государственного сезонного заказника, включающего лагуну Пильтун, район нагула серых китов и прилегающую береговую зону.

Таким образом, состояние морских млекопитающих в Тихоокеанском регионе вызывает серьезное беспокойство не только в связи с выполнением прикладных исследований, но и в вопросах комплексного подхода к изучению биоценозов, нарушенных антропогенным вмешательством. Результаты принятых мер охраны неоднозначны: некоторые виды морских млекопитающих восстановились или постепенно восстанавливаются после длительной хищнической эксплуатации, тогда как другие виды находятся на грани исчезновения. Во избежание дальнейших потерь необходима выработка нового экологического взгляда и строгого научного подхода к решению важных народнохозяйственных проблем, сохранению и рекреационному использованию уникальных представителей группы морских млекопитающих.

Библиографический список

1. Совет по морским млекопитающим // Информационный бюллетень № 13. М.: 2008. 49 с.
2. Перлов А.С. Проблемы исследований морских млекопитающих на Дальнем Востоке России // Морские млекопитающие Голарктики. Одесса, 2008. С. 425-427.

STUDYING AND CONSERVATION OF MARINE MAMMALS IN THE FAR EAST SEAS

M.A. Doroshenko, N.V. Doroshenko

Far-Eastern State Technical Fishery University (Dalrybvtuz), Vladivostok, Russia

The review of researches of marine mammals in the Far East seas according to data of the analysis of Marine Mammals Council (MMC) is lead. Deterioration of a condition of separate populations in connection with anthropogenous influence, development of oil-and-gas deposits which can render rather negative influence on a condition of an environment and its inhabitants – marine mammals and their organisms providing food is noted. Necessity of conservation actions is recommended.

УДК 551.464: 57.04

АНАЛИЗ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД АМУРСКОГО ЗАЛИВА ПО ОТДЕЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

М.З. Ермолицкая

ИПМТ ДВО РАН, Владивосток, Россия

Приводятся результаты исследования современного состояния прибрежных морских вод и донных отложений Амурского залива по отдельным показателям.

Основными источниками загрязнения прибрежных вод Амурского залива являются стоки системы городской канализации городов Владивосток и Уссурийск, нефтебаза, городские предприятия и заводы, речные воды, захоронение загрязненных грунтов и атмосферные осадки. При этом значительная часть стоков западной части г. Владивостока сбрасывается непосредственно в залив, а сточные воды г. Уссурийска выносятся р. Раздольной. Среднегодовой объем сбрасываемых в залив сточных вод в период с 2000 по 2009 гг. составил 154 млн м³, и лишь 7 % из них подверглись очистке.

Непосредственно в г. Владивостоке действуют три станции биологической очистки сточных вод, суммарная производительность которых составляет 18700 м³/сут. Мощность этих станций позволяет очистить лишь 5 % канализационных стоков, остальные 95 % поступают в залив без очистки. Вещества, входящие в состав канализационных и ливневых стоков (органические соединения, тяжелые металлы, нефть, пестициды), загрязняют прибрежные воды и вносят значительные изменения в состояние водных экосистем.

Цель данной работы – анализ современного состояния прибрежных морских вод и донных отложений Амурского залива по отдельным показателям. Исследования проводились по данным наблюдений Приморского центра мониторинга загрязнения окружающей среды и ТИПРО-Центра за период с 2004 по 2009 гг.

В результате анализа было выявлено, что уровень загрязнения морских прибрежных вод Амурского залива в последние годы продолжает увеличиваться. Заметно снизилась самоочищающая способность залива. Участились случаи вредоносного «цветения» воды (за последние 25 лет более чем в 5 раз). Так, в зимний период 2008-2009 гг. подо льдом в северной части залива наблюдалось массовое развитие фитопланктона, которое можно рассматривать как проявление антропогенного эвтрофирования, а осенью 2008 г. на акватории залива было обнаружено большое количество погибшей рыбы. Все это связано с нарушением кислородного режима, вызванного антропогенным воздействием на воды Амурского залива.

Анализ проб на содержание загрязняющих веществ в донных отложениях показал, что концентрация нефтяных углеводородов постепенно повышается: в 2004 г. изменялась в пределах 0,04-0,31 мг/г сухого грунта (3,5 ПДК); в 2005 г. – 0,01-0,28 мг/г сухого грунта (2,5 ПДК); в 2006 г. – 0,04-0,85 мг/г сухого грунта (4 ПДК); в период 2008-2009 гг. концентрация НУ превысила допустимый уровень в 27 раз. Было отмечено появление нефтяной пленки.

Уровень загрязнения фенолами составлял в 2004 г. от 0,06 до 6,00 мкг/г сухого вещества; в 2005 г. – 0,00-4,10 мкг/г сухого вещества; в 2006 г. – 2,30-5,9 мкг/г сухого вещества; в 2007 г. содержание фенолов оставалось на уровне предыдущего года, а в последующие годы его содержание возросло в 1,4 раз.

Содержание цинка в донных осадках в среднем составляло в 2004 г. 103 мкг/г сухого осадка, в 2005 г. – 61 мкг/г сухого осадка, в 2006 г. – 70 мкг/г сухого осадка. В период с 2008 по 2009 гг. концентрация цинка увеличилась в 1,4 раза.

Среднее содержание ртути в донных осадках изменялось от 0,17 мкг/г сухого осадка в 2004-2005 гг. до 0,12 мкг/г в 2006 г, а затем отмечался рост концентрации ртути в 1,3 раза.

Содержание свинца, кадмия и других загрязняющих веществ в донных отложениях Амурского залива за 2004-2006 гг. приведено в таблице [1]. По данным 2008-2009 гг. среднегодовая концентрация некоторых загрязняющих веществ в донных отложениях возросла. Так, например, концентрация кадмия превысила допустимый уровень в 4 раза, концентрация ДДТ в 2 раза [2].

Концентрация загрязняющих веществ в донных отложениях акватории Амурского залива

Год	Свинец	Кадмий	Кобальт	Никель	Марганец	Хром	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ	ДДТ	ДДД	ДДЭ
2004	20,4 (34)	0,3 (0,5)	6,6 (9,3)	14 (20)	114 (190)	41 (55)	0,1- 0,3	0,0- 0,2	0,5- 2,1	0,0- 1,6	0,2- 0,8
2005	15,9 (36)	0,5 (2,6)	3,9 (8,3)	12 (23)	126 (353)	30 (47)	0,0- 0,6	0,0- 3,2	0,1- 14,2	0,1- 2,7	0,0- 7,5
2006	16,3 (29)	1,5 (4,3)	4,8 (8,8)	13 (23)	125 (252)	33 (48)	0,0- 1,8	0,0- 0,8	0,1- 5,0	0,0- 1,4	0,0- 3,0

Примечания. 1. Концентрация свинца, кадмия, кобальта, никеля, марганца, хрома приведена в мкг/г. Для каждого ингредиента в верхней строке указано среднее за год значение, в нижней в скобках – максимальное. 2. В последних 5 столбцах приведены интервалы изменения (минимальное и максимальное значения) концентрации элементов в нг/г.

Наибольшая загрязненность грунта тяжелыми металлами наблюдается в восточной части Амурского залива, в северо-западной части, находящейся под влиянием стока р. Раздольной, а также в районах Второй Речки и дампинга на м. Токаревского.

По результатам комплексной оценки качество воды в заливе ухудшилось. Индекс загрязненности воды за рассматриваемый период изменялся следующим образом: в 2002 г. – III класс («умеренно загрязненные» воды); 2004 г. – V класс («грязные»); 2005-2006 гг. – III класс; 2007 г. – IV класс («загрязненные»); 2008-2009 гг. – V класс.

Таким образом, анализ современного состояния прибрежных морских вод и донных отложений Амурского залива показал, что концентрации отдельных показателей загрязнения воды продолжают увеличиваться, ухудшая тем самым рыбохозяйственное значение залива и снижая его рекреационную ценность.

Библиографический список

1. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник 2007. Обнинск: Артифлекс. 2009. 160 с.
2. Семькина Г.И. Проблемы, методы, результаты мониторинга прибрежных акваторий залива Петра Великого: Матер. IV Междунар. экол. форума. Владивосток: Изд-во «РЭЯ», 2009. С. 279-281.

THE ANALYSIS OF POLLUTION OF COASTAL WATERS OF AMUR BAY ON SOME PARAMETERS

M.Z. Ermolitskaya

Institute of Marine Technology Problems FEB RAS, Vladivostok, Russia

The results of research of a modern state of coastal sea waters and bottom sediments of Amurskiy bay on some parameters are presented.

УДК 597-1.044.6:665.6 (268.45)

ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИЕ АРОМАТИЧЕСКИЕ УГЛЕВОДОРОДЫ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

А.Ю. Жилин, Л.И. Киреева

ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича» (ПИНРО), Мурманск, Россия

Определено содержание 16 полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в мышцах и печени трески, пикши, камбалы-ерша, зубатки полосатой, зубатки пятнистой, мойвы и пинагора из Баренцева моря. Среднее содержание ΣПАУ находилось в диапазоне 1,11-9,35 (мышцы) и 3,67-9,15 (печень) нг/г сырой массы. В проанализированных пробах преобладал нафталин и фенантрен. Наибольшее содержание ПАУ в мышцах найдено у зубатки полосатой и зубатки пятнистой, в печени – у пикши. Различия в уровнях содержания ПАУ у исследованных видов рыб, вероятно, обусловлены особенностями характера питания и миграционных процессов.

Являясь основным морепродуктом и важнейшим продовольственным ресурсом, промысловые виды рыб требуют внимательного изучения и постоянного мониторинга с точки зрения экотоксикологии и содержания в них основных групп поллютантов глобального распространения.

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) – класс загрязняющих веществ природного и антропогенного происхождения, который широко изучается по причине своих канцерогенных и мута-

генных свойств и включен в списки приоритетных для контроля в окружающей среде поллютантов в США и ЕС [1]. ПАУ способны отрицательно влиять на различные компоненты трофической цепи, в том числе на низких ее уровнях [2]. На водные организмы ПАУ оказывают токсичное воздействие при содержании в тканях уже на уровне нескольких мкг/г для морских беспозвоночных и рыб [3].

Накопление ПАУ в организме непосредственно к гибели рыбы не приводит, однако стимулирует механизм образования злокачественных опухолей через формирование аддуктов ДНК и химически активных метаболитов ПАУ [4]. Отрицательное воздействие ПАУ на рыб в настоящее время в значительной степени не исследовано, но предполагается, что эти вещества также могут затрагивать механизмы нейротрансдачи подобно известному инсектициду дихлордифенилтрихлорэтану (ДДТ) [5]. ПАУ могут воздействовать на репродуктивную систему рыб и передаваться через гонады, что усиливает мутагенез и канцерогенез в потомстве [6].

Закономерности биоаккумуляции ПАУ в тканях рыбы остаются неизвестными. В общем случае считается, что индивидуальные конгинеры ПАУ быстро метаболизируют в тканях рыб, что затрудняет определение их содержания [7]. По этой причине интерес к исследованиям распределения ПАУ в органах и тканях рыб не снижается, постоянно сообщаются новые данные. Так, в рыбах Средиземного моря в желчном пузыре зафиксировано доминирование нафталина, фенантрена и флуорена (10-100 нг/г), в печени рыб преобладал фенантрен (32-166 нг/г) [8]. Среднее содержание суммы ПАУ в тканях рыб из Мексиканского залива обнаружено на уровне 2,17 нг/г сырой массы [9]. В мышечной ткани трески из Северо-Западной Атлантики значимых величин содержания ПАУ зафиксировано не было, в печени же найдены только аценафтен (18 нг/г сухой массы), флуорен (28 нг/г) и хризен (22 нг/г) [10].

В данной работе нами определено содержание 16 ПАУ из списка Агентства по защите окружающей среды США (US EPA) в тканях рыб Баренцева моря, включая 7 конгинеров, канцерогенные свойства которых определены количественно [11]. За общее содержание ПАУ (Σ ПАУ) принимали сумму концентраций следующих аренов: нафталин (Naph), аценафтилен (AcI), аценафтен (Ac), флуорен (Fln), фенантрен (Phe), антрацен (An), флуорантен (Flt), пирен (Py), бенз(а)антрацен (BaA), хризен (Chry), бенз(б)флуорантен (BbF), бенз(к)флуорантен (BkF), бенз(а)пирен (BaP), индено(1,2,3-сd)пирен (IPy), дибенз(а,һ)антрацен (DBA), бенз(ɡ,һ,і)перилен (Bper). Из них к канцерогенным ПАУ относят BaA, Chry, BbF, BkF, BaP, IPy, DBA [12].

74 экземпляра 7 наиболее массовых видов рыб были выловлены в трех промысловых районах Баренцева моря (рис. 1) в рейсе НИС «Вильнюс» в феврале-марте 2009 г.

Отбор, подготовка и анализ биологических проб выполнены в соответствии с методическими руководствами Международного совета по исследованию (ИКЕС) [13]. Рыба была разделана и биологические образцы (мышцы и печень) заморожены при $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ до момента доставки в лабораторию, где были дефростированы, гомогенизированы и подвергнуты щелочному гидролизу с последующей экстракцией фракции углеводов *n*-гексаном и ее колоночной хроматографической очисткой на силикагеле. Анализ фракции ПАУ проводился методом капиллярной газовой хроматографии с масс-селективным определением (ГХ/МС) в режиме выбранных ионов (SIM). ГХ/МС осуществляли на системе Agilent 6890/7683 N с колонкой HP-5MS (30 м \times 0,25 мм \times 0,25 мкм), газ-носитель гелий, скорость потока 1,2 мл/мин.

На рисунках 2 и 3 представлено распределение конгинеров ПАУ в мышцах и печени рыб, соответственно. ПАУ имели тенденцию концентрироваться больше в печени, чем в мышечной ткани исследованных видов рыб, особенно у трески и пикши (таблица), что, вероятно, является отражением более высокого содержания липидов. Кроме того, на распределение токсичных веществ влияет и особый состав липидов в тканях рыб. Такие данные известны, например, для полихлорбифенилов и других хлорорганических токсикантов в разных видах рыб [14]. ПАУ, в свою очередь, также имеют высокий коэффициент разделения в системе октанол-вода K_{ow} , который указывает на возможность химического соединения распределяться в липидах и связан с характером бионакопления поллютантов водными организмами [15].

ПАУ низкого молекулярного веса присутствовали в тканях рыб в более высоких концентрациях. Такое аккумулятивное характерно для загрязнения ПАУ петрогенного (нефтяного) происхождения [16]. Нафталин являлся самым распространенным соединением в проанализированных пробах, что отмечается и в других исследованиях содержания ПАУ в рыбе [17].

Конгинеры ПАУ с высоким молекулярным весом ($M > 200$, число бензольных колец ≥ 4) образуются в результате процессов высокотемпературного горения, многие из них являются и канцерогенными, и мутагенными веществами [7]. Флуорантен, пирен и бенз(а)антрацен присутствовали в тканях всех исследованных рыб, наряду с бенз(б)флуорантеном, бенз(к)флуорантеном и бенз(ɡ,һ,і)периленом (для печени). Концентрации некоторых ПАУ (хризен, бенз(а)пирен, индено(1,2,3-сd)пирен, дибенз(а,һ)антрацен), найденные в рыбах Баренцева моря, очень низкие (менее предела обнаружения метода анализа). Так как известно, что эти соединения не подвержены относительно быстрой биотрансформации и выведению из организма рыб [7]. Вероятно, что распределение этих высокомолекулярных ПАУ связано с уровнями их содержания в морской среде и сезонными особенностями питания рыб [16].

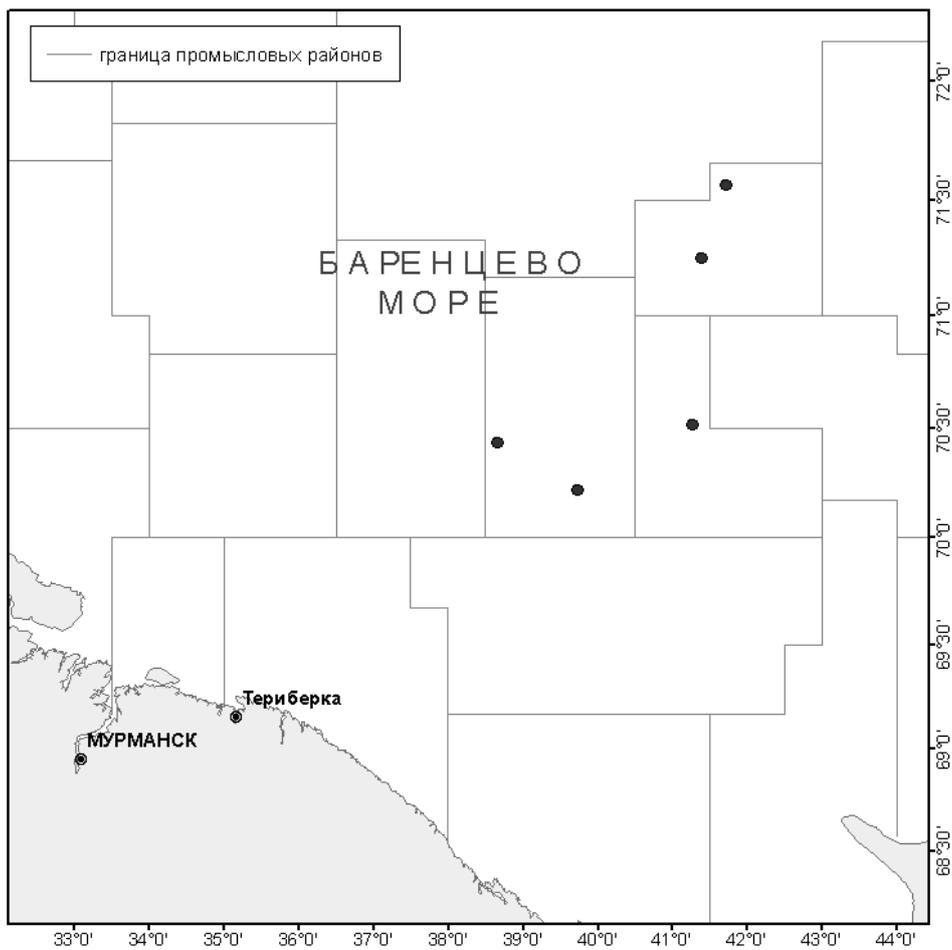


Рис. 1. Станции отбора проб рыбы

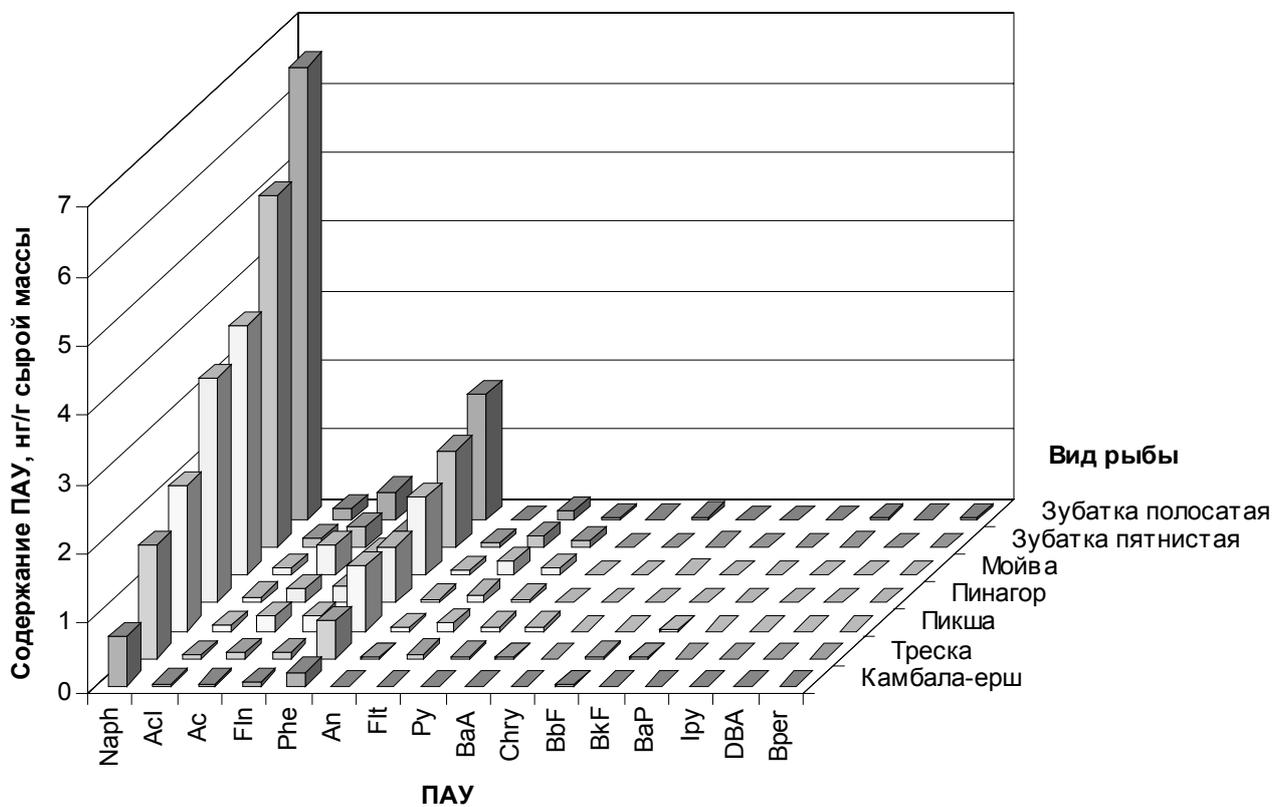


Рис. 2. Содержание ПАУ в мышцах рыб

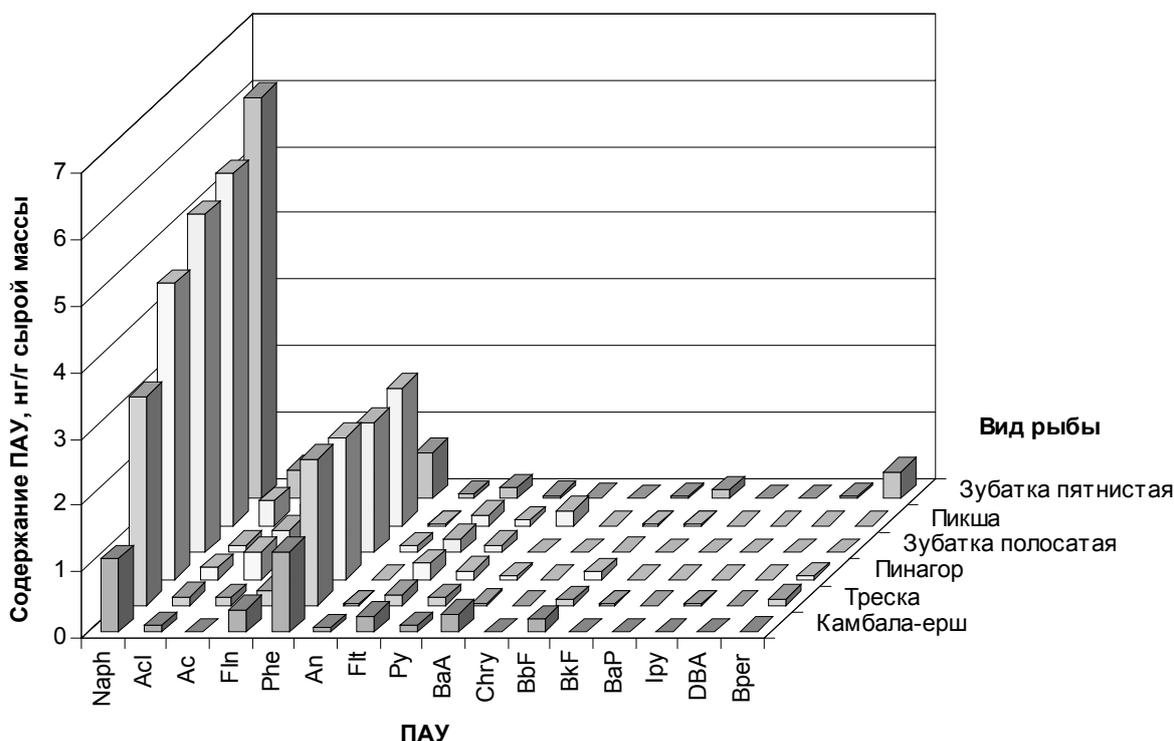


Рис. 3. Содержание ПАУ в печени рыб

Полученные в настоящем исследовании значения среднего содержания Σ ПАУ (таблица) и их отдельных конгинеров в мышцах (2,33-16,6 нг/г сырой массы) и в печени (7,81-19,2 нг/г сырой массы) рыб были ниже, чем уровни ПАУ в рыбах Северной Атлантики и Баренцева моря, найденные ранее. Например, сообщались следующие максимальные концентрации ПАУ: 300 нг/г в мышцах зубатки пятнистой [18] и 68 нг/г в печени трески [10]. Наибольшее среднее содержание Σ ПАУ было найдено в мышечной ткани зубатки полосатой и печени пикши. Самые низкие концентрации обнаружены в камбале-ерше.

Содержание Σ ПАУ (среднее значение) и относительное содержание канцерогенных ПАУ в рыбах Баренцева моря

Вид рыбы (количество экземпляров)	Σ ПАУ, нг/г сырой массы		Канцерогенные ПАУ, %	
	Мышцы	Печень	Мышцы	Печень
Треска <i>Gadus morhua</i> (25)	2,58	6,41	2,52	2,48
Пикша <i>Melanogrammus aeglefinus</i> (22)	3,79	9,15	2,16	3,02
Камбала-ерш <i>Hippoglossoides platessoides</i> (3)	1,11	3,67	2,70	12,8
Зубатка полосатая <i>Anarhichas lupus</i> (1)	9,35	8,13	0,86	0,12
Зубатка пятнистая <i>Anarhichas minor</i> (1)	7,48	8,95	0,40	2,79
Мойва <i>Mallotus villosus</i> (20)	5,99	-	0,50	-
Пинагор <i>Cyclopterus lumpus</i> (3)	4,83	8,02	0,21	1,87

Среднее относительное содержание канцерогенных ПАУ было выше в тканях трески, пикши и камбалы-ерша. Однако эти соединения содержатся в исследованных органах и тканях в незначительном количестве, за исключением печени камбалы-ерша – около 13 % (см. таблицу). Результаты анализов также свидетельствуют о том, что не у всех видов рыб Баренцева моря ткань с более высоким содержанием жира является местом накопления ПАУ.

В настоящее время количественная информация об уровне содержания ПАУ в рыбе, который был бы опасен для человека при употреблении ее в пищу, отсутствует. Также в России не существует нормирования содержания ПАУ в сырой рыбе, лимитируется только содержание бенз(а)пирена в продуктах копчения [19]. На основе сообщений для загрязненных районов Мирового океана, где найденные значения ПАУ значительно выше представленных [5, 8, 17], можно утверждать, что современные уровни содержания ПАУ в промысловых рыбах Баренцева моря не несут какого-либо вреда другим компонентам морской экосистемы и здоровью человека. Полученные результаты исследований содержания ПАУ в тканях и органах рыб могут использоваться для оценки влияния этого класса загрязняющих веществ на состояние водных биологических ресурсов.

Библиографический список

1. Aas E., Baussant T., Balk L., Liewenborg B., Andersen O. PAH metabolites in bile, cytochrome P4501A and DNA adducts as environmental risk parameters for chronic oil exposure: a laboratory experiment with Atlantic cod. *Aquat. Toxicol.* 2000. V. 51. P. 241-258.
2. Neff J.M. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Aquatic Environment – Source, Fate and Biological Effects. Applied Science Publishers Ltd, Essex, London, UK, 1979. 262 pp.
3. Klaassen C.D. Casarett and Doull's Toxicology: The Basic Science of Poisons (5th ed.). McGraw Hill, New York. 1996. 920 pp.
4. Mathieu A., Payne J.F., Fancey L.L., Santella R.M., Young T.L. Detection of aromatic hydrocarbon-DNA adducts in beluga whales from the Arctic Ocean. *Marine Environmental Research.* 1998. V. 46, pp. 360-361 (abstract).
5. Collier T.K., Johnson L.L., Stehr C.M., Myers M.S., Stein J.E. A comprehensive assessment of the impacts of contaminants on fish from an urban waterway. *Marine Environmental Research.* 1998. V. 46, pp. 243-247.
6. Johnson L.L., Casillas E., Collier T.K., Stein J.E., Varanasi U. Contaminant effects on reproductive success in selected benthic fish. *Marine Environmental Research.* 1993. V. 35, pp. 165-170.
7. Deb S.C., Araki T., Fukushima T. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Fish Organs. *Marine Pollution Bulletin.* 2000. V. 40. N 10, pp. 882-885.
8. Pointet K., Milliet A. PAHs analysis of fish whole gall bladders and livers from the Natural Reserve of Camargue by GC/MS. *Chemosphere.* 2000. V. 40, pp. 293–299.
9. Lewis M.A., Scott G.I., Bearden D.W., Quarles R.L., Moore J., Strozier E.D., Sivertsen S.K., Dias A.R., Sanders M. Fish tissue quality in near-coastal areas of the Gulf of Mexico receiving point source discharges. *Science of the Total Environment.* 2002. V. 284, pp. 249-261.
10. Hellou J., Payne J.F. Polycyclic aromatic compounds in Northwest Atlantic Cod (*Gadus morhua*). *Environmental Pollution.* 1994. V. 84, N 2, pp. 197-202.
11. WHO. Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons. Environmental Health Criteria 202, World Health Organization, Geneva. 1998.
12. IARC. Monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans: polynuclear aromatic hydrocarbons. WHO, Lyon (France). 1983. V. 32.
13. ICES. Report of the ICES Advisory Committee 2008. ICES Advice 2008. Book 1. Introduction, Overviews and Special Requests, 2008. pp. 243-278.
14. Metcalfe C., Metcalfe T., Ray S., Paterson G., Koenig B. Polychlorinated biphenyls and organochlorine compounds in brain, liver and muscle of beluga whales (*Delphinapterus leucus*) from the Arctic and St. Lawrence estuary. *Marine Environmental Research.* 1999. V. 47, pp. 1-15.
15. ATSDR. Toxicological Profile for Polycyclic Aromatic Hydrocarbons. Agency for Toxic Substances and Disease Registry. US Department of Health and Human Services, Washington, DC. 1990.
16. Kiceniuk J.W., Holzbecher J., Chatt A. Extractable organohalogens in tissues of beluga whales from the Canadian arctic and the St. Lawrence estuary. *Environmental Pollution.* 1997. V. 97, pp. 205-211.
17. DouAbul A.A.-Z., Abaychi J.K., Al-Edanee T.E., Ghani A.A., Al-Saad H.T. Polynuclear aromatic hydrocarbons (PAHs) in fish from the Arabian Gulf. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology.* 1987. V. 38, pp. 546-552.
18. Доклад о состоянии и охране окружающей среды Мурманской области в 2003 году. Управление природных ресурсов и охраны окружающей среды МПР России по Мурманской области. Мурманск, 2004. 138 с.
19. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01). М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.

POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN THE BARENTS SEA COMMERCIAL FISHES

A.Yu. Zhilin

FGUP «The Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO),
Murmansk, Russia

Muscles and livers of cod, haddock, long rough dab, catfish, spotted wolffish, capelin and lumpfish from the Barents Sea were analysed for 16 polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs). The range of total average PAH concentrations in individual organs were: 1,11-9,35 (muscle tissue) and 3,67-9,15 (liver) in ng/g of wet weight. Naphthalene and phenanthrene were predominant PAH present in samples. The highest total concentrations of PAH in the muscle were found in spotted wolffish and catfish. Higher contaminant concentrations were found in the livers of haddock. Feeding habits and migration patterns are likely explanations for this observed inter-species variation.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ПОПУЛЯЦИИ КАСПИЙСКОГО ТЮЛЕНЯ

В.Ф. Зайцев, Э.И. Мелякина, Л.Ю. Ноздрина

ФГОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет», Астрахань, Россия

Каспийский тюлень – это единственное морское млекопитающее на Каспии, уникальный эндемичный вид, который занесен в Красную книгу Международного союза охраны природы как вид, находящийся под угрозой. Тюлень является вершиной трофической пирамиды на Каспии, и состояние этой популяции может служить индикатором благополучия всей экосистемы большого региона.

Тюлень, обитающий в Каспийском море, является единственным живущим здесь морским млекопитающим. В нашей стране обитают два вида из подрода кольчатых нерп, и каспийский тюлень (*Phoca caspica*) — один из них, обитающий во внутренних водах (второй вид — это байкальская нерпа *P. sibirica*).

Географическое распространение каспийского тюленя ограничено Каспийским морем. Это подтверждает его автохтонное происхождение. Животные встречаются по всему Каспию, от прибрежных районов Северного Каспия до берегов Ирана, как в очень мелководных районах, так и в зоне больших глубин.

Как у всех полуводных животных, стадии размножения и питания резко дифференцированы. Каспийский тюлень биологически связан со льдами, на которых размножается, выкармливает детенышей и линяет. Ареал размножения обуславливается ледовитостью и может варьировать в зависимости от льдообразования в западной или восточной части Северного Каспия. Нагульный ареал ежегодно изменяется, в зависимости от распределения пищевых организмов, килек.

Каспийский тюлень каждый год предпринимает перемещения с севера на юг в конце весны и обратно с юга на север в начале осени. Животные мигрируют большей частью разреженными немногочисленными группами. Постоянных путей к югу и назад на север, вероятно, не существует.

Предпочитает держаться в области умеренно-холодных вод, поверхностная температура которых не превышает 20 °С. Способен выдерживать прогрев воды до +25-30 °С в летнее время. Зимой нормально существует при любой минусовой температуре (пагетодный вид).

Животные перемещаются в поверхностном слое воды. Встречаются как в мелководной части Северного Каспия, так и в глубоководных районах Среднего и Южного Каспия (до 100-метровой изобаты). Способны при добывании пищи погружаться на глубину до 80 м.

Увеличение глубин, в связи с подъемом уровня моря, в последние годы сказалось на использовании временных убежищ тюленя – ледовых и островных станций. Островные лежбища в Южном Каспии значительно сократились, а комплекс шалыг (затопляемых островов) на восточном мелководье Северного Каспия, который в предзимний период принимает большую часть популяции, периодически меняет свою конфигурацию и расположение (из-за изменения глубин моря).

С увеличением глубин в ранее традиционных районах зимних залежек тюленя (банки Ракушечная, Большая Жемчужная и Кулалинская) сделалось невозможным образование полей льда с торосами и стамухами, предотвращающими динамическое воздействие среды на залежки приплода. Ареал размножения тюленя постепенно переместился в северо-восточные районы Северного Каспия, где глубины в настоящее время не превышают 5 м.

В современный период каспийский тюлень сталкивается с многочисленными угрозами. Чрезмерная эксплуатация популяции тюленя промыслом в прошедшем столетии привела к существенному сокращению численности популяции, сокращение и исчезновение мест обитания из-за усиливающейся антропогенной нагрузки и аномально теплых зим подрывают возможность достижения популяцией тюленя стабильного уровня развития. Виды-вселенцы, болезни, загрязнение и другие факторы не способствуют устойчивому состоянию популяции вида. В таких условиях необходима как можно более точная оценка текущего размера популяции и количества самок, принимающих участие в размножении. Это является необходимым условием для реализации плана действий по охране каспийского тюленя и для оценки возможных последствий влияния факторов, представляющих угрозу для этого вида (Сокольский А.Ф. и др., 1998).

Предполагается, что каспийские тюлени имели высокую численность популяции – около 1 млн особей в конце XIX столетия. Однако вид был объектом интенсивной охоты в течение всего XX в. и, как предполагается, был «угнетаемым» видом.

Современная численность каспийского тюленя является результатом долговременного спада за последние 100 лет. Основным фактором спада был хищнический промысел, который вызвал быстрое снижение числа тюленей в середине 1960-х гг.. Хотя коммерческая охота была официально закрыта в 1996 г., с тех пор происходит ежегодная добыча для «научных целей» (Sokolskii A.F., 2004). Кроме того, на спад численности повлияли низкие показатели плодовитости.

Исследования этих лет ставили перед собой важную задачу определения причин массовой гибели каспийских тюленей, случавшихся по всей акватории Каспийского моря в 1997, 2000 и 2001 гг.

Наиболее крупный выброс туш мертвого тюленя на островах по северу моря и на его побережье наблюдался в 2000 г., когда погибло по одним данным более 20000 животных, по другим – до 30000. Дальнейшие исследования выявили, что основной причиной гибели стала вспышка заболевания – чума плотоядных. Однако столь массовую гибель спровоцировало прежде всего сочетание неблагоприятных экологических условий в периоды размножения и линьки и высокий уровень токсичных загрязнений.

Бактериологические и вирусологические исследования в 1997 г. показали, что в мозгу мертвых каспийских тюленей содержится новый штамм вируса собачьей чумки, так называемой CDV. Он же послужил причиной массовой смертности тюленей в 2000 г. Анализ результатов эпидемиологических исследований тюленей из Северо-Западного Каспия за 1993-1998 гг. позволили предположить, что CDV был неактивной формой до 1997 г. Многолетние данные с 1978 г. показывают, что уровень смертности тюленей примерно постоянен на протяжении больших промежутков времени, но каждые несколько лет происходит резкое увеличение смертности (Eybatov et al., 1997).

У каспийского тюленя в тканях тела отмечается накопление нефти и ее фракций. Принято считать, что тюлени являются наиболее чувствительными к нефтяному загрязнению животными из всех организмов морской биоты. Изолирующие функции наружных покровов нарушает даже очень кратковременный контакт с нефтепродуктами и нередко заканчивается гибелью тюленей.

Большой урон популяции каспийского тюленя помимо нефтеуглеводородов оказывают пестициды и тяжелые металлы. Считается, что именно их повышенная концентрация в воде Каспийского моря послужила толчком к гибели морского зверя в апреле 2000 г. На востоке Северного Каспия в районе Зюйд-вестовой шалыги началась массовая гибель тюленей, в основном это были неполовозрелые особи.

Патологоанатомические исследования показали, что у 70 % животных имелись нарушения иммунной системы (Иванов В.П., Сокольский А.Ф., и др., 2000). Токсикологический анализ выявил значительные уровни накопления хлорорганических пестицидов и тяжелых металлов в тканях и органах погибших особей, что говорило о хроническом токсикозе животных, ведущем к ослаблению иммунитета и провоцированию заболеваний.

Также по данным исследований, в популяции каспийского тюленя диагностировано заболевание сложной комбинированной инфекцией – бактериальными пастереллезом и сальмонеллезом в сочетании с вирусной инфекцией – чумой плотоядных. При этом последняя является основной причиной гибели животных, тогда как бактериальные заболевания развиваются как вторичные инфекции.

Толчком к развитию заболеваний в 2000 г. могли послужить крайне неблагоприятные условия зимы. Существенно сокращенный период ледостава превысил экологические пределы существования вида. Линька животных происходила в условиях большой скученности на шалыгах, расположенных вдоль восточного побережья, периодическое затопление которых под влиянием нагонов усугубляло плохое состояние линяющих тюленей. Высокая концентрация тюленей на островах привело к благоприятным условиям для зарождения эпидемии и скорого распространения инфекции в чрезмерно уплотненной популяции, находившейся, кроме того, в ослабленном состоянии (Захарова Н. А., 2003).

С 1996 г. каспийский тюлень входит как «уязвимый» вид в список Международного союза охраны природы (IUCN). Статус каспийского тюленя был заново оценен в 2006 г. в связи с пересмотром критериев для внесения в список «уязвимых» видов в 2001 г., и вид по-прежнему входит в группу «угрожаемых» (treatment) видов и относится к «уязвимым» (vulnerable).

Библиографический список

1. Захарова Н.А. Уровень накопления и влияние ряда токсикантов на состояние популяции каспийского тюленя: Дис. ... канд. биол. наук: 03.00.32. Астрахань, 2003. 129 с.
2. Иванов В.П., Сокольский А.Ф. Научные основы стратегии защиты биологических ресурсов Каспийского моря от нефтяного загрязнения. Астрахань: изд-во КаспНИРХ, 2000. 180 с.
3. Сокольский А.Ф. и др. Промысловый запас и состояние популяции тюленя в Волго-Каспийском бассейне // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Астрахань, 1998. С. 99-115.
4. Eybatov T.M. Caspian seal mortality in Azerbaijan. In: Dumont H, Wilson S, Wazniewicz B (eds) Caspian environmental program (Proceedings from the First Bio-Network Workshop). World Bank, Bordeaux, 1997. P. 95-100.
5. Sokolskii A. F. Monitoring of seal population condition in Kazakhstanian sector of Northern Caspian. Report to Agip KCO on scientific research work. Astrakhan, 2004. P. 45-50.

ENVIRONMENTAL ISSUES CASPIAN SEAL POPULATION

V.F. Zaitsev, E.I. Melyakina, L.Y. Nozdrina

Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

Caspian seal – this is the only marine mammal in the Caspian Sea, a unique endemic species, which is listed in the Red Book of World Conservation Union as a species under threat. Seal is the top of the food pyramid on the Caspian, and the status of this population may be an indicator of well-being of the entire ecosystem of a large region.

МЕТОДЫ РАСЧЕТА НОРМЫ ГОДОВОГО СТОКА ВЗВЕШЕННЫХ НАНОСОВ

О.Г. Ковалевич

ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

Рассматриваются основные методы расчета нормы годового стока взвешенных наносов.

Основной расчетной характеристикой стока наносов, используемой при проектировании водохранилищ, каналов и других гидротехнических сооружений, является средняя многолетняя величина или норма стока наносов. Наиболее распространенными являются методы, основанные на зависимости расходов взвешенных наносов от расходов воды $R = F(Q)$. Это связано с тем, что период наблюдений над стоком воды значительно продолжительнее периода наблюдений над стоком наносов и норма стока воды определяется с достаточной точностью.

Точность определения величины среднего многолетнего стока зависит от длительности периода наблюдений. Чем длиннее ряд наблюдений, тем с большей уверенностью можно сказать, что вычисленная средняя многолетняя величина стока взвешенных наносов будет ближе к действительной. Поэтому при ее расчетах часто прибегают к удлинению имеющихся рядов наблюдений.

Существует ряд способов приведения коротких рядов к длинным. При этом часто применяемыми в практике являются следующие методы:

- метод отношений расходов воды и наносов за короткий и длинный период наблюдений;
- метод, основанный на связи между средними расходами воды и наносов за различные периоды: сутки, декаду, месяц, сезон, год;
- метод аналогов;
- метод Г.В. Лопатина (метод модульных коэффициентов);
- метод Г.П. Иванова с использованием теоретической кривой обеспеченности;
- графоаналитический метод (способ Г. А. Алексеева).

Подробная характеристика перечисленных выше методов приведена в ряде работ: Г.В. Лопатина (1952), Г.И. Шамова (1959), В.В. Лебедева (1952), Г.А. Алексеева (1960, 1963, 1964) и др.

1. Метод отношений

Для определения расходов взвешенных наносов аналитически по методу отношений используется следующее соотношение:

$$\frac{Q_{cp}}{Q_0} = \frac{R_{cp}}{R_0},$$

где Q_{cp} и R_{cp} – средние расходы соответственно воды и наносов за совместный период наблюдений; Q_0 и R_0 – норма стока воды и искомая норма взвешенных наносов.

Отделенная по формуле величина R_0 может считаться расчетной только в том случае, если период наблюдений охватывает средние по водности годы или близкие к нему. Если же период наблюдений над сроком наносов охватывает только маловодные или многоводные годы, использовать эту зависимость не рекомендуется.

2. Метод, основанный на графической связи $R = F(Q)$ за различные периоды.

Наиболее известным и распространенным способом приведения к длительному периоду является построение связи расходов воды и наносов $R_e = F(Q_e)$.

Анализ таких зависимостей и их сопоставление проведены К.С. Кабановой (1933, 1952). Теснота их увеличивается при увеличении периода осреднения, наиболее устойчивая связь получается для средних годовых расходов воды и наносов, которая широко используется в практике расчетов как для равнинных, так и для горных рек. В общем виде зависимость между средними годовыми расходами воды и наносов записывается в виде $R_e = Q_e^m$.

По исследованиям Н.И. Маккавеева (1955), величина показателя степени m колеблется в значительных пределах от 1,5-2 до 3 и более. Это свидетельствует о том, что зависимость $R = F(Q)$ не является прямолинейной. Однако на практике не всегда удается обосновать проведение криволинейной линии связи. При коротких рядах наблюдений и значительном разбросе точек проводится обычно прямолинейная линия связи.

В отношении степени кривизны линии связи $R = F(Q)$ существует ряд суждений. Так, Г.В. Лопатин, Г.И. Шамов, К.П. Воскресенский считают, что для малых рек, особенно горных, зависимость носит криволинейный характер, а для больших и средних рек в большинстве случаев – прямолинейный.

При получении удовлетворительной прямолинейной связи $R = F(Q)$ норма стока взвешенных наносов R_0 определяется непосредственно по величине среднего многолетнего стока воды Q_0 .

При криволинейном характере связи $R = F(Q)$ по годовым величинам стока воды восстанавливаются годовые значения расходов взвешенных наносов и по этим значениям определяется норма стока наносов (как среднее арифметическое из всех наблюдаемых и восстановленных).

3. Метод аналогов.

Выбор реки аналога производится на основании анализа и сравнения условий формирования стока наносов (рельеф, почвы, климат, залесенность, заболоченность, распаханность и т.д.) и морфометрических характеристик бассейнов рек. Для выбранных пунктов строятся кривые зависимости $R = F(R_{анал.})$ за период параллельных наблюдений и по известной норме стока наносов реки-аналога определяется величина среднего многолетнего расхода наносов для пункта с коротким рядом наблюдений.

4. Метод Г.В. Лопатина (метод модульных коэффициентов).

Г.В. Лопатин (1952) установил типовую связь между модульными коэффициентами годового стока воды q и наносов r , представленную тремя линиями (для различных типов рек – горные, равнинные, промежуточные).

Норма стока наносов определяется по формуле:

$$R_0 = \frac{\frac{R_1}{r_1} + \frac{R_2}{r_2} + \frac{R_3}{r_3} + \dots + \frac{R_n}{r_n}}{n},$$

где R_1, R_2, R_3, R_n – средние годовые расходы взвешенных наносов для отдельных лет короткого периода наблюдений за стоком наносов; r_1, r_2, r_3, r_n модульные коэффициенты стока наносов, снятые с расчетного графика $r = F(q)$ по величинам модульных коэффициентов стока воды, вычисленных за годы наблюдений над стоком наносов; n – число лет наблюдений за стоком взвешенных наносов.

Упрощенная формула имеет вид:

$$R_0 = \frac{R_n}{r_n},$$

где R_n – средний расход взвешенных наносов за период наблюдений; r – модульный коэффициент стока взвешенных наносов за период наблюдений, снятый с расчетного графика; значение его соответствует значению модульного коэффициента стока воды, определенного за тот же период наблюдений.

5. Метод Г.П. Иванова.

Метод Г.П. Иванова основан на допущении равенства обеспеченности расходов взвешенных наносов и расходов воды.

Вычисление средней многолетней величины стока наносов производится следующим образом:

По средним годовым расходам воды за ряд лет определяется коэффициент вариации средних годовых расходов воды C_{Vq} . По соотношениям Г.В. Лопатина (1952) определяется коэффициент вариации средних годовых расходов взвешенных наносов C_{VR} . Принимая C_s – параметр асимметрии равным $2 C_{VR}$, строится теоретическая кривая обеспеченности модульных коэффициентов стока наносов. Определяется обеспеченность среднего годового расхода воды (для года, по которому имеется расход взвешенных наносов). Эта же обеспеченность принимается и для расхода взвешенных наносов соответствующего года. По кривой обеспеченности определяется модульный коэффициент, соответствующий полученному проценту обеспеченности, исходя из того, что модульный коэффициент

$r_i = \frac{R_i}{r_0}$ определяем $R_0 = \frac{R_i}{r_i}$. Если имеются наблюдения над стоком наносов более чем за один

год, т.е. $R_1, R_2, R_3, \dots, R_n$, и соответствующие средние годовые расходы воды $Q_1, Q_2, Q_3, \dots, Q_n$, тогда определяются проценты обеспеченности $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$ приведенных средних годовых расходов и по кривой обеспеченности определяются модульные коэффициенты $r_1, r_2, r_3, \dots, r_i$, соответствующие процентам обеспеченности $P_1, P_2, P_3, \dots, P_n$.

Средняя многолетняя величина расхода взвешенных наносов определяется по формуле:

$$R_0 = \frac{\frac{R_1}{r_1} + \frac{R_2}{r_2} + \frac{R_3}{r_3} + \dots + \frac{R_n}{r_n}}{n},$$

где n – число лет наблюдений.

6. Графоаналитический метод (способ Г.А. Алексеева).

В настоящее время широко используется графоаналитический способ приведения основных параметров различных элементов (сток, осадки и т.д.) – нормы, коэффициентов вариации и асимметрии к многолетнему периоду, разработанный Г.А. Алексеевым (1960, 1963, 1964). Графоаналитический способ приведения к длинному периоду основных параметров годового стока взвешенных наносов был применен Н.Н. Бобровицкой (1968).

Сущность этого метода заключается в следующем. По многолетним данным о стоке воды строится эмпирическая кривая обеспеченности. Обеспеченность эмпирических точек рекомендуется определять по формуле Н.Н. Чегодаева.

По кривой обеспеченности определяются расходы воды трех обеспеченностей: $Q_{5\%}$, $Q_{50\%}$ и $Q_{95\%}$. Имея достаточно тесную связь $R_z = F(Q_z)$, снимаем значения $R_{5\%}$, $R_{50\%}$ и $R_{95\%}$ обеспеченности по полученным соответственно выше величинам $Q_{5\%}$, $Q_{50\%}$ и $Q_{95\%}$.

По вычисленным $R_{5\%}$, $R_{50\%}$ и $R_{95\%}$ и определяются средние параметры стока взвешенных наносов C_{VR} , R_{cp} и C_{sR} , причем используется наиболее распространенная биномиальная кривая обеспеченности. Все указанные выше методы применялись для определения нормы стока взвешенных наносов р. Раздольная у с. Тереховка и р. Артемовка у с. Штыково. Ряды наблюдений можно считать репрезентативными, так как на графике связи расходов воды и наносов точки расположены достаточно равномерно, величины расходов наносов имеются в диапазоне изменений расходов воды обеспеченностью от 3 до 97 %. За основную величину нормы взвешенных наносов R_0 , принято среднее арифметическое ее значение.

Остальные методы расчета дают с этой величиной хорошую сходимость.

Значения R_0 , вычисленные как среднее арифметическое, приняты за расчетные, остальные методы дают величину R_0 с отклонением от принятой величины не более $\pm 20\%$, следовательно, могут быть рекомендованы для использования.

Относительная средняя квадратическая ошибка вычисления нормы стока взвешенных наносов определялась по формуле:

$$\varepsilon_{R_0} = \frac{100 \cdot \sigma_R}{R_0 \sqrt{n}},$$

где ε_{R_0} – относительная средняя квадратическая ошибка, %; n – число лет наблюдений; σ_R – среднее квадратическое отклонение.

Среднее квадратическое отклонение рассчитывается по формуле:

$$\sigma_R = \frac{R_{5\%} - R_{95\%}}{\Phi_{5\%} - \Phi_{95\%}}.$$

Точность определения R_0 достаточна, если допустимые значения $\varepsilon_{R_0} < 10\%$.

Библиографический список

1. Степанова А.И. Исследования условий формирования и режима стока наносов рек бассейна Тихого океана в пределах Советского Дальнего Востока. 1971.
2. Степанова А.И. Сток наносов рек Приморского края // Тр. ГГИ. 1968. Вып. 156.
3. Указание по расчету стока наносов. ВСНО. 1-73. М.: Гидрометеиздат, 1974.
4. Шамов Г.И. Речные наносы. М.: Гидрометеиздат, 1974.

METHODS OF NORM CALCULATION OF ANNUAL DRAIN OF DEPOSITS

O.G. Kovalevich

Far-Eastern State Technical Fishery University (Dalrybvtuz), Vladivostok, Russia

In the report the basic methods of norm calculation of the annual drain of deposits are considered. The basic estimation of a drain of the deposits, at designing of reservoirs, channels and other hydraulic engineering structures is the average long – term size or "the norm" of a drain of deposits. The most wide-spread methods are based on the dependence of deposits usage from water usage. It is connected by that the period of supervision over a drain of water is much longer than the period of supervision over a drain of deposits and the norm of a water drain is estimated with sufficient accuracy.

РАДИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ**Л.В. Кучеренко*, Н.Ф. Мазур*, О.С. Юрченко****

*ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

**ФГУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Приморском крае», Владивосток, Россия

Рассмотрены вопросы радиационной безопасности окружающей среды. Приведена методика применения радиометрического метода исследования радиационной безопасности. Определены количественные оценки удельной активности радионуклидов в морской воде и морепродуктах.

Мировой океан оказывает огромное влияние на климат планеты и населяющий ее животный и растительный мир. Естественные радиоактивные элементы приносятся в океан различными стоками, ветром и атмосферными осадками, а также возникают под действием космических лучей. С глубиной радиоактивность увеличивается, а в донных отложениях значительно повышена. Повышается радиоактивность также и вблизи берегов.

Прогрессирующее использование ядерной энергии в народном хозяйстве и ряде других областей деятельности человека нередко связано с удалением в окружающую среду отходов, содержащих радиоактивные вещества, где загрязняющим фактором обычно являются искусственные радионуклиды. Однако в некоторых случаях загрязнение объектов окружающей среды происходит за счет техногенного поступления естественных радиоактивных веществ.

Обеспечение радиационной безопасности населения от воздействий ионизирующей радиации, обусловленной загрязнением окружающей среды радиоактивными веществами, достигается путем выполнения требований санитарного законодательства. Своевременность и полнота соблюдения требований санитарного законодательства осуществляется путем предупредительного санитарного контроля. Предупредительный санитарный контроль играет решающую роль, главным образом, в период проектирования и строительства ядерных установок и устройств, а также учреждений, использующих изотопы в своей производственной деятельности и являющихся потенциальными источниками загрязнения. Основной задачей санитарного контроля является предупреждение загрязнения радиоактивными веществами объектов внешней среды при планируемом их удалении, а также прогнозируемой дозой нагрузки на население при несанкционированном поступлении радиоактивных веществ в окружающую среду.

Особое место в проблеме обеспечения радиационной безопасности населения занимает гигиеническая оценка содержания радионуклидов в гидробионтах. Содержание радиоактивных элементов в морской воде не регламентируется, поэтому по результатам многолетних исследований были установлены среднесуточные значения содержания радионуклидов в прибрежных водах Приморского края. Попадая в морскую среду, радиоактивные вещества накапливаются на растительных и животных организмах. Вместе с продуктами промысла они могут поступать в организм человека как конечное звено многочисленных пищевых цепочек. В формировании пищевого баланса жителей Приморского края значительную часть составляет продукция, производимая из промысловых рыб и нерыбных объектов промысла Тихого океана и его морей, в особенности Японского моря и его заливов. В этой связи гигиеническая оценка содержания радионуклидов в рыбном сырье и других морепродуктах имеет большое значение.

Среди большого числа загрязняющих море радиоизотопов наибольшее значение в радиационно-гигиеническом аспекте имеют цезий-137 и стронций-90. Благодаря своим химическим свойствам, цезий и стронций хорошо резорбируются в организм и концентрируются в критических тканях, избирательно накапливающих соответствующий радионуклид. Например, для стронция-90 критическим органом является костная ткань, для цезия-137 – ткани, в которых значительное содержание калия, – это мышцы и внутренние органы. Именно поэтому в основу радиационного контроля гидробионтов положено определение содержания цезия-137 и стронция-90.

Цезий-137 образуется при делении ядер атомов тяжелых элементов при ядерных реакциях на АЭС и при взрывах, а также при помощи ускорителей заряженных частиц. Промышленное получение цезия осуществляют выделением из смеси осколочных продуктов различными методами. В растворе продуктов деления урана двухгодичной давности содержание цезия-137 составляет 4,85 %, в растворе пятилетней давности – 15,2 % суммарной активности. В свежих продуктах деления урана содержится до 6 % изотопов цезия. Он применяется в химических и радиобиологических исследованиях, в дефектоскопии. В радиационной технологии цезий-137 используют в качестве источника альфа-излучения. Период полураспада цезия-137 составляет 30,1 года, максимальная энергия альфа-частиц – 514 кэВ, гамма-квантов – 661 кэВ. В небольших количествах радиоактивные изотопы цезия содержатся практически во всех объектах внешней среды.

Стронций-90 как аналог кальция активно участвует в обмене веществ растений и животных. Из стратосферы стронций в виде глобальных выпадений попадает на почву, в растения стронций может поступать непосредственно при прямом загрязнении листьев из почвы через корни. Относительно большое количество радионуклидов накапливают бобовые и злаки. Стронций образуется при делении урана в ядерно-энергетических установках и при взрывах. Благодаря медленному распаду относительное содержание стронция-90 в смеси продуктов деления урана постепенно увеличивается: через 3 месяца на долю стронция приходится около 13 % суммарной активности, через 15-20 лет – 25 %. В окружающую среду поступает стронций, образующийся в ядерных реакторах. Попадая в теплоноситель, он при очистке теплоносителя переходит в газообразные и жидкие отходы. В окружающую среду попадает стронций также в результате крупных ядерных испытаний и аварий на АЭС. Период полураспада стронция-90 составляет 28,1 года, он чистый бета-излучатель, средняя энергия бета-частиц – 196 кэВ.

Радиационный контроль пищевых продуктов для оценки уровня содержания цезия-137 и стронция-90 осуществляется согласно методическим указаниям [1]. Первичная подготовка проб к измерению включает обычную обработку пищевых продуктов на первом этапе приготовления пищи и измельчение их с целью усреднения пробы и увеличения ее массы. Пищевые продукты промываются проточной водой, измельчают с помощью ножа, мясорубки, терки и др. Вязкие продукты можно разбавить до нужной концентрации дистиллированной водой. Приготовление счетного образца зависит от используемого метода. В качестве радиометрических установок рекомендуется использовать сцинтилляционные и полупроводниковые гамма-спектрометры. В тех случаях, когда чувствительности гамма-спектрометра не хватает для получения достоверного результата в наливных пробах, производят термическое концентрирование (выпаривание, высушивание, обугливание или озоление). Минимальная измеряемая активность радионуклидов составляет от 0,1 до 1,0 Бк.

Методика измерения активности радионуклидов основана на регистрации спектров гамма-излучения, испускаемого исследуемым веществом [2]. Для регистрации гамма-излучения радионуклидов используется сцинтилляционный гамма-спектрометр на базе ПК с программным обеспечением «Прогресс», включающим: сцинтиллятор, фотоэлектронный усилитель (ФЭУ) с делителем высокого напряжения и спектрометрический импульсный усилитель (СИУ). В начале работы гамма-спектрометр прогревается и калибруется по энергии для определения фонового спектра. Результаты измерения активности образцов представляют собой активность радионуклида 1A и интервал неопределенности значений для доверительной вероятности $p = 0,95$, что может быть записано как $^1A_{\min} < ^1A_{\text{изм}} < ^1A_{\max}$. Определение бета-излучения производится по методике измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного бета-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс» [3].

Для измерения малых активностей нуклидов используется альфа-, бета-радиометр УМФ-2000 НПП «Доза». Радиометр предназначен для измерения как суммарной активности альфа-излучающих нуклидов образцов проб объектов окружающей среды, так и бета-излучающих нуклидов в счетных образцах из проб пищевых продуктов, почвы, воды. Радиометр состоит из устройства детектирования, управляющей части, активной защиты, электронной части, двухканального пересчетного устройства с таймером.

Контроль за радиационной безопасностью в конкретных видах продукции осуществляется отделом радиационной гигиены Центра гигиены и эпидемиологии в Приморском крае для оценки соответствия установленным гигиеническим нормативам на содержание цезия-137 и стронция-90.

С целью охраны прибрежных вод морей и охраны здоровья населения разработаны СанПиН 4631-88 «Санитарные правила и нормы охраны прибрежных вод морей от загрязнения в местах водопользования населения». Они имеют целью предупреждение и устранение существующего загрязнения морской воды, что может привести к развитию интоксикаций и снижению оздоравливающего эффекта морского водопользования населения, а также при использовании в пищу гидробионтов, рыб и рыбной продукции.

По результатам многолетних исследований были установлены среднемноголетние значения содержания радиоактивных элементов в прибрежных водах Приморского края. За период с 2000 по 2007 гг. лабораторией отдела радиационной гигиены Центра гигиены и эпидемиологии в Приморском крае было исследовано 194 пробы морской воды и установлены средне-статистические показатели активности природных и искусственных радионуклидов для прибрежных вод Приморского края (табл. 1).

Таблица 1

Среднестатистические показатели активности природных и искусственных радионуклидов для прибрежных вод Приморского края

Радионуклид	Максимум, Бк/л	Среднее, Бк/л
Удельная активность цезия-137	3,3	0,87
Удельная активность стронция-90	9,2	1,54
Общая активность бета-излучающих радионуклидов	19,6	6,90

За период с 2006 по 2008 гг. было исследовано 59 проб морской воды. В пробах морской воды определялись показатели радиоактивного загрязнения: искусственные радионуклиды цезий-137 и стронций-90, общая активность бета-излучающих радионуклидов. Количество исследованных проб морской воды на радиоактивные вещества по годам приведено в табл. 2.

Таблица 2

Количество исследованных проб морской воды на радиоактивные вещества по годам

Наименование	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Вода морская	22	18	19

Результаты исследования проб морской воды по активности природных и искусственных радионуклидов и по суммарной бета-активности приведены в табл. 3. Сравнение соответствующих данных табл. 3 и табл. 1 позволяет утверждать, что все исследованные пробы морской воды по активности природных и искусственных радионуклидов и по суммарной бета-активности не превышают их среднестатистических значений для прибрежных вод Приморского края.

Таблица 3

Содержание радионуклидов в морской воде

Радионуклиды	2006 г.		2007 г.		2008 г.	
	Максимальное	Среднее	Максимальное	Среднее	Максимальное	Среднее
Удельная активность цезия-137, Бк/л	3,2	0,84	3,0	0,79	3,1	0,82
Удельная активность стронция-90, Бк/л	8,4	1,24	7,5	1,28	8,9	1,32
Общая активность бета-излучающих радионуклидов, Бк/л	18,5	6,8	16,4	6,4	16,7	6,2

Согласно [4] содержание цезия-137 в рыбе и рыбопродуктах не должно превышать 130 Бк/кг, стронция-90 – 100 Бк/кг, а в нерыбных объектах промысла – соответственно 200 Бк/кг и 100 Бк/кг.

За период с 2003 по 2007 гг. отделом радиационной гигиены Центра гигиены и эпидемиологии в Приморском крае исследовано 238 проб гидробионтов заливов, прилегающих к территории Приморского края. Активность счетных образцов измерялась на универсальном спектрометрическом комплексе «Гамма-плюс» с программным обеспечением «Прогресс». Результаты определения удельной активности рыбы и рыбопродуктов приведены в табл. 4.

Таблица 4

Удельная активность рыбы и рыбопродуктов

Год	Число проб	Цезий-137, Бк/кг		Стронций-90, Бк/кг	
		средняя	максимальная	средняя	максимальная
2003	38	0,64	8,34	0,52	13,52
2004	44	0,68	6,25	0,75	12,45
2005	52	0,92	6,98	0,98	9,87
2006	62	1,10	7,55	0,74	10,54
2007	42	0,53	2,55	0,55	8,92

Содержание радионуклидов в нерыбных объектах промысла (кальмаре, креветке, крабе, морской капусте) составляет: цезий-137 – от 1,49 Бк/кг до 2,47 Бк/кг, стронций-90 – от 3,15 до 3,15 Бк/кг.

При обследовании морских вод побережья Приморского края не выявлены опасные уровни радиоактивного загрязнения морской воды, рыбы и рыбопродуктов, гидробионтов. Содержание радиоактивных элементов в прибрежных водах Приморского края не превышает среднемноголетних значений. Результаты проведенного анализа показывают, что в настоящее время в санитарно-гигиеническом отношении содержание радионуклидов в исследованных гидробионтах зал. Петра Великого ниже уровней, допустимых для пищевой продукции. При потреблении рыбы и морепродуктов годовая эффективная доза внутреннего облучения у населения от техногенных источников не превышает основной дозовый предел, который составляет 1 мэв/год.

Библиографический список

1. Радиационный контроль. Стронций-90 и цезий-137. Пищевые продукты. Отбор проб, анализ и гигиеническая оценка: метод. указ. М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2003. 32 с.

2. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». М.: ГНМЦ «ВНИИФТРИ», 2005.
3. Методика измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного бета-спектрометра с программным обеспечением «Прогресс». М.: ГНМЦ «ВНИИФТРИ», 2005.
4. СанПиН 2.3.2.1078-01. «Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов».

RADIOMETRIC METHOD FOR THE STUDY OF RADIATION SAFETY

L.V. Kucherenko*, N.F. Mazur*, O.S. Yurchenco**

*Far-Eastern State Technical Fishery University (Dalrybvuz), Vladivostok, Russia

**FGUZ «Center for Hygiene and Epidemiology in Primorsky krai», Vladivostok, Russia

The paper discusses issues of radiation safety of the environment. The method of radiometric method of study of radiation safety. A quantitative assessment of the specific activity of radionuclides in seawater and seafood.

УДК 597-1.05:577.1(268.45)

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ И МИКРОЭЛЕМЕНТЫ В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

А.М. Лаптева

ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии им. Н.М. Книповича» (ФГУП «ПИНРО»), Мурманск, Россия

Представлены результаты содержания микроэлементов (медь, цинк, никель, хром, марганец, кобальт, железо, свинец, кадмий, мышьяк и ртуть) в 7 видах промысловых рыб (треска, пикша, морская камбала, камбала-ерш, пинагор, сайда, полосатая зубатка). Проведен анализ зависимости содержания веществ от места вылова рыбы, размера, возраста и типа питания. Отмечено, что у рыб, имеющих в рационе бентосные организмы, концентрации микроэлементов выше.

Главная масса живого вещества океана на 98,5 % состоит из кислорода, углерода и водорода. Остальные химические элементы присутствуют в гидробионтах в ничтожно малых концентрациях. Изучение содержания микроэлементов представляет большой интерес в связи с их способностью участвовать в водном, белковом, углеводном и липидном обменах в организме рыб. Определенные физиологические функции установлены даже для таких металлов, как Pb, Cd, Hg и As, традиционно считавшихся ядами, для живых организмов [1]. Знания о составе и количестве металлов в тканях промысловых рыб имеют важное практическое значение. Рыбы являются одним из компонентов пищевого рациона населения, и избыточное содержание металлов в рыбопродуктах в конечном итоге отражается на здоровье человека как потребителя продукции.

Цель настоящей работы – выявить общие тенденции содержания и распределения металлов и металлоидов (Cu, Zn, Ni, Cr, Mn, Co, Fe, Pb, Cd, As, Hg) в промысловых рыбах: треске *Gadus morhua morhua*, пикше *Melanogrammus aeglefinus*, сайде *Pollachius virens*, морской камбале *Pleuronectes platessa*, камбале-ерш *Hippoglossoides platessoides limandoides*, пинагоре *Cyclopterus lumpus* и полосатой зубатке *Anarhichas lupus*. Из исследованных в работе микроэлементов в России нормируются только свинец, кадмий, мышьяк и ртуть. Допустимые уровни содержания этих веществ в мышцах морских рыб составляют 1,00; 5,0; 0,2 и 0,5 мкг/г сырой массы соответственно. В печени морских рыб контролируются свинец, кадмий и ртуть, их предельное содержание не должно превышать 1,0; 0,7 и 0,5 мкг/г сырой массы [2].

Материалом исследований послужили мышцы и печень рыб, собранные в 2009 г. в рейсе научно-исследовательского судна «Ф. Нансен» ПИНРО в промысловых районах Баренцева моря. Подготовка и анализ проб была выполнена в соответствии с ГОСТ 26929-94 [3]. Анализ проб на содержание элементов проводился методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС) на приборе Shimadzu AA-6800, пламенным, электротермическим методом и методом гидридных паров (Hg), с использованием генератора гидридных паров HVG-1. Расчет полученных результатов, выполнялся с использованием t-критерия Стьюдента. Расчет концентраций металлов производился в мкг/г сырой массы.

Данные о среднем содержании веществ в гидробионтах представлены в таблице и на рисунках 1-3.

Среднее содержание микроэлементов в исследованных рыбах увеличивалось в приведенной последовательности: Fe (40,00) > Zn (7,60) > Cu (4,00) > As (3,30) > Mn (0,61) > Cr (0,52) > Ni (0,40) > Co (0,30) > Cd (0,24) > Pb (0,21) > Hg (0,03), мкг/г. В данном ряду очевидно преобладание в тканях баренцевоморских рыб железа, цинка, меди и мышьяка. Рассмотренная закономерность динамики химиче-

ского состава рыб характерна для представителей ихтиофауны. Железо, цинк и медь активно участвуют в процессах легочного и тканевого дыхания, а также в процессах кроветворения и синтезе гемоглобина. Средние концентрации нормируемых элементов (Pb, Cd, As, Hg) в исследованных рыбах находились в допустимых пределах и не превышали установленных нормативов.

Среднее содержание металлов в рыбах Баренцева моря, мкг/г сырой массы

Объект	Треска	Пикша	Камбала-ерш	Морская камбала	Пинагор	Сайда	Зубатка полосатая
Мышцы							
Cu	0,40±0,07	0,33±0,10	0,28±0,11	0,42±0,10	0,28±0,07	0,50±0,20	0,40±0,30
Zn	3,34±0,30	3,80 ±0,80	2,60±0,51	5,14±2,20	3,00±1,80	3,70±0,15	10,20±9,30
Ni	0,34±0,04	0,34±0,04	0,30±0,13	0,40±0,10	0,34±0,20	0,30±0,50	0,40±0,30
Cr	0,43±0,03	0,50±0,10	0,40±0,10	0,50±0,10	0,50±0,23	0,41±0,03	0,30±0,23
Mn	0,35±0,03	0,41±0,10	0,40±0,04	0,40±0,10	0,40±0,11	0,40±0,14	0,30±0,26
Co	0,21±0,05	0,23±0,04	0,23±0,13	0,30±0,10	0,25±0,16	0,30±0,50	0,12±0,02
Pb	0,30±0,10	0,30±0,10	0,30±0,10	0,30±0,20	0,40±0,22	0,30±0,20	0,30±0,20
Fe	4,06±0,60	5,00±0,64	3,70±0,70	4,30±1,14	3,31±1,12	5,21±1,50	5,70±4,20
Cd	0,010±0,002	0,010±0,007	0,006±0,005	0,03±0,02	0,002±0,001	0,01±0,03	0,01±0,00
As	3,81±1,90	4,70±2,00	0,42±0,31	0,20±0,05	0,13±0,08	0,12±0,05	6,60±5,20
Hg	0,04±0,02	0,023±0,008	0,010±0,008	0,10±0,08	0,02±0,02	0,01±0,02	0,112±0,006
Печень							
Cu	7,41±1,70	7,63±1,64	10,60±2,40	2,30±0,80	5,70±9,44	5,10±2,74	46,10±34,10
Zn	9,30±0,60	9,20±1,00	24,60±6,92	16,73±6,40	9,20±8,10	14,70±4,30	27,60±24,20
Ni	0,40±0,03	0,50±0,10	0,50±0,20	0,41±0,10	0,33±0,20	1,00±0,12	0,52±0,40
Cr	0,50±0,02	0,53±0,10	1,20±1,20	0,60±0,20	0,70±0,42	0,62±0,06	0,60±0,50
Mn	0,70±0,11	0,83±0,11	1,50±0,20	0,90±0,44	1,04±0,22	0,92±0,06	0,70±0,43
Co	0,230±0,005	0,22±0,04	0,50±0,20	0,60±0,20	0,30±0,10	0,60±0,50	0,30±0,20
Pb	0,12±0,04	0,14±0,06	0,34±0,20	0,30±0,20	0,70±0,40	0,70±0,20	0,30±0,20
Fe	25,82±3,60	30,50±4,90	73,90±27,62	84,30±24,50	10,70±3,10	15,30±5,32	76,20±35,90
Cd	0,20±0,04	0,200±0,060	0,500±0,130	0,44±0,20	0,30±0,20	0,50±0,11	0,11±0,10
As	3,10±1,33	4,91±2,10	3,60±2,90	2,20±1,80	0,20±0,008	0,30±0,12	4,11±3,20
Hg	0,021±0,006	0,02±0,002	0,05±0,04	0,03±0,02	0,020±0,008	0,031±0,003	0,04±0,00

Порядок распределения веществ в мышцах и печени рыб (см. таблицу) отличался по нескольким элементам:

- мышцы: Fe>Zn>As>Cr>Mn, Cu>Ni>Pb>Co>Hg>Cd;
- печень: Fe>Zn>Cu>As>Mn>Cr>Ni>Cd>Co>Pb>Hg.

В печени концентрации микроэлементов превышали таковые в мышцах в несколько раз: так, Cd – в 40, Cu – в 19, Fe – в 9, Zn и Mn – в 3 раза. Остальные элементы в мышцах и печени находились в равных количествах, и только содержание Hg увеличилось в мышцах в 2 раза. Относительно высокую концентрацию металлов в печени можно объяснить большим содержанием в этом органе специфических низкомолекулярных белков – металлотионеинов, которые являются специфическими концентраторами микроэлементов группы тяжелых металлов, особенно кадмия. Ртуть, в отличие от других веществ, в основном накапливается в мышечной ткани, так как обладает высокой степенью сродства к активным группам белковых макромолекул, максимальное количество которых преобладает в мышечной ткани [1; 4].

По уровню накопления микроэлементы в тканях изученных видов рыб ранжировались следующим образом:

- мышцы: зубатка полосатая>камбала морская>пикша>треска>сайда>пинагор>камбала-ерш (рис. 1);
- печень: камбала морская>зубатка полосатая>камбала-ерш> пикша> треска>сайда> пинагор (рис. 2).

Повышенные концентрации веществ наблюдались в мышцах рыб-бентофагов. Рацион пятнистой зубатки – составляют главным образом организмы с высоким содержанием микроэлементов – это иглокожие, моллюски, ракообразные. Роль животных с твердым скелетом в их питании возрастает по сравнению с другими видами зубаток [5]. Камбала-ерш и морская камбала – типичные бентофаги, рацион этих рыб имеет очень широкий спектр питания. В течение жизни они поедают самых разнообразных морских животных, доступных им по размеру, а также детрит и различные водоросли. Весомую долю рациона этих рыб могут составлять отходы промысла [6].

Концентрации нормируемых кадмия, свинца и ртути находились в пределах установленных нормативов. По мышьяку наблюдалось недостоверное повышение средней концентрации в мышцах полосатой зубатки (см. таблицу). Кроме того, в тканях трески и пикши при среднем содержании мышьяка, не превосходящем установленный норматив, диапазон колебания концентраций был очень высоким и варьировал в пределах от 0,01 до 14,00 мкг/г сырой массы. Считается, что между общим содержанием мышьяка в организме и его токсичностью нет однозначной зависимости. Следует отме-

тить, что токсичные гидратированные ионы мышьяка в тканях рыб сразу связываются в органические комплексы, которые практически безвредны для организма. При этом общая концентрация вещества в организме не меняется [4].

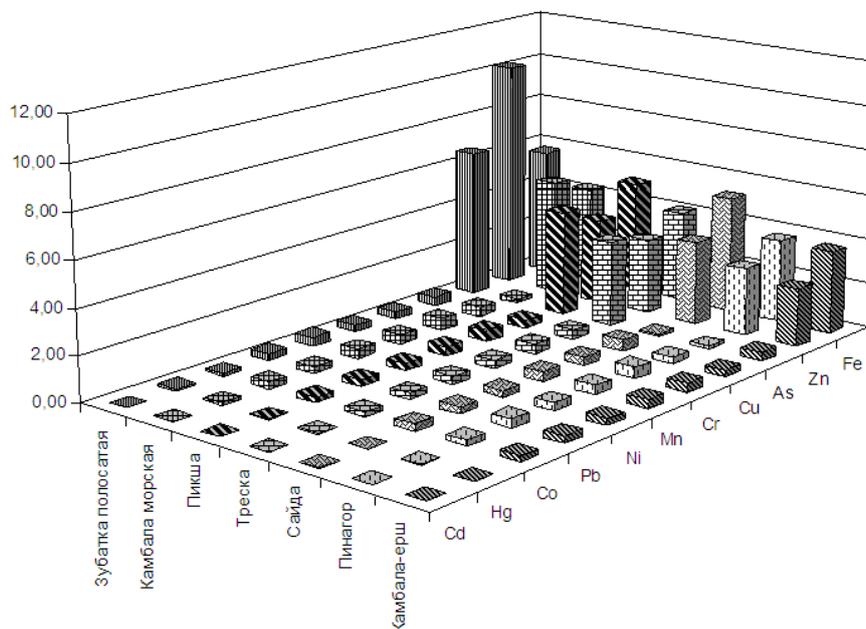


Рис. 1. Среднее содержание микроэлементов в мышцах рыб Баренцева моря, мкг/г

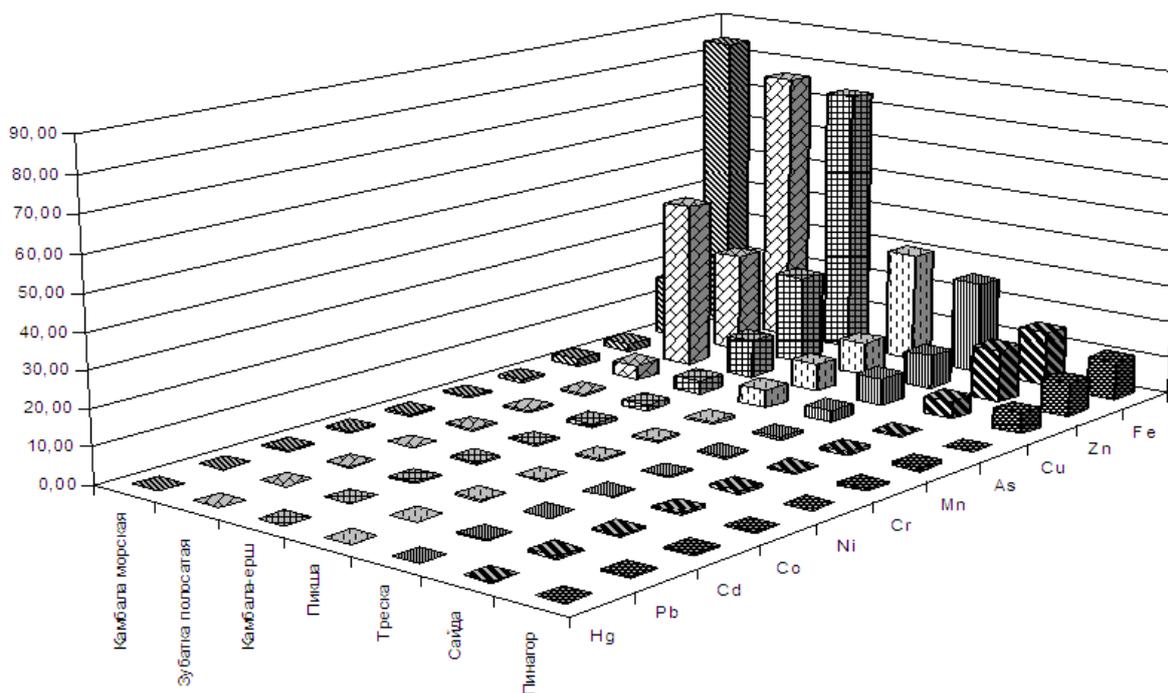


Рис. 2. Среднее содержание микроэлементов в печени рыб Баренцева моря, мкг/г

Сравнение результатов исследования содержания металлов и переходных элементов в теле рыб по месту их обитания (рис. 3) показало, что средние концентрации микроэлементов в рыбах из разных районов находились практически в одинаковых пределах. Наблюдалось преобладание во всех районах железа, цинка и мышьяка; $Fe > Zn > As$. Рассчитанные коэффициенты накопления микроэлементов (L_g отношения средних концентраций металла в рыбе к содержанию его в воде из мест отлова рыбы [1]) позволяют все рассматриваемые элементы (кроме мышьяка) по степени накопления их рыбами отнести к группе веществ, которые не концентрируются или слабо накапливаются в организме ($L_g \text{ Кн.} \leq 2$ [1]). Коэффициент же накопления мышьяка рыбами варьировал от 4,60 до 5,40, что характеризует его как элемент с высокой степенью накопления гидробионтами ($L_g \text{ Кн.} < 4$, [1]).

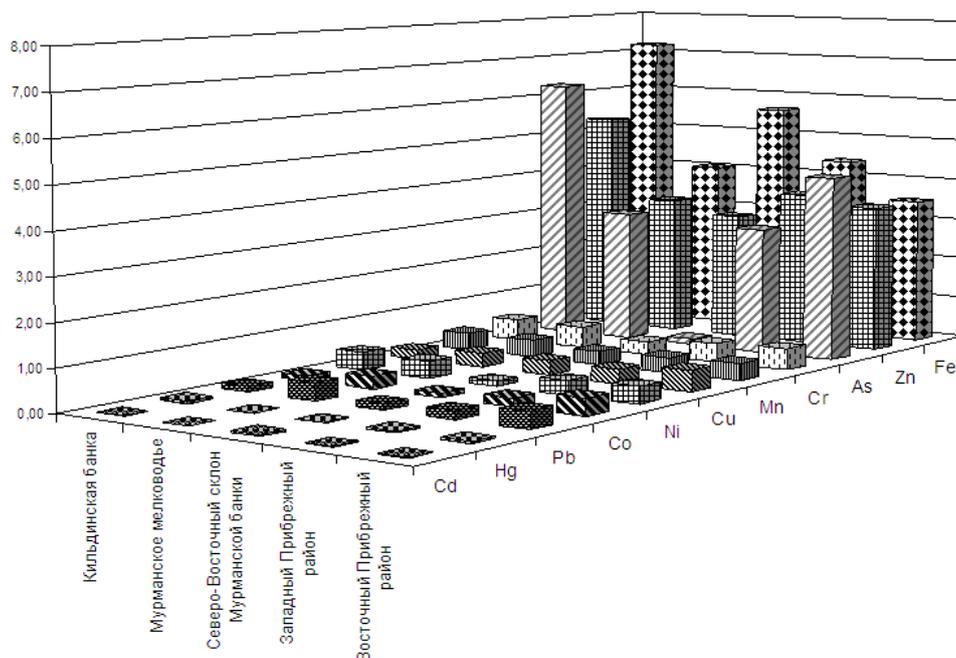


Рис. 3. Среднее содержание микроэлементов в рыбах из различных районов Баренцева моря, мкг/г

Исследования накопления микроэлементов в зависимости от пола, возраста и размера рыб не выявили каких-либо достоверных закономерностей.

Таким образом, уровень содержания тяжелых и переходных металлов в тканях и органах трески, пикши, камбал, пинагора и сайды не превышал утвержденного норматива. В целом в рыбах преобладали железо, цинк и медь, минимальные концентрации были характерны для свинца, ртути и кадмия. Такое ранжирование объясняется интенсивной аккумуляцией в гидробионтах элементов, которые принимают активное участие в физиологических процессах (дыхании, кроветворении, депонировании, выделении и др.). Наибольшие концентрации элементов отмечены в печени – органе, участвующем в детоксикации организма.

Более высокие концентрации мышьяка в тканях полосатой зубатки, возможно, связаны с особенностями ее питания. Мышьяк поглощается гидробионтами в основном с пищей, и токсичные неорганические соединения мышьяка в организме способны быстро образовывать прочные комплексы с низкомолекулярными органическими веществами, которые не представляют опасности для человека и к тому же быстро выводятся из организма [4; 7].

Среди исследованных рыб максимальная способность накапливать микроэлементы наблюдалась у фитофагов и бентофагов, что вызвано более высокими концентрациями металлов в объектах их питания. Следующими по степени накопления элементов в ряду стояли хищные рыбы, химический состав которых сильно зависит от набора кормовых объектов и размера жертв.

Несмотря на относительную «чистоту» промысловых рыб Баренцева моря, существует необходимость проведения дальнейших, регулярных исследований химического состава гидробионтов моря. Это позволит проследивать информацию о фоновом уровне изучаемых элементов и в дальнейшем оценивать антропогенную нагрузку на водоем.

Библиографический список

1. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. М.: Агропромиздат, 1986. 160 с.
2. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы (СанПиН 2.3.2.1078-01). М.: Минздрав России, 2002. 164 с.
3. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения токсичных элементов. М.: Изд-во стандартов, 1994. С. 34-40.
4. Мур Д.В., Рамамурти С. Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 288 с.
5. Ихтиофауна и условия ее существования в Баренцевом море / Под ред. Г.Г. Матишова. Апатиты: Кольский филиал АН СССР, 1986. 214 с.
6. Берестовский Е.Г., Муравейко В.М., Чинарина А.Д. и др. Перспективные объекты рыбного промысла (камбала-ерш, звездчатый скат, пинагор). Апатиты: КНЦ РАН, 1997. 229 с.
7. Mortimer M.R. Pesticide and trace metal concentrations in Queensland Estuarine // Marine Pollution Bulletin. 2000. Vol.41, Nos. 7-12. P. 359-356.

HEVY METALS AND TRACE ELEMENTS IN THE BARENTS SEA COMMERCIAL FISHES

A.M. Lapteva

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO), Murmansk, Russia

The results of total trace elements content (copper, zinc, nickel, chromium, manganese, cobalt, iron, lead, cadmium, arsenic and mercury) in 7 commercial fish species (cod, haddock, plaice, long rough dab, lump sucker, saithe, northern wolffish) are presented. Analysis of trace elements content on the length, age and type of feeding and the place of catching is carried out. It noted that the fishes having benthic organisms in the rations elements concentrations are high.

THE ECOLOGICAL CULTIVATION OF CHINESE MITTEN CRAB

Li Yingsen

Shanghai Ocean University

*China has a very long history with more than 6000 years to eat the Chinese mitten crab (*Eriocheir sinensis*). At the Yangtze Delta, archaeology workers found massive shell of the Chinese mitten crab in the edible reject when they had an excavation to the Songze Culture and Liangzhu Culture. It showed that our people ate Chinese mitten crab's history to be very long.*

From the 90s, the Chinese mitten crab cultivation developed quickly in China. In 1993, the national output of the Chinese mitten crab was only 17,500 tons, but then it reached to 480,000 tons in 2009. The problem «the Chinese mitten crab was too rare to eat» had already been solved by our country people. The Chinese mitten crab cultivation has become a huge industry. The Chinese mitten crab cultivation has also become an important way for the countryside to cast off poverty and realize prosperity (especially for the poor area).

From culturing massive Chinese mitten crab to big specification Chinese mitten crab, the Chinese mitten crab output has been doubled, but the commercial specification and the quality drop. The price of small specification Chinese mitten crab (50~100 g) dropped 85 % from 1993 to 2004. At present 50~100 gram small specification commercial crab floods market and the price falls obviously. The big specification crab is 2~8 times bigger than the small one. The demand for the big specification crab is huge in the market. The leaders in all product districts hold many activities, such as «the crab festival», to attract investments. They choose the premium crabs to promote the local crab brand grandly.

Cultivating the high quality big specification commodity crab should obey such ecological cultivation technique point as follows:

1. According to the crab biological characteristics creates fine ecological conditions

The crab likes high quality water, sufficient oxygen, luxuriant water plant, lots of benthonic organism and high transparency. For this reason, we must closely notice the water quality, the bottom condition, and we should try to create a quite suitable ecological environment to meet the crab biological cultivation characteristics. Following some measures:

(1) Choosing the good water source

The request to the water quality is out of pollution, convenient for draining, sufficient water source, conforming to the national fishery water consumption standard.

(2) Clearing and disinfecting pond thoroughly

Including two aspects: Firstly, pond cleanup; Secondly, disinfection

The pond cleanup carries on in winter, firstly, pulls out water, freezes and exposes to the sun for one month, and then eradicates excessive silt (keep silt 5~10cm in depth using for planting water plant and cultivating benthonic organism), inspects and repairs the facility to avoid the crab running away, maintains the pond boundary ridge between fields and the slope compared to achieve 1:2.5~3 as far as possible, for the crab taking in food at night and the majority appearing nearby the shallow area of the pond.

After the pond cleanup work completes, then carries on the disinfection. The concrete procedure is using the quicklime diluted to splash the entire pond, using quicklime 350~400 kg per Chinese acre.

It's very important to take the disinfect measure to the pond used for many years. The silt of the used pond is excessive commonly, and there are many hidden pathogenic bacteria and harmful organisms, therefore, it's necessary to clear and disinfect the pond thoroughly.

(3) Valuing the importance of the water plants

The water plant is not only providing a place for the crab resting and molting but also purifying water and increasing dissolved oxygen by photosynthesis. Furthermore, the water plants are good food for crab and they also can prevent heatstroke in summer so as to promote crab growing. «The crab size rests with the water plant», «Who wants a pond big crabs must plant good pond grass firstly», this is the wise experience, and it is also one of the key technologies for crab health cultivation. The main procedures are:

When the medicine used for clearing pond vanishes, we keep the pool of water maintaining at 20~30 cm so as to treat the water temperature rising gradually, and then we can plant the water plant. The varieties mainly are some submerged plants, such as *Hydrilla verticillata*, *Elodea nuttallii*, *Vallisneria asiatica* and so on. It's better to choose the and *Hydrilla verticillata*, *Elodea nuttallii* than *Vallisneria asiatica* in view of the quality of the plants; Looking from the aspect of the production season, *Elodea nuttallii* is best choice for its good cold tolerance, taking the spring and autumn as the best vegetative seasons, surviving in winter. It's possible to plant it early, grow early, thus may put the crab seeds early, ahead of time in raising management.

Planter method: The *Hydrilla verticillata* and *Elodea nuttallii* could take the method of asexual propagation, cutting the stem partition to multiplication in the areas of shallow pond, keep spacing 1~1.5 m, about 10~15 kg per Chinese acre in amount. The *Vallisneria asiatica*, other name noodle grass, fragrant-flowered garlic grass, is the typical submerged plant. Its seed is tiny, 2~3 mm in length, and its stem of seed is about 0.3 mm. The seed wraps in the pod, so it's necessary to soak the seeds for 10~15 hours before sowing, kneading the pod with a washboard, mixing the seeds with mud and dousing in the pool. Both dissemination and drilling are permitting, and each kilogram grass seed could be possible to sow in 5~8 Chinese acres. Planter time: *Elodea nuttallii* plants in winter or early spring after cleaning up the pond, *Hydrilla verticillata* and *Vallisneria asiatica* in March. Before the water plant planter, each Chinese acre employs 2~3 kilograms compound fertilizer as base fertilizer for letting the water plant growing fast.

Because of its transplantation, the submerged plant, *Hydrilla verticillata* and *Vallisneria asiatica*, will burgeon late, it's necessary to plant water peanut as the supporting measures around the pond, about 1 meter nearby to the brink of the pond and about 2 meters in width. The purpose for doing this is absorbing nutrientsubstance, adjusting water quality, providing a place to rest, molt and overshadow for the crab.

(4) Delivering snail timely

The snail is the favorite live food for crab, and it can also take the silt and residual organic matter as food. So the snail in the pond can satisfy its own growth, purify the pond water and reduce the silt, with answering multiple purposes function. Specific practice is delivering snail 400~500 kg per Chinese acre around Tomb-sweeping Day.

2. Self-breeding crab seed, reasonable stocking density, laying a good production basis

Firstly, we must hold the key point of the technology to produce crab seed. The large-scale high quality river crab cultivation needs plenty of big specification crab seed, and good crab seed need good crab seedling (megalopa) as a reliable guarantee. So we should gather crab parent strain at a fixed point and produce crab seed personally to solve the seedling source problem. Secondly, we must value the key point of stocking, achieving such steps, «an area», «three changes» «three suitable adjustments».

«An area» is to establish a stocking area for crab temporarily. Choosing a region, about occupying the big pond area 1/10~1/5, revolves around with purse net, and then delivering the crab seed to the region for a strengthen cultivation. When above 50 % of the entire pond surface is occupied with water plant, we release the crab seed before into the whole region of the pond, accompanying with plenty of snail in the pond. «Three changes» mean to change release reason from winter to spring, change small specification crab seed to big one and change the outsourcing crab to personal sourcing. The winter crab seed is under hibernation, lacking activity, so it is prone to falling ill. The crab seed delivered in winter has low survival rate and catching rate, and the small specification crab will be hard to grow into big specification commercial crab. Compared the outsourcing crab with the self breeding one, the self breeding crab obviously surpasses the outsourcing crab at survival rate, resistance to disease and growth specification during several years. «Three suitable adjustments» mean suitable breeding specification, delivering time and stocking density. Breeding specification should be controlled at the number of 80~160 individual per kilogram. Delivering time should be generally at the end of February to March (time for breeding temporarily). Stocking density is about 450~500 per Chinese acres. Before delivering, the crab seed must be used 8ppm chameleon solution soaking for 10~15 minutes, and then put the seed into the temporarily breeding area.

3. Feeding scientifically, improving water quality, breeding and managing meticulously

(1) Before feeding the crab, we must notice to raise the basic biological foods, such as water plant, snail and benthonic organism. Regarding to the pond lacking of microorganism, we must apply fertilizer regularly to promote the growth reproduction of water plant, snail and benthonic organism, especially for the initial breeding period and the pond which excavates newly for cultivation. Applied fertilizers mainly are: the organic fertilizer after fermentation and disinfection and the inorganic compound fertilizer, such as superphosphate and calcium biphosphate. Then strengthening feed management and according to some scientific feeding methods, «earlier and later stage intensive culture, middle with green and rough feed», «concentrate matching with roughage», increase the feed operation rate. The entire process of feed arrangement has the stress respectively: The earlier period is the stage of crab delivering. The crab seed consumes lots of energy during the long winter, so we must strengthen the nutrition to guarantee the first time molting smoothly and high survival rate. The small fish, freshwater mussel meat, snail meat and crab complete feed are usually taken for the see. The intermediate stage is the high temperature season, so we do not use the animal food, in order to avoid causing disease of the crab in digestion and absorption. For maintaining the crab's normal

metabolism, we should adopt the water plant, pumpkin primarily, matching with wheat, corn, yellow bean cake and so on vegetable feed. Later period is the last time molt and increasing weight stage of the crab. In this stage, the feed mainly consists of animal feed and crab complete feed, matching properly with the water plant, the pumpkin, the sweet potato and so on. Taking such measures to strengthen the nutrition and add the molt frequency is the guarantee to enhance the crab individual specification and the output.

In the entire feed process, we must insist on not throwing the rotten and deteriorating feed and clearing away the remaining feed in time, for avoiding the water quality going bad and the pathogenic bacteria growing.

(2) Adopting the «three adjustments» measure controls the water quality

Firstly, accenting «new», namely water exchange. Pouring water 5~7 days for one time, exchanging water 10~15 day for one time, while in the high temperature season, pouring water 20~30cm every day, exchanging water 3~5 day for one time.

Secondly, accenting «superior», namely the pH value adjustment. The pH value should be controlled between 7.5~8.5 using the quicklime, every 10~15 day and 10 kilograms per Chinese acre and 1 meter water depth for one time. By doing this may not only lift the pH value, but also increase the water body calcium ion density to supply the crab absorption.

Thirdly, accenting «live», namely applying the photosynthesis bacterium or the live fungus to adjust the water quality, especially in the high temperature season. Using photosynthesis bacterium is good for transforming and absorbing the ammonia nitrogen and hydrogen sulfide from the decomposition of the bottom organic matter in the old pond, meanwhile, the effect is also obvious to suppress the pathogenic bacteria growing. Each Chinese acre amount to use 5~6 kg, and half a month for one time, mixing the mud to empty into the bottom of the pond or diluting with water to douse to the entire pond. Through these «three adjustments», the water quality could achieve the state, «clear, new, tender, crisp», and keep the dissolved oxygen maintaining above 5 mg/L, the transparency above 40 cm, pH value above 7.5 and ammonia nitrogen below 0.1 mg/L. The water quality has been improved, so as to have the very important function in promoting the crab growth and reducing the chance to contract a disease.

While water quality adjustment, it still needs to regulate the water level, according to the principle of «shallow, deep, steady», dividing three stages to carry on the regulation. From March to May, the water depth of the pond should be grasped in 0.5~0.6 m, 1.2~1.5 m from June to August (high temperature season needs suitably deepen the water level) and about 1m from September to November. The suitable water temperature for crab growth is 15~30 °C, and the most suitable water temperature is 25~28 °C. When the water temperature above 33 °C, the crab stops taking in food and is at semi comatose state. In the preliminary stage, the air temperature and the water temperature are low. Adopting the shallow water level is benefit to lift the water temperature rapidly and cause the crab to enter a normally condition taking in food as soon as possible; In the intermediate stage of high temperature season, deepening water level is advantageous in reducing the water temperature, for the crab taking in food normally; In the later period, stabilizing in a moderate water level is advantageous in maintaining a normal water temperature and supplying an environment, for the crab stably increasing weight and growing smoothly.

(3) Following the principle of «the prevention primary, prevention and treatment combining» deals with the disease prevention.

It's necessary to insisting on taking ecological prevention primarily and medicine treatment as auxiliary, furthermore, adopting technical measures, such as «pond disinfection», «water plant planter», «crab seed self breed», «feeding scientifically», «water quality adjustment», «water level regulation», achieves the goal of not or little falling ill and not apply drugs or the few medication. Even if applies drugs According to the different symptom of the crab uses highly effective, low poisonous, non-toxic side effect or low side effect medicine carrying on prevention.

РАЗВЕДЕНИЕ КИТАЙСКОГО МОХНАТОРУКОГО КРАБА В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ

Ли Инсэнь

Колледж Морских Наук, Шанхайский Океанологический Университет, Шанхай, КНР

*В Китае на протяжении очень длительного времени (более 6000 лет) употребляют в пищу мохнаторукого краба (*Eriocheir sinensis*). Археологи обнаружили огромный панцирь китайского мохнаторукого краба во время раскопок древних культур Сунцзэ и Лянчжу. Данный факт свидетельствует о том, что китайцы с древних времен употребляли в пищу его мясо.*

Начиная с 90-х гг. прошлого столетия культивирование этого вида краба в Китае начало развиваться быстрыми темпами. В 1993 г. общий объем выращивания китайского мохнаторукого краба в КНР составил 17,500 т, а в 2009 г. данный показатель достиг 480,000 т. Культивирование этого вида ракообразных на сегодняшний день представляет собой огромную индустрию. Благодаря развитию данной отрасли сельские районы смогли избавиться от бедности и достичь некоторого уровня процветания с экономической точки зрения (в особенности это относится к наиболее бедным районам).

ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ ЧЕТЫРЕХ ВИДОВ МАКРОВОДОРОСЛЕЙ К БИООЧИСТКЕ ВОД ОТ ИЗБЫТКА БИОГЕНОВ

Н.В. Мирошникова*, **А.В. Скрипцова****

*ФГОУ ВПО «ДВГУ», Владивосток, Россия

**ИБМ им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток, Россия

*Оценена способность четырех видов макроводорослей удалять аммоний и ортофосфаты из воды, загрязненной метаболитами мидий. Высокие показатели скорости поглощения обоих соединений и биофильтрации отмечены у *Undaria pinnatifida*, *Cystoseira crassipes* и *Gracilaria vermiculophylla*, наименьшие – у *Saccharina japonica*. Сделан вывод, что грацилярия и ундария могут быть использованы для поликультуры с беспозвоночными с целью снижения негативного воздействия хозяйств марикультуры на морские экосистемы, связанного с поступлением избытка биогенов.*

Одним из основных компонентов загрязнения зал. Петра Великого Японского моря являются соединения азота и фосфора [1], обилие которых вызывает эвтрофикацию вод и связанные с этим явления (цветение микроводорослей и заморы морских организмов вследствие снижения количества кислорода в воде). В настоящее время основным источником этих соединений являются бытовые стоки, однако потенциально мощным источником биогенных веществ является культивирование морских животных, особенно рыб и ракообразных.

В настоящее время в Приморье существуют два рыбоперерабатывающих завода в Хасанском районе, а также 36 хозяйств марикультуры. Планируется реализация концепции развития аквакультуры в Приморье, в том числе Федеральной целевой программы «Повышение эффективности использования и развития ресурсного потенциала рыбохозяйственного комплекса в 2009-2013 гг.», которая предусматривает строительство новых рыбоперерабатывающих лососевых заводов, производственного крабоводного комплекса, биолого-технологического парка аквакультуры [2].

Поэтому именно сейчас актуальна разработка экологически чистых и одновременно прибыльных способов организации культивирования морских организмов. Для снижения негативного влияния хозяйств аквакультуры на экосистемы акваторий в настоящее время предложены различные методы диверсификации культивируемых видов, направленные на использование организмов, способных усваивать метаболиты друг друга: рыбы, двустворчатые моллюски-фильтраторы, детритофаги, макроводоросли. Известно, что избыточное количество растворимых биогенов, выделяемых водными животными при их культивировании в больших масштабах, может эффективно удаляться из воды макроводорослями [3]. Водоросли способны использовать разные растворенные формы азота [нитраты (NO_3^-), нитриты (NO_2^-), аммоний (NH_4^+)] и фосфора (ортофосфаты H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} и PO_4^{3-}) для увеличения своей биомассы и делают это с большой эффективностью. Так, они способны удалять до 95 % соединений азота [3], используя их для синтеза белковых соединений, аминокислот и накапливая N в своих слоевищах в форме низкомолекулярных неорганических соединений (ионов NO_3^- и NH_4^+ и др.), и до 96 % соединений фосфора [4], синтезируя из них липиды, коферменты, нуклеиновые кислоты, АТФ и запасая в форме полифосфатных гранул [5]. В то же время взаимное влияние организмов при совместном культивировании изучено недостаточно полно.

Целью данной работы было: 1) изучить способность 3 видов бурых (*Saccharina japonica*, *Undaria pinnatifida*, *Cystoseira crassipes*) и 1 вида красных (*Gracilaria vermiculophylla*) водорослей, произрастающих в зал. Петра Великого, поглощать аммоний и ортофосфаты из воды; 2) изучить воздействие метаболитов беспозвоночных на физиологическое состояние водорослей; и 3) рассмотреть пригодность данных видов для использования в совместной аквакультуре. Данная работа является первым исследованием такого рода для зал. Петра Великого.

Эксперименты были проведены последовательно с *U. pinnatifida* и *C. crassipes* и с *S. japonica* и *G. vermiculophylla*, собранными летом 2009 г. В качестве источника биогенных веществ использовались три вида мидий (*Modiolus modiolus*, *Crenomytilus grayanus*, *Mytilus trossulus*), взятые из аквариумов Института биологии моря. Мидии в количестве 11-12 штук размером от 3 до 12 см были помещены в аквариум с 20 л морской воды. Части талломов водорослей поместили в пластиковые емкости объемом 2 л, в трех повторностях. Вода из аквариума с мидиями с помощью 15-канального перистальтического насоса подавалась в емкости с водорослями (со скоростью 2,9 мл/с = 4,3 л/сут), откуда самотеком стекала в аквариум с мидиями. Контролем служили такие же 2-литровые емкости с водорослями, к которым с помощью насоса подавалась чистая морская вода.

Основными показателями поглощения ортофосфатов и аммония являлись скорость поглощения (количество биогена, поглощенное в единицу времени на единицу массы водорослей) и эффективность поглощения (сокращение концентрации биогена в воде, выраженное в процентах от начальной концентрации). Сравнивались особенности поглощения биогенов в протоке воды и при отсутствии

протока. Эксперимент в беспроточных условиях проводился следующим образом: в 9 ч утра после взятия проб воды насос отключали и затем каждый час отбирали по 100 мл из емкостей с водорослями и определяли в воде концентрации биогенов. Эксперимент в условиях протока: в течение 7-9 дней при подаче насосом воды из аквариума с мидиями ежедневно анализировались концентрации аммония и ортофосфатов в воде в сосудах с водорослями и в аквариуме с мидиями.

Проведенные нами эксперименты показали, что все исследованные виды водорослей эффективно очищали воду от избытка аммония и ортофосфатов, поглощая эти вещества как в стационарных условиях, так и в условиях протока воды от мидий (рис. 1). При этом высокая эффективность биофильтрации отмечена у *U. pinnatifida*, *C. crassipes* и *G. vermiculophylla*, а наименьшая – у *S. japonica*. Эффективность биофильтрации в стационарных условиях и в протоке существенно не различалась и варьировала от 43,3 до 93,5 % для аммония и от 15,4 до 79,5 % для ортофосфатов у разных видов водорослей. За сутки *G. vermiculophylla*, *U. pinnatifida* и *C. crassipes* были способны удалить 60-99 % аммония и 65-99 % ортофосфатов или 12-16 % и 11-13 % в расчете на г сыр. массы водорослей, соответственно.

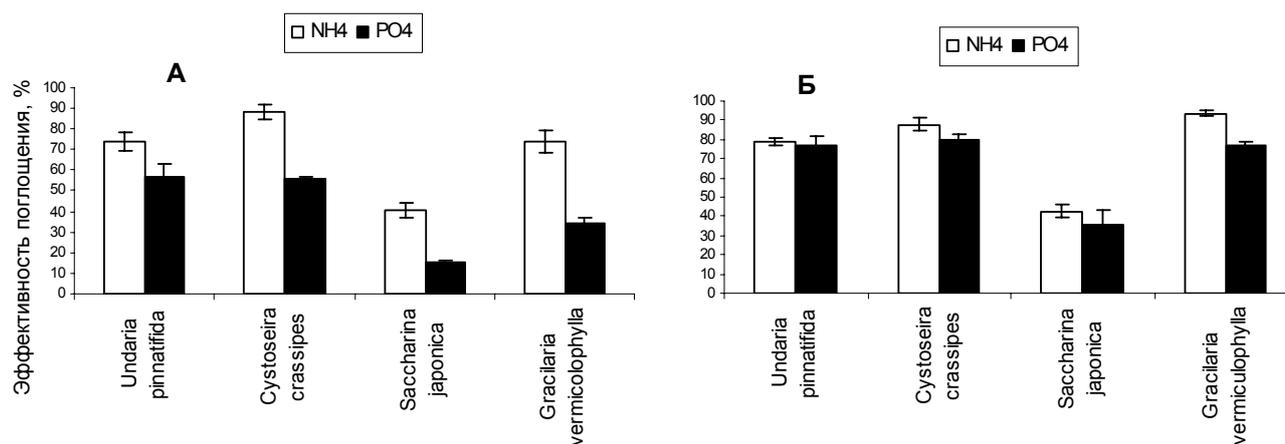


Рис. 1. Эффективность поглощения аммония и ортофосфатов в условиях отсутствия протока воды (А) и в протоке воды от мидий (Б)

Эти значения сравнимы с таковыми, полученными для видов, которые считаются наиболее перспективными для очистки сточных вод от растворенных неорганических форм азота и фосфора. Такие виды, предложенные разными исследователями для поликультуры с морскими животными, способны удалять из воды, загрязненной метаболитами животных, до 95 % растворенного неорганического азота и фосфора [3; 4]. Значительно меньшая эффективность биофильтрации показана в наших экспериментах для *S. japonica* – максимально до 50 % от начальной концентрации обоих соединений в среде. Ранее близкие значения эффективности удаления неорганического азота были найдены у другого вида сахарин, *S. latissima* – 26-40 % [6].

Наивысшая скорость поглощения аммония и ортофосфатов в стационарных условиях наблюдалась у ундарии, а самая низкая – у сахарины (рис. 2). В условиях протока наивысшие скорости поглощения обоих соединений отмечены у *U. pinnatifida* и *G. vermiculophylla*. Наименьшую скорость поглощения аммония и ортофосфатов показала *S. japonica*. Таким образом, в целом одни и те же виды в наших экспериментах характеризовались стабильно высокой или низкой скоростью и эффективностью поглощения биогенов как в стационарных, так и в проточных условиях.

Помимо скорости поглощения биогенов и эффективности биофильтрации существенным показателем в выборе вида водоросли для поликультуры с животными должна являться способность растений нормально функционировать в этих условиях. Проведенные эксперименты показали, что физиологические характеристики всех исследованных нами видов водорослей, такие как скорости фотосинтеза, темнового дыхания и роста, в большинстве случаев не различались в контроле и у особей, выращиваемых в протоке воды от мидий (таблица).

Таким образом, все исследованные водоросли эффективно удаляли аммоний и ортофосфаты из воды, содержащей метаболиты мидий. Самые высокие скорости поглощения обоих соединений в условиях отсутствия протока воды выявлены у *Undaria pinnatifida* и *Cystoseira crassipes*, в проточных условиях – у *U. pinnatifida* и *Gracilaria vermiculophylla*. Все три водоросли также показали высокую эффективность поглощения аммония и ортофосфатов. *Saccharina japonica* имела самые низкие показатели поглощения.

Метаболиты мидий не оказали значимого влияния на скорость фотосинтеза, темнового дыхания и роста у исследуемых водорослей по сравнению с контрольными. Это доказывает возможность совместного культивирования всех исследованных видов водорослей с мидиями.

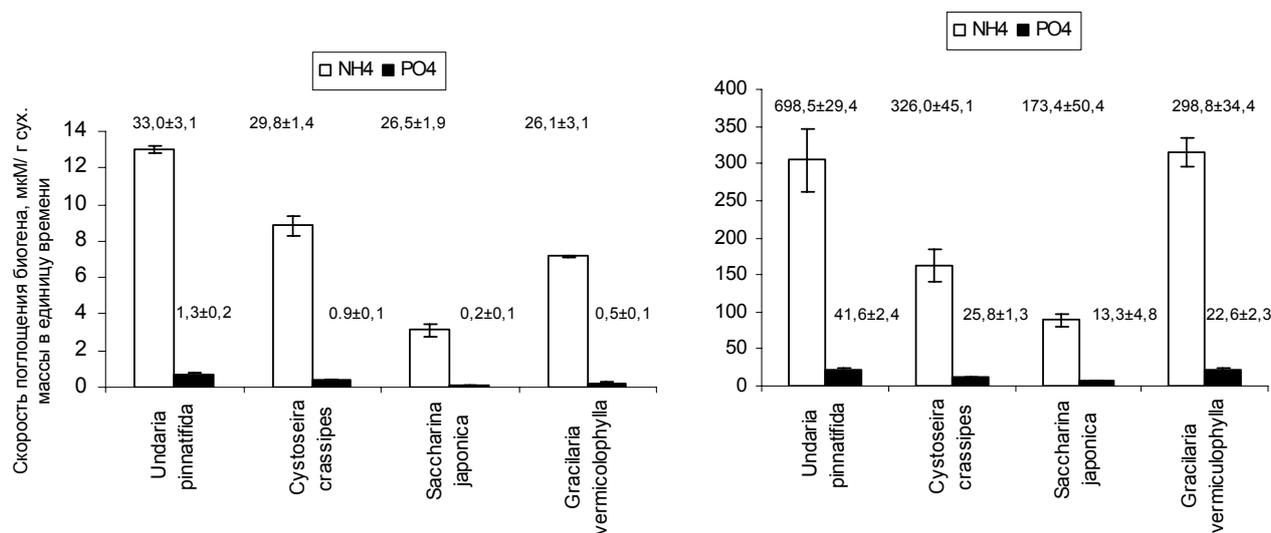


Рис. 2. Скорость поглощения в стационарных условиях, мкМ/г сух. массы в час (А), и в условиях протока воды от мидий, мкМ/г сух. массы в сутки (Б). Столбцы показывают среднюю скорость поглощения, цифры над столбцами – максимальную

Скорость нетто-фотосинтеза, темнового дыхания и роста (среднее ± станд.ош., N = 3)

		Скорость нетто-фотосинтеза, мг O ₂ /г сыр. массы в час	Скорость темнового дыхания, мг O ₂ /г сыр. массы в час	Скорость роста, % в сутки
<i>U. pinnatifida</i>	контроль	0,32±0,02	0,12±0,01	2,87±0,72
	проток от мидий	0,34±0,04	0,13±0,01	1,49±1,37
<i>C. crassipes</i>	контроль	0,08±0,04	0,15±0,00	0,72±0,61
	проток от мидий	0,74±0,12*	0,27±0,06	-0,11±0,10
<i>S. japonica</i>	контроль	0,03±0,03	0,26±0,17	0,01±0,23
	проток от мидий	0,16±0,07*	0,30±0,06	0,11±0,10
<i>G. vermiculophylla</i>	контроль	1,23±0,03	0,72±0,15	2,74±0,30
	проток от мидий	1,50±0,10	0,67±0,07	2,56±0,47

* Различия между водорослями, выращенными в протоке воды от мидий и в контроле, достоверны (t-test Стьюдента).

На основании полученных данных и с учетом соображений эффективности и экономической целесообразности наиболее перспективными видами для использования в поликультуре нам представляются *U. pinnatifida* и *G. vermiculophylla*. Ундария широко культивируется в Японии, Южной Корее и Китае, где она используется как ценный продукт питания и источник альгинатов, однако мало распространена в поликультуре. Эта водоросль характеризуется высокой толерантностью к изменению условий среды, в частности теневыносливостью. Это качество может оказаться полезным в случае размещения поликультуры в морских акваториях, где вода часто бывает мутной. Грацилярия отличается большим содержанием агара, которое достигает 35 % от сухой массы у прикрепленной формы, а у неприкрепленной формы – 54 % от сухой массы [7]. Она успешно культивируется во многих странах. Разные виды рода *Gracilaria* уже используются в хозяйствах поликультуры [3]. Следует принимать во внимание особенности физиологии этой водоросли: период активного роста ее приходится на лето и на начало осени, когда у большинства видов бурых водорослей замедляется, происходит разрушение пластин. Применение этого вида в поликультуре позволит добиться как высокого качества очистки воды от избытка биогенов, так и получения агара, являющегося ценным веществом, используемым в различных областях хозяйственной деятельности.

Из исследованных видов сейчас в Приморье широко культивируется только *S. japonica*. Однако низкие показатели поглощения питательных веществ не позволяют пока сделать вывод о целесообразности ее использования в поликультуре с животными для очистки воды от их метаболитов. На наш взгляд, она может быть использована в сочетании с каким-нибудь другим более эффективным видом, например с грацилярией. Правильный подбор условий культивирования этих видов водорослей в поликультуре может привести к созданию экологичного и рентабельного производства высококачественных продуктов.

Следует также обратить внимание на *C. crassipes*, поскольку этот вид показал хорошие способности к удалению биогенов из воды и является потенциально выгодным для культивирования.

Библиографический список

1. Огородникова А.А. Эколого-экономическая оценка воздействия береговых источников загрязнения на природную среду и биоресурсы залива Петра Великого. Владивосток: ТИНО-Центр. 2001. 193 с.
2. Проект концепции «Развитие аквакультуры в Приморье» [Электронный ресурс] // Официальный сайт администрации Приморского края. [2007] URL: <http://www.primorsky.ru/content/?s=648> (дата обращения: 06. 06. 2009).
3. Integrated mariculture: asking the right questions/ Troell M. [et al.] // *Aquaculture*. 2003. Vol. 226, pp. 69-90.
4. Biofiltering efficiency in removal of dissolved nutrients by three species of estuarine macroalgae cultivated with sea bass (*Dicentrarchus labrax*) waste waters 1. Phosphate/ Martínez-Aragón J.F. [et al.] // *J. Appl. Phycol.* 2002. Vol. 14, pp. 365–374.
5. Harold F.M. Inorganic polyphosphates in biology: structure metabolism and function // *Bacteriol. Rev.* 1966. Vol. 30, pp. 771–794.
6. Subandar A., Petrell R.J., Harrison P.J. *Laminaria* culture for reduction of dissolved inorganic nitrogen in salmon farm effluent // *J. Appl. Phycol.* 1993. Vol. 5, pp. 455–463.
7. Скрипцова А.В., Тумлянова Т.В., Тумлянов Э.А. Красные водоросли рода *Gracilaria* на юге Дальнего Востока России // *Биология моря*. 2001. Т. 27. № 6. С. 385-398.

BIOFILTERING EFFICIENCY IN REMOVAL OF DISSOLVED NUTRIENTS BY FOUR SEAWEED SPECIES

N.V. Miroshnikova*, A.V. Skriptsova**

*Far Eastern National University, Vladivostok, Russia

**A.V. Zhirmunsky Institute of Marine Biology FEB RAS, Vladivostok, Russia

*High-nutrient effluents from aquaculture farms have a number of negative environmental impacts on marine ecosystems. This study examined the potential of four macroalgae as biofilters for ammonium and phosphates in the effluents of a mussel cultivation tank. The highest biofiltration efficiency and rate of both nutrients uptake were registered for *Undaria pinnatifida*, *Cystoseira crassipes*, and *Gracilaria vermiculophylla*, and the lowest, for *Saccharina japonica*. *Undaria* and *Gracilaria* are suggested, due to their high efficiency in biofiltering and commercial importance, as the best choice for use in integrated cultivation with invertebrates in the Russian Far East.*

УДК 639.3

ВНУТРИВИДОВАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ВОСЬМИЛУЧЕВЫХ КОРАЛЛОВ *Calcigorgia spiculifera* КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

Е.Ю. Образцова*, Т.Н. Даутова**,

*ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

**Институт биологии моря им. А.В. Жирмунского ДВО РАН, Владивосток, Россия

*Приведены данные о внутривидовой морфологической изменчивости восьмилучевых кораллов *Calcigorgia spiculifera* района Курильских островов.*

Восьмилучевые кораллы *Calcigorgia spiculifera*, обитающие в районе Курильских островов, имеют различный внешний вид, хотя принадлежат к одному виду *C. spiculifera* [1].

В пределах одного и того же вида кораллы могут отличаться друг от друга формой и размерами, частотой ветвления колонии, полипов и другими признаками.

Целью работы было показать, в чем проявляется внутривидовая изменчивость *восьмилучевых кораллов* на примере *Calcigorgia spiculifera*.

На рисунках 1, 3, 5 приведены фотографии трех разных экземпляров колоний *Calcigorgia spiculifera*, взятых из разных районов южных Курильских островов (о. Симушир, о. Итуруп). Колонии хорошо различаются по внешнему виду, но имеют сходный набор склеритов в каждой части тела (в щупальцах, теле полипа и цененхиме). Последнее является наиболее значимым признаком при определении кораллов [1].

Экземпляр № 1 представлен хорошо ветвящейся колонией с небольшими, часто расположенными полипами (рис. 1). Склериты этого экземпляра представлены пластинами с бугорками, шпинделями, булавами с рукояткой, капстаны с поясками хорошо и плохо кальцифицированных выростов (рис. 2).

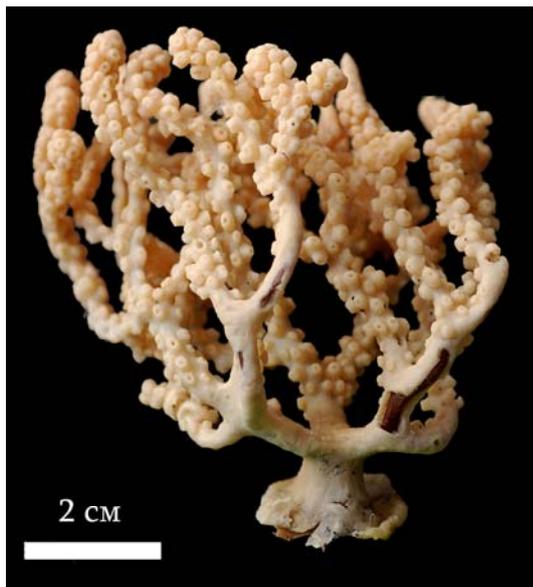


Рис. 1. Внешний вид колонии экземпляра № 1.
Масштаб: 2 см

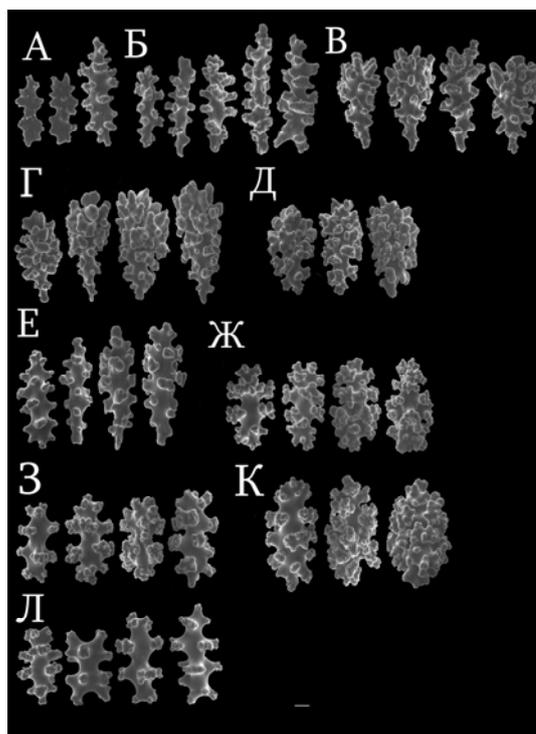


Рис. 2. Набор склеритов экземпляра № 1.
А, Б, В – щупальца; Г, Д, Е, Ж – тело полипа;
З, К, Л – цененхима. Масштаб: 0,1 мм

У экземпляра № 2 имеются слабо ветвящиеся ветви с большими, часто расположенными полипами. В отличие от первого экземпляра у основания ветвей присутствуют полипы (рис. 3). Склериты этого экземпляра представлены пластинами с бугорками, шпинделями, булавами с рукояткой, овалами, капстаны с поясками хорошо и плохо кальцифицированных выростов (рис. 4).

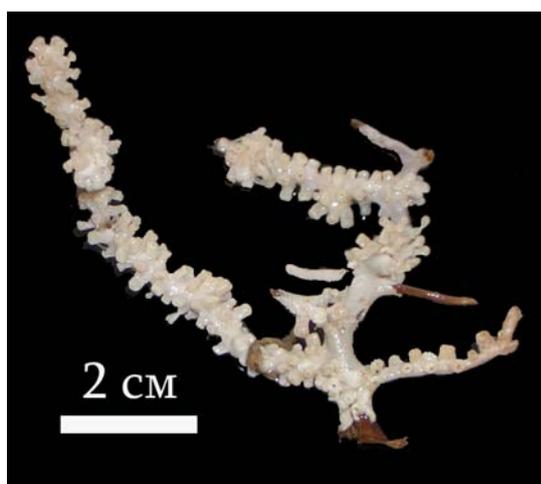


Рис. 3. Внешний вид колонии экземпляра № 2.
Масштаб: 2 см

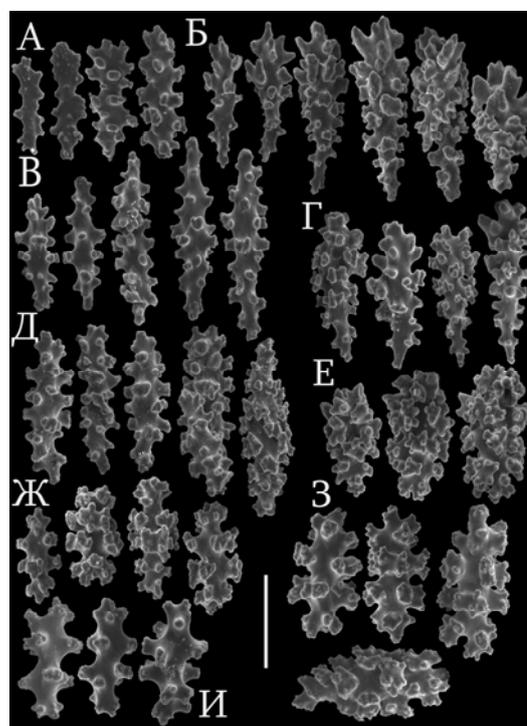


Рис. 4. Набор склеритов экземпляра № 2.
А, Б, В – щупальца; Г, Д, Е, Ж – тело полипа;
З, И – цененхима. Масштаб: 0,1 мм

У экземпляра № 3 колония имеет умеренно ветвящиеся ветви, с маленькими, часто расположенными полипами. Небольшое число полипов находится у основания ветвей (рис. 5). Склериты в этом случае представлены булавами с рукояткой, шпинделями, овалами, капстаны с поясками хорошо и плохо кальцифицированных выростов (рис. 6).

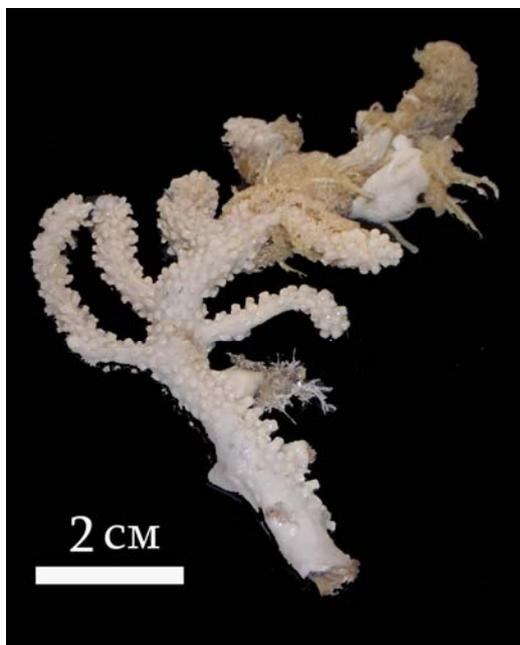


Рис. 5. Внешний вид колонии экземпляра № 3.
Масштаб: 2 см

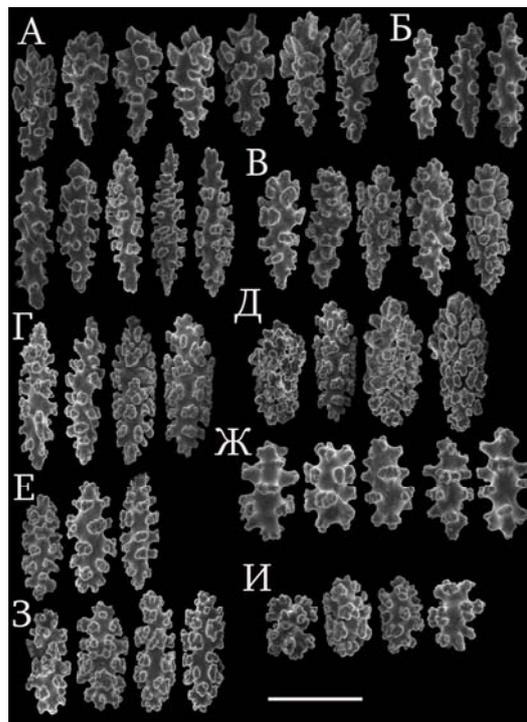


Рис. 6. Набор склеритов экземпляра № 3.
А, Б – щупальца; В, Г, Д, Е – тело полипа;
Ж, З, И – цененхима. Масштаб: 0,1 мм

В щупальцах третьего экземпляра нами не найдены пластины с бугорками, которые отмечены у первых двух экземпляров.

Сравнение склеритов тела полипа показало, что только у первого экземпляра вместо овалов отмечены овалообразные булавы.

У всех исследованных экземпляров набор склеритов в цененхиме совпадает, он включает в себя капстаны с поясками хорошо и плохо кальцифицированных выростов.

Таким образом, все изученные экземпляры несомненно представляют один вид *C. Spiculifera*, поскольку принципиальных различий в наборах склеритов отдельных частей тела коралла не установлено.

Внутривидовая изменчивость проявляется в строении склеритов из щупалец и тела полипа, но не склеритов из цененхимы. Наиболее значимым признаком является внешний вид колонии, который не может быть определяющим для установления видовой принадлежности корала.

Библиографический список

Bayer F.M., Grasshoff M., Verseveldt J. Illustrated trilingual glossary of morphological and anatomical terms applied to Octocorallia. 1983. 75 p.

INTRASPECIFIC VARIATION EIGHT-CORALS AMONG THE *CALCIGORGIA SPICULIFERA* IN THE REGION KURIL ISLANDS

E.U. Obrazcova*, T.N. Daytova**

*Far-Eastern National Fishing University, Vladivostok, Russia,

**Zhirmunsky Institute of Marine Biology FEB RAS, Vladivostok, Russia,

The data of intraspecific morphological differences among the eight-corals *Calcigorgia spiculifera* in the region Kuril Islands of are given.

СТОЙКИЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ЗАГРЯЗНИТЕЛИ (СОЗ) В ПРОМЫСЛОВЫХ РЫБАХ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Н.Ф. Плотицына, Т.А. Зимовейскова, А.М. Литовская

ФГУП «Полярный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства
и океанографии им. Н.М. Книповича» (ФГУП «ПИНРО»), Мурманск, Россия

Представлены результаты содержания хлорорганических пестицидов и полихлорбифенилов в мышцах и печени 6 видов промысловых рыб Баренцева моря (треска, пикша, сайда, камбала-ерш, камбала морская, пинагор). Токсичность диоксиноподобных полихлорбифенилов, обнаруженных в мышцах рыб, была наиболее высокой у камбалы морской, выловленной в районе Мурманского мелководья. Наибольшая величина этого показателя в печени найдена у пикши (13,6 пгТЭ/г сырой массы), выловленной на Северо-Восточном склоне Мурманской банки, и сайды (18,3 пгТЭ/г сырой массы), выловленной в Западном Прибрежном районе.

Среди токсикантов глобального распространения выделяется группа хлорированных углеводов, не имеющих природных аналогов. В эту группу входят хлорорганические пестициды (ХОП) и полихлорбифенилы (ПХБ) – химические вещества, широко применяющиеся в сельском хозяйстве и промышленности. Все они очень устойчивы и в то же время летучи и переходят в атмосферу в виде паров и аэрозолей, а впоследствии выпадают с осадками на поверхность суши, морей и океанов. Многолетнее бесконтрольное использование этих соединений привело к их повсеместному распространению, накоплению в биотических и абиотических компонентах наземных и морских экосистем [1-2].

Выполнено определение стойких органических загрязнителей (СОЗ) в рыбах Баренцева моря, выловленных в различных промысловых районах: Кильдинская банка, Западный Прибрежный, Восточный Прибрежный, Северо-Восточный склон Мурманской банки, Мурманское мелководье. Всего подготовлено 18 проб мышц и 16 проб печени от 6 видов рыб: треска, пикша, сайда, камбала-ерш, камбала морская, пинагор.

Хлорорганические пестициды (α -, β -, γ -гексахлорциклогексан, гексахлорбензол, *цис*-, *транс*-хлордан, *транс*-нонахлор, ДДТ и его метаболиты) и полихлорбифенилы (конгинеры с номерами по номенклатуре IUPAC: 28, 31, 52, 99, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180, 187) определялись методом газовой хроматомасс-спектрометрии на хроматомасс-спектрометре GCMS-QP2010 Plus «Shimadzu» (Япония) с капиллярной кварцевой колонкой длиной 30 м. Идентификация индивидуальных соединений проводилась в режиме SIM (метод выбранных ионов). Количественное определение выполнялось с использованием многоуровневой калибровки тестовыми смесями, приготовленными из сертифицированных кристаллических пестицидов и полихлорбифенилов фирмы «Promochem» (Швеция). Для автоматической обработки результатов анализа использовалась программа «GCMSsolution 2.5» фирмы «Shimadzu».

Качество аналитических работ оценивалось при регулярных анализах сертифицированных материалов сравнения: SRM 2974 (хлорорганические соединения и ПАУ в тканях мидии)/NIST, США, и МА-А-1/ОС (хлорированные углеводороды в гомогенате копепода)/IAEA, Монако, а также при участии аналитической лаборатории ПИНРО в интеркалибровках с лабораториями норвежских институтов NIVA, Akvaplan-niva и ГУ НПО «Тайфун» Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды РФ (г. Обнинск).

В качестве критериев загрязненности гидробионтов были использованы санитарно-эпидемиологические правила и нормативы для продовольственного сырья и пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2.1078-01) [3].

Распределение персистентных хлорированных углеводов в морских организмах отличается крайней неоднородностью и тяготением повышенного содержания к системам депонирования, а также к органам и тканям с высоким содержанием жиров и липидов [4].

На рис. 1 представлены данные о суммарном содержании в рыбах самого распространенного пестицида ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтана), а на рис. 2 – суммарное содержание полихлорбифенилов.

Остаточные количества гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гексахлорбензола и хлорданов в мышцах исследованных рыб не превышали 2 нг/г сырой массы, за исключением камбалы-ерша и камбалы морской, в мышцах которых суммарное содержание гексахлорциклогексана изменялось от 0,25 до 9,0 нг/г сырой массы, а гексахлорбензола – от 0,41 до 5,18 нг/г сырой массы. Увеличение в мышцах рыб относительного содержания более стабильного изомера α -ГХЦГ по сравнению с γ -ГХЦГ (α -ГХЦГ/ γ -ГХЦГ > 1) свидетельствовало о давнем поступлении гексахлорциклогексана в окружающую среду. Из пестицидов в мышцах рыб доминировал ДДТ. Содержание метаболита *p,p'*-ДДЕ в мышечной ткани превышало содержание метаболита *p,p'*-ДДТ и указывало на длительный процесс трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты, т.е. о «старом» загрязнении окружающей среды.

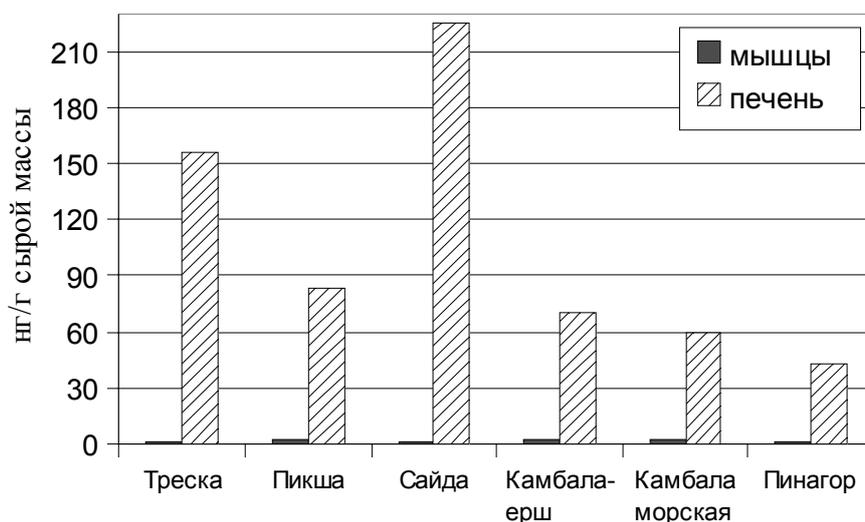


Рис. 1. Содержание ДДТ в мышцах и печени рыб Баренцева моря (российская экономическая зона)

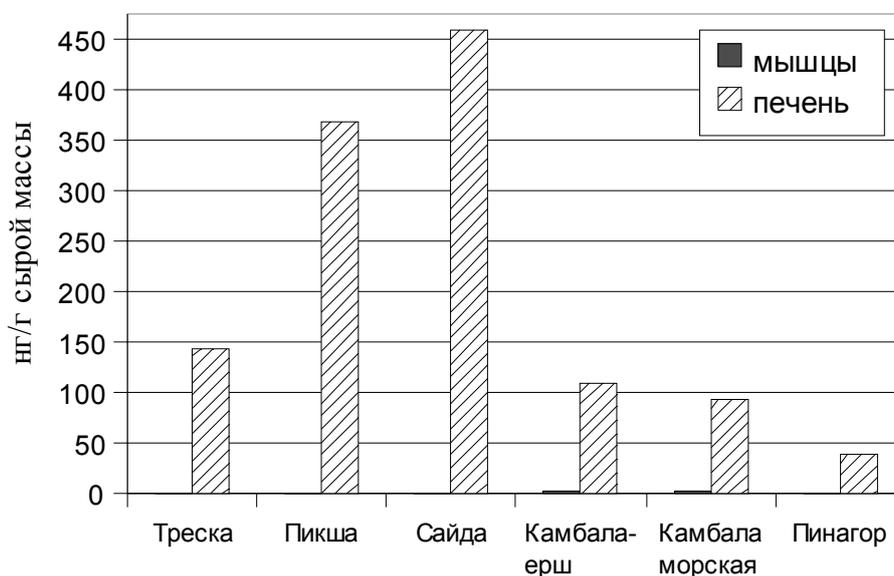


Рис. 2. Содержание полихлорбифенилов (ПХБ) в мышцах и печени рыб Баренцева моря (российская экономическая зона)

Содержание хлорорганических пестицидов в печени исследованных рыб было значительно выше, чем в мышцах, так как печень является депонирующим органом, где в первую очередь происходит накопление загрязняющих веществ. Кроме этого печень рыб отличается более высоким содержанием жира по сравнению с мышцами, а все хлорированные углеводороды обладают липофильными свойствами, т.е. хорошо растворяются в жирах. Отношение концентраций изомеров ГХЦГ и метаболитов ДДТ в печени исследованных рыб свидетельствовало о «старом» загрязнении среды обитания рыб этими пестицидами.

Суммарное содержание изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ) и ДДТ в мышцах и печени рыб не превышало допустимые уровни, установленные санитарными правилами и нормами РФ для морских рыб и продуктов из них: 200, 200, 1000 и 3000 нг/г сырой массы соответственно [3].

Суммарное содержание полихлорбифенилов в мышцах исследованных рыб изменялось от 0,75 до 8,46 нг/г сырой массы, в печени – от 39,2 до 459 нг/г сырой массы. Вследствие значительного содержания жира концентрация ПХБ в печени рыб во много раз превышала концентрацию в мышечной ткани (см. рис. 2). Из индивидуальных ПХБ в мышцах и печени рыб преобладали конгинеры с номерами по номенклатуре IUPAC 28, 118, 138 и 153, что указывает на техногенное загрязнение среды обитания рыб промышленными смесями полихлорбифенилов типа Aroclor (российские аналоги – совол и совтол) (рис. 3).

Суммарное содержание полихлорбифенилов (ПХБ) в мышцах и печени исследованных рыб было значительно ниже нормативов, установленных санитарными правилами и нормами РФ для морских рыб и продуктов из них, 2000 и 5000 нг/г сырой массы соответственно [3].

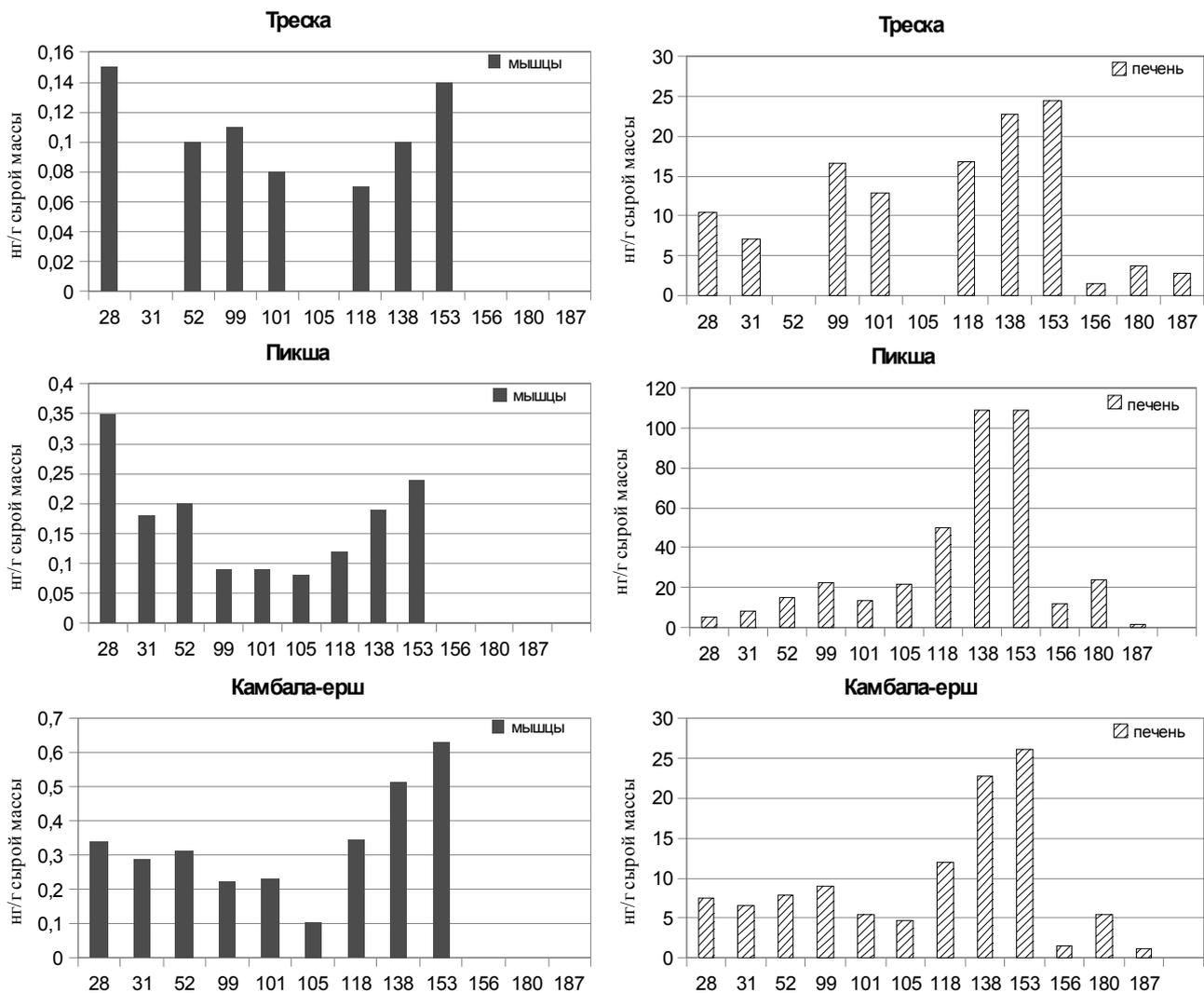


Рис. 3. Содержание индивидуальных конгенов полихлорбифенилов (ПХБ) в мышцах и печени основных промысловых рыб Баренцева моря

Полихлорбифенилы обладают теми же токсическими свойствами, что и диоксины, и механизмы их действия на живые организмы идентичны. В объектах окружающей среды стойкие органические загрязнители встречаются в различных сочетаниях и концентрациях, что затрудняет общую оценку их опасности. Для этих целей была разработана международная шкала факторов эквивалентной токсичности (I-TEF), где за эталон токсичности был принят наиболее сильный по своей биологической активности и хорошо изученный 2,3,7,8-тетрахлор-дibenзо-*p*-диоксин (2,3,7,8-ТХДД), фактор эквивалентной токсичности которого принят за 1. Эти факторы представляют собой коэффициенты, при умножении на которые найденная в том или ином образце концентрация конкретного конгенера ПХБ может быть выражена через эквивалент токсичности 2,3,7,8-ТХДД (TEQ или ТЭ). Сложив эти эквиваленты, вычисляют суммарную токсичность пробы в $\mu\text{g TEQ/g ww}$ (в пгТЭ/г сырой массы пробы) [5]. Например, для конгенов с номерами 105, 118, 156 и 180, которые обнаружены в исследованных пробах рыб, факторы эквивалентной токсичности составляют 0,0001, 0,0001, 0,0005 и 0,00001 соответственно [5]. Суммарная токсичность указанных полихлорбифенилов в мышцах рыб, выраженная в единицах токсического эквивалента, варьировала от 0,007 (треска) до 0,06 (камбала морская) пгТЭ/г сырой массы, а в печени – от 1,1 (пинагор) до 18,3 (сайда) пгТЭ/г сырой массы. Токсичность диоксиноподобных полихлорбифенилов, обнаруженных в мышцах рыб, была наиболее высокой у камбалы морской, выловленной в районе Мурманского мелководья. Наибольшая величина этого показателя в печени найдена у пикши (13,6 пгТЭ/г сырой массы), выловленной на Северо-Восточном склоне Мурманской банки, и сайды (18,3 пгТЭ/г сырой массы), выловленной в Западном Прибрежном районе.

Библиографический список

1. Мониторинг фонового загрязнения природных сред, в. 3 / Под ред. Ю.А. Изразля и Ф.Я. Ровинского. Л.: Гидрометеиздат, 1986. 245 с.

2. Мониторинг фонового загрязнения природных сред, в. 4 / Под ред. Ю.А. Израэля и Ф.Я. Ровинского. Л.: Гидрометеиздат, 1987. 384 с.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов (СанПиН 2.3.2. 1078-01). М.: Минздрав РФ, 2002. 164 с.
4. Худoley В.В. Полициклические ароматические и галогенизированные углеводороды: антропогенная нагрузка северных морей и оценка онкоэкологической опасности // Проблемы экологии полярных областей. М.: Наука, 1991. С. 88-91.
5. Стойкие органические загрязнители: пути решения проблемы / Худoley В.В., Гусарова Е.Е., Клинский А.В., Ливанов Г.А., Старцев А.А. СПб.: НИИХ СПбГУ, 2002. 363 с.

PERSISTENT ORGANIC POLLUTANTS (POP's) IN THE BARENTS SEA COMMERCIAL FISHES

N.F. Plotitsyna, T.A. Zimoveyskova, A.M. Litovskaya

Knipovich Polar Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography (PINRO)

The results of organochlorine pesticides and polychlorinated biphenyls contents in the muscles and in the liver of 6 commercial fish species (cod, haddock, saithe, long rough dab, plaice, lumpfish) of the Barents Sea are presented. Toxicity of the dioxine like polychlorinated biphenyls found in the fishes muscles was the greatest in the plaice caught in the Murmansk shallow water area. The greatest value of this index in the liver is revealed in haddock (13,6 pg TEQ /g ww) caught on the North-Eastern slope of the Murmanskaya fishing ground and in the saithe (18,3pg TEQ /g ww) caught in the West Coastal fishing ground.

УДК 551.46(265.54)

ВЛИЯНИЕ ДАМПИНГА ЗАГРЯЗНЕННЫХ ГРУНТОВ НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ПРИБРЕЖНЫХ ВОД Г. ВЛАДИВОСТОКА

В.В. Плотников*, В.В. Калинин, В.Ф. Мишуков**, Е.М. Семенова***

*ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

**ТОИ им.В.И. Ильичева ДВО РАН, Россия, Владивосток

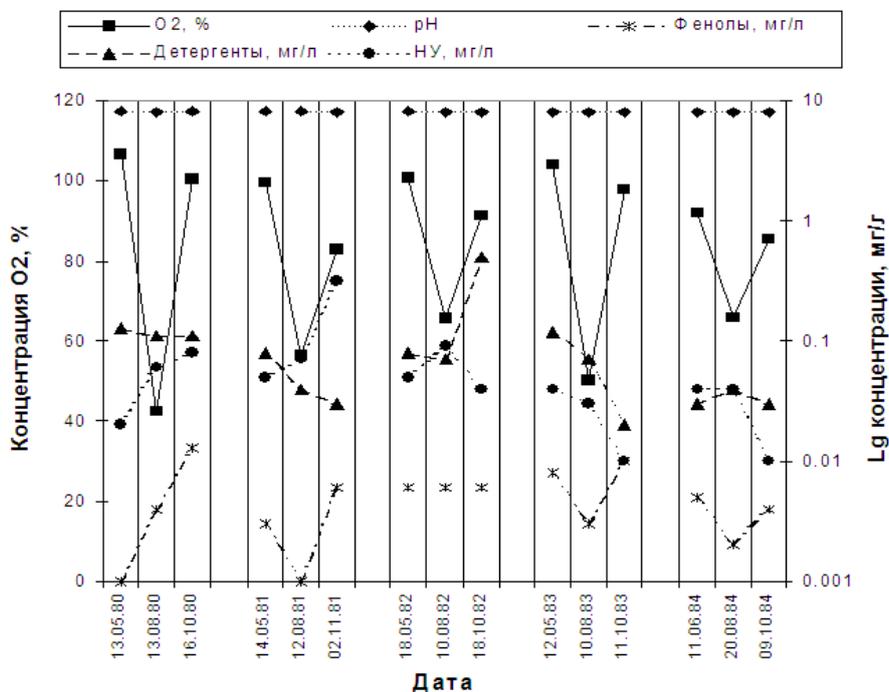
Приведены результаты экспериментальных исследований влияния дампинга загрязненных грунтов из б. Золотой Рог на экологическое состояние прибрежных вод г. Владивосток. Для вод Амурского залива показано, что под влиянием гидродинамических условий происходит разнос грунтов на значительные расстояния от центра сброса при накоплении загрязнений в глубоководной части залива и в береговой части залива. Поступление грунтов, содержащих значительные концентрации поллютантов, биогенных элементов и легкоокисляемой органики, играет роль «спускового механизма» на развитие негативных природных процессов, таких как гиперэвтрофикация и гипоксия придонных вод в летний период. Разработана модель расчета полей течений и переноса примесей в результате сброса грунтов, которая показала хорошее описание рассматриваемых экспериментальных данных. Для вод Уссурийского залива результаты расчета полей распространения примесей показали, что в летний период, когда под действием летнего муссона наблюдаются ветра юго-восточного направления, значительная часть сбрасываемых грунтов поступает на акваторию прол. Босфор Восточный, загрязняя б. Аякс, б. Парис и б. Патрокол, где планируется строительство объектов саммита стран АТЕС, Дальневосточного федерального университета и океанариума на о. Русский.

Для нормального функционирования портов в б. Золотой Рог необходимо регулярно углублять фарватер, причем извлеченные грунты обычно баржами вывозятся на внешний рейд и сбрасываются в морскую среду. Дампинг производится, как правило, в прибрежной зоне моря, которая наиболее биологически продуктивна и которая активно используется для отдыха населения. Учитывая, что грунты в б. Золотой Рог очень загрязнены различными токсичными веществами, то в районах морских свалок возможно нарушение жизнедеятельности морских организмов, которые развиваются в донных осадках и придонной воде.

Цель настоящей работы – анализ информации об объемах сброса загрязненных грунтов, координатах сброса, распределение в донных осадках токсичных металлов и нефтяных углеводородов в районах сброса, а также влияние сброса грунтов на гидрохимические свойства морской воды. На основании данной информации проведен расчет переноса взвешенных частиц от районов сброса и оценено их влияние на поступление загрязнения в прибрежную зону залива Петра Великого Японского моря.

Кроме воздействия на донные осадки сброс грунтов может вызвать изменения в гидрохимическом составе морской воды. На рисунке приведены результаты мониторинга концентрации кислоро-

да, pH и некоторых поллютантов в придонном слое морской воды на станции в центре свалки. В летние месяцы происходит резкое снижение содержания кислорода в придонном слое морской воды как за счет ограниченного вертикального обмена из-за усиления стратификации морских вод, так и высокого потребления кислорода на окисление поступившей органики. Кроме этого, к осени в придонном слое морской воды происходит увеличение содержания нефтяных углеводородов, которые поступают вместе с грунтами, и фенолов, которые образуются за счет окисления органического вещества.



Изменение концентрации кислорода (% насыщения, левая ось), pH, фенолов (мг/л), детергентов (мг/л) и нефтяных углеводородов (мг/л) в придонном слое морской воды в районе дампинга грунтов из б.Золотой Рог около п-ова Шкота

Temporal changes of concentrations of oxygen (% of saturation, left axis), pH, phenols (mg/l), detergents (mg/l) and oil hydrocarbons (mg/l) in subbottom layer of sea water near the Shkot peninsula at region of dumping operation of bottom sediments from the Bay the Gold Horn

Следует отметить, что влияние дампинга грунтов происходит на фоне возрастающего антропогенного стресса в результате роста численности населения, развития промышленности и сельского хозяйства как на побережье, так и в районах водосбора впадающих рек. Тем не менее сброс грунтов, по-видимому, сыграл роль «спускового механизма» и вызвал каталитическое воздействие на развитие негативных природных процессов, таких как гиперэвтрофикация и гипоксия придонных вод, что было отмечено в ряде работ в Черном, Балтийском, Баренцевом, Белом и Японском морях.

Таким образом, представленные экспериментальные данные показывают, что сброс загрязненных грунтов оказывает существенное влияние на химический состав грунтов и придонного слоя воды. Анализ приведенных материалов показал, что самым опасным следствием сброса грунтов, загрязненных токсичными веществами и легкоокисляемой органикой, является «раскачка» экосистемы, которая при увеличении размаха колебаний регистрируемых параметров приводит к возникновению негативных ситуаций в последующие годы.

EFFECTS OF POLLUTED GROUNDS DUMPING ON HYDROCHEMICAL SITUATION OF COASTAL WATERS OF VLADIVOSTOK

V.V. Plotnikov*, V.F. Mishukov**, V.V. Kalinchuk**, E.M. Cemenova*

*Far-Eastern National Fishing University, Vladivostok, Russia,

**V.I.Ilichev Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

Results of experimental researches of influence of polluted sediments from the Bay the Gold Horn on ecological conditions of coastal waters near Vladivostok are given under dumping operations. For waters of the Amur bay it is shown, that transport of sediments on significant distances from the center of dumping occurs under influence of hydrodynamical conditions with accumulating of pollution in a deep-water part and in a coastal zone of the Amur bay. Inputs of sediments, containing significant concentration of pollutants, bio-

genic elements and light oxidizing organic substances, play a role of " the trigger mechanism » on development of negative natural processes, such as hyper eutrophication and hypoxia in subbottom water layers in the summer period. The model of calculation of fields of currents and carry of impurity is developed for sediment damping which has shown the good description of considered experimental data. For waters of the Usury Bay the results of calculation of fields of distribution of impurity have shown, that in the summer period when a winds of a southeastern direction are observed by summer monsoon, the significant part of damped sediments transported to the Bosphorus Eastern Strait. Polluted areas of the Ayaks Bay, the Paris Bay and the Patrokol Bay were observed where construction of objects of the APEC summit, the Far-Eastern federal university and an oceanarium is planned on the Russian Island.

УДК 574

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ МОРСКОЙ БИОТЫ В РАЙОНАХ СТРОИТЕЛЬСТВА СУДОХОДНОГО КАНАЛА И ДНОУГЛУБЛЕНИЯ В ЗАЛИВЕ ПОСЬЕТА (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)

В.А. Раков, Л.Е. Васильева, А.А. Косьяненко, Ю.В. Федорец, О.А. Шарова
ТОИ им. В.И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, Россия

Дноуглубительные работы по прокладке входного канала в порт «Посьет» приведут к уничтожению сообществ донных организмов, изменению гидрологического режима залива, нарушениям условий природной среды и существования ряда гидробионтов, могут отразиться на процессах формирования песчаных отмелей и косы Назимова. Особую опасность для экосистемы могут представлять отсыпки изымаемого при дноуглублении грунта на мелководной прибрежной акватории. Возникающий при этом непоправимый и колоссальный ущерб природе и ее биоресурсам, в конце концов, может поставить под угрозу существование самого порта.

В связи с расширением масштабов деятельности порта «Посьет» по перевалке грузов (угля) возникла необходимость реконструкции и строительства причалов порта для приемки новых крупнотоннажных судов. Для этого планируется выполнение дноуглубительных работ не только вблизи причалов, но и на подходах к ним со стороны открытой части зал. Посьета в б. Рейд Паллада или на внешнем рейде порта.

Основным препятствием при заходе на внутренний рейд порта «Посьет» являются узкий западный проход из б. Рейд Паллада в бухты Новгородская и Экспедиции, расположенный между м. Назимова (маяк Назимова) и островком Черкавского, с максимальными глубинами от 10 до 18 м. Поэтому вход в порт ограничен судам с осадкой менее 9 м, и при заходе в порт и выходе из него суда должны иметь лоцманское сопровождение. Кроме того, заход в порт «Посьет» со стороны б. Рейд Паллада затруднен из-за наличия скалистых (у о. Черкавского) и песчаных (у косы Назимова) отмелей, отмеченных светящимися буями, а также из-за существования постоянных и сильных приливных течений в проходе. От песчаной косы Назимова по направлению к фарватеру располагается обширная илисто-песчаная отмель в северной части бухты, на которой планируется выполнение дноуглубительных работ, что является объектом настоящего исследования.

Проектом предусмотрено строительство канала в б. Рейд Паллада по входному створу: с юго-востока на северо-запад – восточная скала м. Назимова – вершина горы Большая Тигровая и далее с поворотом на север по входному створу в б. Постовая, с доведением глубины до отметок около 13,5-14,0 м. Общая протяженность проектируемого канала достигает 2,3 км при ширине по верхней кромке – до 400 м. Глубины в месте строительства канала в настоящее время находятся в пределах от 8-9 до 14 м, в среднем – около 11 м. Таким образом, мощность выработки донных отложений будет достигать 5-6 м, в среднем – около 3 м. Основной тип изымаемого грунта – сильно заиленный песок.

Выполнение крупномасштабных дноуглубительных работ в б. Рейд Паллада связано с большим воздействием на существующую водную экосистему не только указанной бухты, но и зал. Посьета в целом. Как известно, в б. Рейд Паллада находятся особо охраняемые природные территории (акватории) Дальневосточного морского биосферного заповедника (бухты Пемзоя, Миносок, Крейсерок), расположенные в 2,5-5 км от района работ. В соседней б. Экспедиции находится особо охраняемая природная территория (акватория), входящая в состав лечебно-оздоровительной местности – месторождение иловых лечебных грязей. Все бухты залива относятся также к памятникам природы. И, наконец, в б. Рейд Паллада существуют крупные скопления ценных промысловых морских животных, донные плантации приморского гребешка и трепанга, установки хозяйств марикультуры. Кроме того, на побережье бухт залива находятся исторические объекты, памятники природы, зоны и базы отдыха.

Основное воздействие будет оказано на донную фауну и флору в районе строительства канала, а также возможно сильное влияние строительства канала на процессы прибрежной литодинамики и

изменение рельефа в районе косы Назимова. Кроме того, извлечение больших объемов донных грунтов связано с проблемой их утилизации или складирования.

В основу настоящей работы положены материалы многолетних исследований сотрудников ТОИ ДВО РАН в зал. Посъета и результаты исследований в районе проектируемого канала в б. Рейд Паллада и дноуглубления в районе порта в 2008 и 2009 гг. Кроме того, использованы доступные архивные материалы и опубликованные научные статьи и монографии. Основанием для выполнения научных работ является договор между ГУ ДВО ВНИИ природы и ТОИ ДВО РАН по теме НИР «Влияние дноуглубительных работ на состояние экосистемы залива Посъета».

Экспедиционные исследования были выполнены в сентябре-октябре 2008 г. и в апреле и мае 2009 г. в районе проектируемого строительства на акваториях бухт Порт-Посъет, Постовая, Новгородская и Рейд Паллада. На 19 станциях были отобраны пробы воды, грунта, планктона и бентоса, проведено зондирование и постановка приборов для сбора океанографических данных.

В б. Рейд Паллада численность фитопланктона у поверхности воды была в среднем около 350-640 тыс. кл./л, а у дна – 260-740 тыс. кл./л. В среднем разница в плотности клеток водорослей у дна (до 20-25 м) и у поверхности воды находилась в пределах 30-100 тыс. кл./л. В полузакрытых бухтах Миноносик и Постовая плотность клеток у поверхности воды была немного ниже, чем у дна. В более открытых и глубоких районах б. Рейд Паллада численность фитопланктона у поверхности воды была всегда выше, чем у дна. Предельные величины плотности клеток водорослей были от 11 до 4161 тыс. кл./л.

Наибольшее видовое разнообразие фитопланктона в заливе отмечается осенью, когда показатель относительного обилия достигает 1,3. Vegetация планктонных водорослей продолжается круглый год. По существующей классификации и на основании средней численности микроводорослей воды б. Рейд Паллада находятся между мезотрофными и эвтрофными неритическими или ближе к эвтрофным.

Однако в б. Рейд Паллада намного выше показатели биомассы как фито- так и зоопланктона под квадратным метром водной поверхности, что связано с большей глубиной, чем в полузакрытых бухтах.

В б. Рейд Паллада на фоне доминирования копепод в зоопланктонном сообществе значительную долю биомассы составляют личинки бентосных животных. При этом летом преобладают личинки гастропод, а в некоторые периоды и двустворчатые моллюски, а в холодный период года – полихет. Осенью в этой бухте личинки двустворчатых моллюсков и полихет имеют примерно равные значения, составляя по 17 % от общей биомассы зоопланктона.

Науплиусы ракообразных в б. Рейд Паллада в среднем составляют 6,1 % (максимум – до 11 %) в летне-осенний период. Доля клядоцер в бухте летом достигает 16,9 % от общей, а к осени немного снижается до 13-16 % от общей биомассы зоопланктона.

Тип Chaetognatha был определен четырьмя массовыми видами из б. Рейд Паллада. Эти виды встречались на всех десяти станциях: *Leptosagitta uschakovi*, *Leptosagitta nudata*, *Leptosagitta cillariata*, *Sagitta nutana*. Численность щетинкочелюстных (Chaetognatha) на исследуемой акватории изменялась от 42 до 215 экз./лов.

В меропланктоне исследуемых бухт доминировали личинки моллюсков и полихет. Для двустворчатых моллюсков, включающих промысловые виды (*Mytilus trosulus*, *Crassostrea gigas*, *Mizuhopecten yessoensis*, *Chlamys farreri*, *Ruditapes philippinarum*), выявлены следующие экологические особенности:

1. Летом видовой состав личинок моллюсков – максимальный: одновременно в планктоне присутствует до 20 и более видов личинок, тогда как зимой и весной – не более 3-5 видов. Это объясняется размножением большинства видов двустворчатых моллюсков в летний период, когда численность личинок быстро (за 1-2 месяца) нарастает и также быстро падает в связи с оседанием личинок.

2. Максимумы численности личинок разных видов могут совпасть по времени, что дает «вспышку» плотности личинок двустворчатых моллюсков, когда она может составить десятки тыс. экз./м³. И наоборот, несовпадение их по времени приводит к относительно небольшой общей плотности личинок (в бухтах до 1 тыс. экз./м³).

3. Развитие личинок двустворчатых моллюсков летом совпадает с сезоном штормов и тайфунов, сильно перемешивающих верхние слои воды, приводящие к падению температуры воды и к резкому снижению плотности личинок в планктоне.

Личинки морских ежей в холодный период года в планктоне зал. Посъета не встречаются. Это связано с тем, что все обитающие здесь виды морских ежей размножаются летом и осенью при температуре воды выше 15-16 °С. Кроме того, основные скопления морских ежей расположены не в полузакрытых бухтах, а в б. Рейд Паллада. Поэтому численность личинок морских ежей в бухтах Новгородская и Экспедиции обычно ниже, чем в открытой бухте. Чаще всего личинки морских ежей концентрируются в верхних слоях воды.

Первыми в меропланктоне б. Рейд Паллада появляются личинки сердцевидного морского ежа *Echinocardium cordatum*, которые встречаются с июня по сентябрь. В июне и июле идет размножение серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*, и его личинки обнаруживаются в планктоне обыч-

но во вторую половину лета. Однако и в начале осени личинки этого вида могут попадать в планктонные пробы, что связано, вероятно, с заносом их из открытых районов зал. Петра Великого. Личинки черного морского ежа *Strongylocentrotus nudus* появляются в планктоне б. Рейд Паллада в июле-августе и могут встречаться в сентябре. Личинки нескольких видов плоских морских ежей обычно формируют относительно высокую численность в летние месяцы.

Личинки морских звезд встречаются в планктоне б. Рейд Паллада с мая и до конца года обычно в верхних слоях воды. Пики их численности связаны с нерестом многочисленных видов, из которых чаще всего во второй половине лета и осенью дают два вида – *Asterias amurensis* и *Patiria pectinifera*.

Личинки офиур, представленные несколькими видами, имеют наибольшую численность с июля по сентябрь. Некоторые офиоплутеусы проходят метаморфоз в планктоне, и в августе найдена молодь *Ophiura sarsi* в планктонных пробах. Личинки голотурий в планктоне б. Рейд Паллада находятся только в самое теплое время года – с июля по сентябрь.

Ихтиопланктон в районе исследования встречается круглый год. Анализ имеющегося материала, позволил составить достаточно полное представление об ихтиопланктоне б. Рейд Паллады в период исследования. Ихтиопланктон был представлен 8 видами рыб из 5 семейств (3 вида икры и 5 видов личинок). И наши данные дополнили новыми 6 видами рыб в б. Рейд Паллада. По литературным данным было зарегистрировано 16 видов рыб. В целом с нашими данными насчитываются яйца и личинки 25 видов рыб.

В районах исследования доминирует кормовой бентос, который исследован по данным проб, взятых дночерпателем. Однако в прибрежной зоне б. Рейд Паллада, а также в составе обрастаний причальной стенки порта встречаются некоторые промысловые виды (устрица, мидии, японский гребешок, спизула, серый и черный морские ежи и др.).

Дночерпательный бентос исследованного района б. Рейд Паллада характеризуется средними значениями биомассы для песчано-илистых грунтов открытых бухт Южного Приморья, не превышающими 100 г/м^2 , а также относительно однообразным и небольшим видовым составом – около 15 видов макробентоса. Основными доминирующими группами являются многощетинковые черви и мелкие двустворчатые моллюски. Первые из них представлены эрانتными формами детритофагов, а вторые – активными фильтраторами. К этим же группам относятся реже встречающиеся офиуры и седентарные полихеты. К группе хищников и трупоедов относятся редко встречающиеся брюхоногие моллюски, морские звезды и креветки. В видовом составе дночерпательного бентоса обнаружены молодые особи 4-5 промысловых видов двустворчатых моллюсков, взрослые формы которых глубже закапываются в грунт. По-сравнению с известными данными по бентосу мягких грунтов этого района зал. Посыета (Дерюгин, 1939; Скарлато и др., 1967; Микучич, Бирюлина, 1970; Климова, 1976; Вышкварцев, 1984 и др.) структура бентосных сообществ не претерпела существенных изменений, а продукционные показатели находятся в тех же пределах.

Планируемые дноуглубительные работы в б. Рейд Паллада, несомненно, приведут к изменению этой структуры и снижению биопродуктивности бентоса в зоне строительства канала. В первую очередь будут уничтожены практически полностью все гидробионты, попадающие в зону изъятия грунта. На частичное восстановление донных сообществ в этой зоне потребуется не менее 3-5 лет (продолжительность жизни большинства видов многощетинковых червей, двустворчатых моллюсков и др.). На полное восстановление структуры донных сообществ потребуется более 10-15 лет (средняя продолжительность жизни промысловых видов моллюсков). Кроме того, часть бентосных сообществ страдает от воздействия шлейфа илистых частиц и отложения его за пределами зоны дноуглубления. Так как в состав бентосных сообществ входят, в основном, закапывающиеся двустворчатые моллюски и эрانتные виды многощетинковых червей, то большинство особей попавших в зону плотного шлейфа, сохраняются живыми, однако их численность и биомасса не некоторое время уменьшатся из-за слабого пополнения из меропланктона. На полное восстановление структуры бентосных сообществ, попадающих в такую зону, потребуется около 1-3 лет. В зоне слабого воздействия шлейфа илистых частиц бентосные организмы практически не пострадают.

Для промысловых беспозвоночных основное воздействие от дноуглубительных работ в б. Рейд Паллада скажется на численности некоторых закапывающихся видов – спизулы сахалинской, мактры китайской, перонидии жилковатой и др. Однако так как основные скопления этих двустворчатых моллюсков находятся на меньших глубинах (4-10 м), то прямое и косвенное воздействие на их биоресурсы будет относительно небольшим по сравнению с общими запасами этих гидробионтов в б. Рейд Паллада.

Полученные данные по минералогическому составу донных отложений свидетельствуют, что в целом участки местоположения изученных проб характеризуют обстановку заиливания и слабой гидродинамики придонных вод. Причем, судя по соотношению песчаных фракций в пробах и содержанию слюд и растительных остатков, имеются незначительные отличия в гидродинамике придонных вод. Основная часть проб относится к илистым грунтам и согласно принятой классификации попадает в поле пелитов алевритовых. Осадки состоят в основном из частиц мелкого алеврита (0,05-0,01 мм) в количестве от 44,4 до 55,7 %, велика доля пелитовой фракции (до 26,8-35,5 %), количество песчаных частиц низ-

кое – менее 10 %. На классификационном треугольнике фигуративные точки располагаются довольно компактно, основное различие выражено в количественном соотношении песчаных частиц.

Анализ опубликованных и архивных материалов, а также результаты собственных исследований, в том числе выполненных в 2009 г., показывает, что при проведении дноуглубительных работ в б. Рейд Паллада будет нанесен заметный ущерб существующим водным экосистемам. В районе дноуглубления вместе с изымаемым грунтом будут уничтожены практически все бентосные организмы, включая промысловых беспозвоночных. Частично пострадают также донные гидробионты, попадающие в зону шлейфа взвешенных частиц грунта, прилегающую к району строительства. На восстановления донных сообществ до первоначального состояния потребуется не менее 3-10 лет (в зависимости от степени воздействия и видовой структуры сообществ).

Сообщества планктона и nekтона будут частично испытывать отрицательные воздействия, главным образом, только во время проведения дноуглубительных работ. Основное прямое влияние на эту часть водной экосистемы б. Рейд Паллада будет происходить в зоне распространения шлейфа взвешенных частиц грунта. Незначительное косвенное отрицательное воздействие на nekтонные сообщества будет происходить также в период выполнения дноуглубительных работ в части шумового (звукового) влияния на обширном пространстве бухты (практически на всей ее акватории), а также за счет уменьшения кормовой базы (кормового бентоса) на участке канала.

Отрицательного воздействия проводимых работ на акватории б. Рейд Паллада на редкие и исчезающие виды водных животных, в том числе включенные в Красную книгу РФ и Приморского края, практически происходить не будет. Однако периоды и время производства работ должны быть согласованы с природоохранными и рыбохозяйственными учреждениями (Приморрыбвод, ТИПРО-Центр, морской биосферный заповедник и др.), так как может происходить косвенное воздействие на некоторых представителей водной фауны (морские млекопитающие и птицы, мигрирующие виды рыб и беспозвоночных).

Были обнаружены существенно разные продукционно-деструкционные характеристики исследуемого района для двух сезонов: осень 2008 г. и весна 2009 г. Так, осенью 2008 г. воды исследованного бассейна были прозрачными и наблюдалась высокая продукция фитопланктона при достаточно высоком парциальном давлении углекислого газа (в сентябре). Весной этого года низкая прозрачность вод сочеталась с низкой продуктивностью фитопланктона и низкими значениями парциального давления углекислого газа.

Для обоих сезонов концентрации биогенных элементов были достаточно высокими и не являлись лимитирующим фактором первичного продуцирования органического вещества. Согласно классификации вод, основанной на концентрациях биогенных элементов, эти воды можно отнести к гиперэвтрофному типу (Заика, 2003).

Угольная пыль может изменить состояние экосистемы, значительно уменьшив прозрачность вод бассейна и увеличив содержание гумусового вещества. В настоящее время остается неясным вопрос о влиянии угольной пыли на фауну и флору морских осадков.

Прежде всего можно рекомендовать проводить работы в б. Рейд Паллада таким образом, чтобы минимально воздействовать на качество вод этого района:

1. Проводить дноуглубительные работы в осенний сезон, ближе к зиме. В этот период года наступает осенняя конвекция и дуют сильные северные ветра, которые будут приводить к апвеллингу. Оба процесса будут способствовать аэрации глубинных вод и интенсивному обмену вод в б. Рейд Паллада с открытой частью зал. Посьета. Эти процессы не позволят развиться гипоксии и, возможно, что основная часть взвешенного вещества будет вынесена из бухты.

2. Углубление дна должно проводиться с уклоном в сторону моря. Это будет способствовать более интенсивному обмену между внешней акваторией зал. Посьета и бухтой. Нельзя допускать ям, в которых могут развиваться застойные явления, которые в конечном итоге приведут к сероводородному заражению водной толщи бухты.

3. Нельзя допустить увеличения эвтрофикации бассейна и его мутности. Эвтрофикация – это нарушение баланса питательных веществ, связанное в первую очередь с поступлением в больших количествах в прибрежные воды органических и минеральных соединений азота и фосфора. Гумусовое вещество, содержащееся в больших количествах в углях, способно вызвать эвтрофикацию бассейна. Также растворенный гумус снижает глубину проникновения ФАР. Увеличение эвтрофикации и мутности вод может вызвать сезонную гипоксию, а также сероводородное отравление вод бассейна.

4. Уже сейчас необходимы работы, направленные на предотвращение попадания угольной пыли на поверхность моря, поскольку угольная пыль способна в негативную сторону изменить состояние экосистемы.

Для снижения риска нанесения значительного ущерба водным и наземным экосистемам зал. Посьета предложено изъятый при дноуглублении грунт вывозить за пределы залива на ближайшую подводную свалку, расположенную в верхней части глубокого Гамовского каньона в 30 км от района проведения дноуглубительных работ. На этой свалке уже проводились захоронения опасных грузов, не ведется рыбный промысел и нет редких и уникальных гидробионтов и природных объектов. Ущерб водной экосистеме каньона будет несущественным и от отсыпки здесь песчано-илистого грунта не пострадают особо охраняемые природные акватории и территории, находящиеся в 10-20 км от места свалки.

При выполнении дноуглубительных работ в б. Рейд Паллада необходимо выполнение непрерывного мониторинга состояния водных экосистем в течение продолжительного времени, в том числе по окончании дноуглубления. При возникновении опасных для существования природных экосистем ситуаций (массовая гибель животных, нарушение водообмена в бухтах, размывание берегов и др.), связанных с дноуглублением в б. Рейд Паллада, все работы должны быть остановлены до выяснения причин таких явлений. Для компенсации ущерба водной экосистеме и ее биоресурсам рекомендуем разработать программу природоохранных мероприятий и экологического мониторинга.

THE ECOLOGICAL MONITORING OF MARINE BIOTA IN REGION NAVIGABLE AND BOTTOM-DEEPENING IN POSJET BAY (JAPAN OF SEA)

V.A. Rakov, L.E. Vasiljeva, A.A. Kosjanenko, Y.V. Fedorets, O.A. Sharova

V.I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

The bottom-deepening for entrance navigable canal in port «Posjet» perhaps result at destruction of marine bottom organisms, the change hydrological regime, destruction current environmental condition and marine organisms, also forming sand banks and Nazimova Spit. For ecosystem of Posjet Bay run the risk of damping of bottom sediment on shallow bays. Existence of port «Posjet» depend with at planning work on Posjet Bay.

УДК 551.467.3(265.54)

ЭВОЛЮЦИЯ ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЙ ЯПОНСКОГО МОРЯ ВО ВТОРОЙ ПОЛОВИНЕ XX – НАЧАЛЕ XXI ВЕКОВ

Е.М. Семенова, В.В. Плотников

ФГОУ ВПО «Дальрыбвтуз», Владивосток, Россия

Произведен синтез различных видов ледовой информации о состоянии льда на Японском море и сформирован архив ледовой информации за период с 1960 г. и по настоящее время. Рассматривается состояние и эволюция ледяного покрова Японского моря. Анализируется вероятность существования направленной тенденции в ледовых процессах. Делается вывод о возможной перестройке структуры взаимосвязей в климатической системе северо-западной части Тихого океана.

Японское море является важной транспортной артерией и богатейшей промысловой зоной. Однако наличие сезонного ледяного покрова определяет ряд особенностей гидрометеорологических условий, учет которых необходим для эффективного развития региона. Интерес к анализу эволюции ледовых условий подчеркивается еще и широко обсуждаемым вопросом о направленном изменении климата. Учитывая, что ледяной покров является наиболее инерционным объектом – неким индикатором, отражающим влияние значительного комплекса гидрометеорологических факторов, то пристальное внимание к эволюции ледовых условий Японского моря, особенно ее многолетней изменчивости, становится весьма понятным. Кроме того, исследования ледового режима Японского моря, особенно зал. Петра Великого, приобретают особую актуальность в связи с планами проведения саммита стран АТЭС в 2012 г., строительством курортно-оздоровительной зоны, Дальневосточного федерального университета и океанариума на о. Русский. В дополнение к этому 31 декабря 2004 г. подписано распоряжение №1737-р о проектировании и строительстве единой нефтепроводной системы по маршруту г. Тайшет (Иркутская область) – г. Сковородино (Амурская область) – Козьмино, (Приморский край), откуда с нефтеперегрузочного терминала супертанкерами водоизмещением до 300 тыс. т будет перевозиться до 80 млн т нефти в год.

Исходные данные

Исходной информацией при создании архива данных о ледовых условиях дальневосточных морей послужили:

- карты ледовых авиаразведок над дальневосточными морями;
- спутниковые снимки ледяного покрова морей, получаемые с ИСЗ серий «NOAA», «Метеор», «Космос» и т.п.;
- гидрометеорологические ежемесячники (ежегодники) по Дальневосточному региону, содержащие данные прибрежных гидрометеорологических станций и постов за период с 1960 г. по настоящее время.

Сезонная и многолетняя изменчивость ледовитости

Многолетний ряд данных о ледовых условиях на Японском море позволил провести статистическую обработку имеющейся ледовой информации, проанализировать кривые сезонного хода ледовитостей (рис. 1), оценить гистограммы распределения отклонений декадных ледовитостей (рис. 2) и провести типизацию зим по характеру ледовых условий.

Соответственно повторяемость различных типов зим составила: 14,6 % – минимально ледовитые, 71,8 % – близкие к норме и 14,6 % – максимально ледовитые зимы.

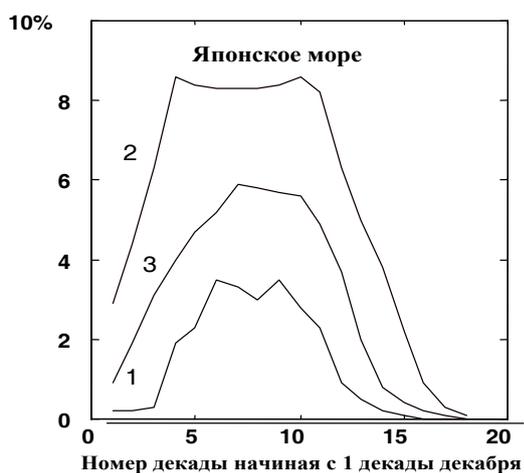


Рис. 1. Сезонное распределение экстремально малой (1), экстремально большой (2) и средней (3) многолетней ледовитости

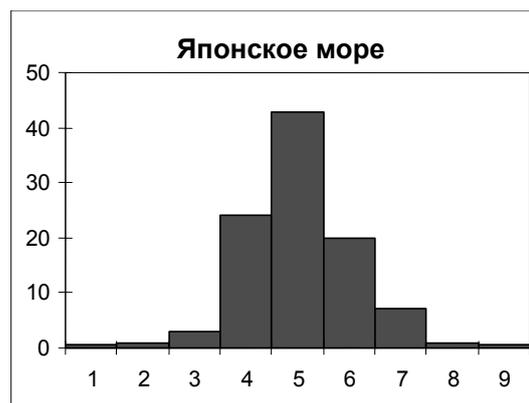


Рис. 2. Гистограммы распределения отклонений декадных ледовитостей дальневосточных морей

В плане анализа многолетней изменчивости особенно интересным представилось оценить существование направленной тенденции в развитии ледовых условий, а также выявить мелкомасштабные квазипериодические ее составляющие.

Компоновка рядов ледовитости проводилась следующим образом: из совокупности декадных данных извлекались значения, отстоящие друг относительно друга на период, равный одному году (рис. 3). По ним проверялась гипотеза о наличии трендовой составляющей (Плотников В.В., 2002).

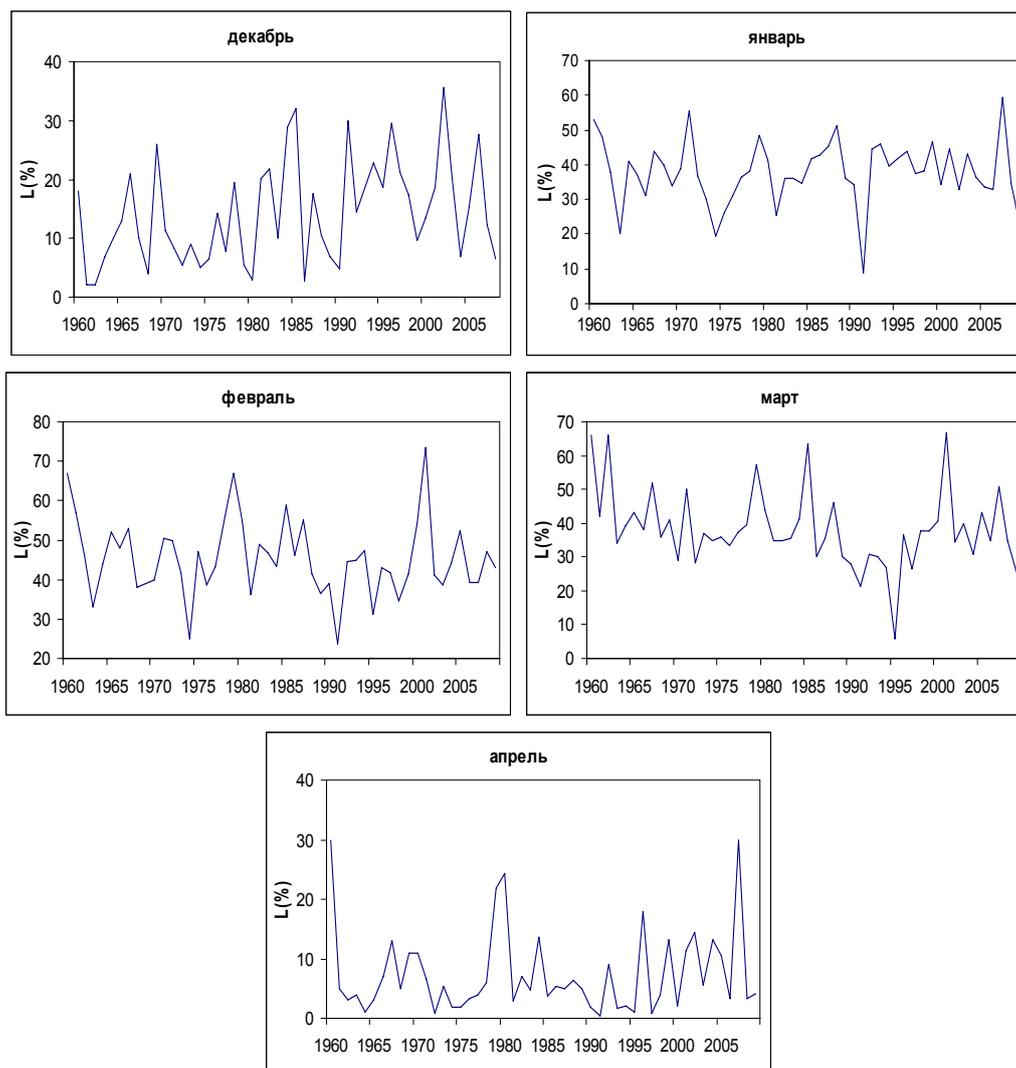


Рис. 3. Многолетние распределения ледовитости Японского моря

Расчетные параметры, отражающие характер направленного многолетнего изменения ледовитости, приведены в таблице.

Оценки трендовой составляющей и вероятности ее проявления в распределениях ледовитостей Японского моря

	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель
$L_{\text{средняя}}$	13,8	37,7	44,9	38,5	7,0
σ_t	9,3	9,3	9,4	10,5	6,6
α	0,01	0,01	-0,17	-0,31	-0,06
σ_α	0,12	0,12	0,12	0,13	0,09
Вероятность тренда	59 %	6 %	83 %	99 %	50 %

В таблице $L_{\text{средняя}}$ – среднее значение ледовитости, σ_t – среднее квадратическое отклонение анализируемого временного ряда $L(t)$, α , σ_α – параметры линейного тренда (угол наклона и среднее квадратическое отклонение оценки угла наклона соответственно). По значениям отношения α/σ_α оценивалась вероятность существования линейного тренда в многолетних распределениях ледовитостей.

Исходя из приведенных оценок, высокая вероятность существования линейного тренда в многолетних распределениях ледовитостей тренда отмечается в период максимального льдонакопления (февраль – около 83 %) и максимальная – на начальном этапе разрушения ледяного покрова (март – до 99 %). Однако характер возможного тренда в ледовых процессах в Японском море весьма своеобразен и отличается заметной изменчивостью в сезонном плане, а именно: угол наклона вероятной трендовой составляющей меняется от положительного в декабре до практически нулевого в январе и отрицательного в последующие декады ледового периода. Это свидетельствует о некоторой активизации процессов льдообразования в начальный период (декабрь), замедления – в период максимального льдонакопления (февраль) и ускорения процессов разрушения льда (март) и очищения моря ото льда (апрель) в период от 60-х гг. XX в. до начала XXI в.

Статистический анализ представленных рядов на высоких уровнях значимости (более 90 %) не показал наличия заметного линейного тренда в многолетних распределениях ледовитости.

Вместе с тем наличие разноразностных оценок существования тренда в течение анализируемых периодов отражает направленное изменение характера сезонных процессов, что должно свидетельствовать о перестройке структуры взаимосвязей в климатической системе северо-западной части Тихого океана.

На следующем этапе проводился анализ наличия возможных квазипериодических составляющих в ледовых процессах. Для этого вычислялись статистические оценки корреляционных функций, границ их доверительных интервалов (при доверительной вероятности 90 %), а также нормированных частотных спектров.

Анализ полученных результаты позволил в первом приближении выявить основные энергонесущие частоты (периоды циклическостей) и их порядок.

Выделены периоды 2-3 года, 7-8 лет, 11 лет и более. При этом вклад высокочастотных флуктуаций, включающих чисто случайную компоненту и квазипериодические составляющие с периодами до трех лет, составляет порядка 30-35 %.

Первую составляющую (2-3 года) обычно связывают с изменениями во взаимодействии основных центров действия атмосферы, хотя конкретные физические корни этого явления до конца еще не выяснены. Колебания с периодами около 7 лет, возможно, являются результатом биения, возникающего в атмосфере и гидросфере планеты в случае наложения на систему сезонных или годовых явлений волны полюсного прилива. Кроме того, возможно, эта составляющая является откликом на возмущения в системе «океан-атмосфера», кратные 3,5 годам и связанные с явлением Эль-Ниньо. Наличие пиков спектральной плотности на периодах 11 и 22 года, очевидно, связано с гелиогеофизическими факторами.

Рассматривая задачу типизации процессов по характеру изменчивости, в отдельную группу можно выделить начальный период льдообразования – по декабрь включительно, где корреляционные, а особенно, спектральные функции существенно отличаются от подобных функций в другие периоды. Это также является отражением ранее отмеченного факта неустойчивости ледовых процессов в начальный период льдообразования. Следовательно, ледяной покров в период его первичного формирования нельзя еще рассматривать как индикатор климатических процессов. Кроме того, в пространственно-временном аспекте наблюдается заметная неравномерность распределения весов отдельных циклических составляющих изменчивости. Если в периоды увеличения площади льда (декабрь-февраль) преобладают процессы с 7-8- (или 14-)-летней периодичностью, то в периоды разрушения льда прослеживается сдвиг энергонесущих характеристик в область более низких частот и начинают преобладать колебания с периодами 11 и более лет. Отмечается более выраженное преобладание 7-8-летней изменчивости. Одновременно можно отметить возможность существования 14-летней периодичности процессов (Плотников В.В., 2002).

Библиографический список

Плотников В.В. Изменчивость ледовых условий дальневосточных морей и их прогноз. Владивосток: Дальнаука, 2002. 172 с.

EVOLUTION OF ICE CONDITIONS OF THE JAPAN SEA IN THE SECOND HALF XX CENTURY – AT THE BEGINNING OF THE XXI CENTURY

E.M. Cemenova, V.V. Plotnikov

Far-Eastern State Technical Fishery University (Dalrybvtuz), Vladivostok, Russia

It has been performed synthesis of different kinds of ice information on the ice condition of the Japan Sea. It is formed the archive of ice information for the period from 1960 till the present time.

The condition and evolution of an ice cover of the Japan Sea are considered. Probabilities of existence of the directed tendency in ice processes are analyzed. The conclusion of probable reorganization of structure of interrelations in climatic system of a northwestern part of Pacific ocean is made.

УДК 556.54; 551.463

АКТИВНОСТЬ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОЛИАРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ МИКРОБНЫМИ КОМПЛЕКСАМИ АМУРСКОГО ЛИМАНА

О.Ю. Стукова, Л.М. Кондратьева

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, Россия

Рассматривается активность бентосных сообществ Амурского лимана по отношению к стойким ароматическим углеводородам, которые могут поступать с поверхностным и речным стоком. В модельных условиях показано, что в донных отложениях происходит поэтапная трансформация гидрофобных полициклических углеводородов до растворимых токсичных веществ. Активность трансформации циклических углеводородов определяется режимом солёности и уровнем евтрофирования прибрежных морских акваторий. Решающую роль в процессе их самоочищения играют планктонные и бентосные микробоценозы, функционирующие на биогеохимическом барьере «река-море».

Интенсивное развитие промышленного и сельскохозяйственного производства и низкий уровень очищающей способности очистных сооружений приводит к распространению загрязняющих веществ (ЗВ) в моря и океаны. Актуальной проблемой является загрязнение прибрежных морских акваторий различными поллютантами, в том числе полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ), которые признаны в мире как приоритетные загрязнители окружающей среды. Многие ПАУ входят в состав углеводородов нефти, образуются при сжигании различных видов топлива, входят в состав детрита и отмирающей растительности.

Как известно, большая часть загрязняющих веществ в составе взвесей поступает с речным стоком в прибрежную зону. В зоне смешения морских и пресных вод в устьях рек происходят значительные по масштабам процессы коагуляции растворенных (коллоидных) и взвешенных частиц. На примере рек Енисей, Лена, Обь было показано, что в зоне смешения морских и пресных вод происходит осаждение основной части речного стока. Здесь сочетаются механическое выпадение загрязняющих веществ в составе взвешенных веществ, сорбция, осаждение со свежееобразованными оксигидратами железа и биоассимиляция [4].

Увеличение концентраций ЗВ в дельтах рек негативно отражается на разнообразии и воспроизводстве биоресурсов. Поэтому в последнее время все больше уделяется внимания исследованию процессов самоочищения, происходящим в зоне смешения морских и пресных вод. Определяющую роль в формировании качества воды в прибрежных акваториях играют микробиологические сообщества, обеспечивающие деструкцию большей части органических токсикантов и углеводородов [6].

Важное место в самоочищении природных вод занимают донные отложения (ДО), являющиеся одной из составляющих водных экосистем. Они выступают активными регуляторами качества водной среды. Комплексные исследования, проведенные в последние годы в Амурском лимане, показали, что происходит интенсивное загрязнение ДО поллютантами различного строения. Известно, что природные воды могут загрязняться из различных источников: при утечках нефти во время ее добычи и транспортировки; поступать из воздуха (пылевые бури, газодымовые выбросы, выпадение осадков); от водного транспорта.

Амурский лиман – мелководный эстуарий р. Амур. Его площадь составляет около 10000 км². Благодаря своеобразному географическому положению он находится одновременно под влиянием холодных вод Охотского моря и теплых вод Татарского пролива. В лимане речные воды перемешиваются с водами Охотского и Японского морей, создается здесь сложный и неустойчивый гидрологический режим. Среди всех эстуариев Амурский лиман выделяется особенностью гидрологического режима в связи с поступлением и сезонным перераспределением взвешенных веществ, выносимых с речным стоком к северу и югу от устья р. Амур. В летний период 2/3 речного стока поступает в Охотское море, а в зимний период такая же доля стока распределяется в направлении Японского моря [1].

Впервые комплексная оценка качества воды в Амурском лимане с помощью микроорганизмов была дана в августе 1997 г. Было показано, что с речным стоком в Охотском направлении выносятся стойкие органические вещества различного строения, в том числе и ПАУ. Влияние речного стока и микробиологическая деструкция способствовали формированию различия качества воды по микробиологическим и гидрохимическим показателям на северном и южном фарватере. Показано, что природные воды на северном фарватере максимально загрязнены ароматическими соединениями, менее загрязнены природные воды возле п. Пронге (южный фарватер) [2]. Установлено, что с речным стоком в северном направлении выносятся преимущественно стойкие органические вещества различного строения, в том числе и ПАУ. Так, в пробах воды, отобранных в низовье Амура методом жидкостной хроматографии, были обнаружены такие высокомолекулярные ПАУ, как бензо(b)флюорантен, антрацен, фенантрен и нафталин [7].

Основная задача наших исследований состояла в изучении активности микробных комплексов (МК) Амурского лимана, формирующихся в донных осадках зоны смешения пресных и морских вод по отношению к ароматическим соединениям (фенол, нафталин, фенантрен).

Пробы воды и донных отложений были отобраны на различных участках Амурского лимана в северном и южном направлениях по мере увеличения солености воды во время комплексной экспедиции институтов ДВО РАН по программе «Амур» в июне 2006 г. (таблица). Для определения активности самоочищения природных вод в Амурском лимане от ароматических соединений различного строения был использован метод биоиндикации с применением инициированных микробных сообществ [3]. Культивирование бентосных микробных сообществ (БМС) проводили при комнатной температуре 18-23 °С в течение 30 суток в стационарных условиях в пробирках с 20 мл в минеральной среде М-9 следующего состава, г/л: КН₂Р₀4 – 1,33; К₂НР₀4 – 2,67; NH₄Cl – 1; Na₂SO₄ – 2; KNO₃ – 2; FeSO₄ – следы; MgSO₄ – 0,1. Были использованы селективные среды для морских бактерий: среда (Yuoshimizu, Kimura, 1976) г/л: К₂НР₀4 – 0,2; MgSO₄ – 0,05; дрожжевой экстракт – 2,0; искусственная морская вода, г/л: NaCl – 24; Na₂SO₄ – 4; KCl – 0,7; NaHCO₃ – 0,2; KBr – 0,1 с добавлением раствора микроэлементов. В качестве единственного источника углерода использовали ароматические соединения различного строения (фенол, нафталин, фенантрен) в концентрации 1 г/л, которые вносили в стерильную среду в асептических условиях.

Для экспериментального исследования в качестве инокулята (посевого материала) использовали суспензию донных осадков из верхнего слоя (0-5 см). Для этого 1 г ДО вносили в 100 мл стерильной дистиллированной воды, встряхивали в течение 20 мин на качалке и в стерильных условиях вносили по 1 мл в пробирки с жидкими средами. Активность бентосных микробных сообществ (БМС) определяли спектрофотометрическим методом по изменению оптической плотности (ОП) культуральной жидкости (КЖ) при длине волны 490 нм, изменению окраски КЖ при 400 нм.

При исследовании влияния режима солености на активность трансформации ПАУ в модельных условиях в питательную среду для культивирования микроорганизмов вносили различные концентрации хлорида натрия и морской соли (1-3 %). Для сравнения активности БМС были взяты две пробы донных осадков, которые были отобраны на участках, различающихся по солености воды: в устьевой зоне р. Амур и на юге Амурского лимана.

Согласно результатам микробиологического анализа было отмечено, что донные отложения отличаются по характеру их загрязнения органическими веществами (ОВ). В качестве показателя спецификации загрязнения ДО были использованы общая численность гетеротрофных бактерий (ОЧГБ) и численность индикаторной группы микроорганизмов – фенолрезистентных бактерий. Максимальное загрязнение донных осадков ароматическими соединениями и органическими веществами различного строения установлено в северной части Амурского лимана, что свидетельствует об их выносе с речным стоком. Высокая численность ОЧГБ отмечена в пробах, отобранных в устьевой зоне р. Амур и на мелководьях в районе Частых островов (таблица). Далее высокая численность бактериобентоса наблюдается в донных осадках центральной части лимана. На численность бактериобентоса оказывает влияние и такой фактор, как наличие детрита в донных отложениях (1, 4 и 10), который может иметь автохтонное происхождение за счет отмирания макрофитов, развивающихся на отмелях. Низкая численность бактерий зарегистрирована в Сахалинском заливе и проливе Невельского, где влияние речного стока сводится до минимума. Эти данные свидетельствуют о выносе с речным стоком органических веществ, которые в результате седиментации в зоне смешения морских и речных вод пополняют донные отложения, особенно в устьевой зоне и в центральной части лимана. При стабилизации режима солености, низких концентрациях ОВ численность бактериобентоса существенно снижается.

**Общая характеристика донных осадков и численность гетеротрофных бактерий
в Амурском лимане (июнь 2006 г).**

№ пробы	Место отбора проб	Характеристика донных отложений	Соленость воды	ОЧГБ, КОЕ/г * 105
1	Устье р. Амур	Глина с плотным коричневым детритом	0,03	470
2	Напротив п. Пронге	Песок тонкодисперсный	0,03	137
3	Ниже п. Джаорэ	Темный ил с небольшим количеством песка	0,11	145
4	Центр лимана	Глина с песком и небольшим количеством детрита	0,95	98,6
5	Напротив п. Озерпах	Крупнодисперсный песок	0,58	4,3
6	Сахалинский залив	Ил с глиной и частицами детрита	9,0	6,6
7	Сахалинский залив	Глина с тонкодисперсным песком	16,37	5,6
8	Лагуна на северо- западе о-ва Сахалин	Черный ил, с детритом и большим количеством мелких ракушек	17,38	13,0
9	Район Частые острова	Вязкий ил с примесью тонкодисперсного песка	2,12	167
10	Район Частые острова	Ил с песком и частицами детрита	5,34	94
11	Перед мысом Лазарева	Глинистый осадок	11,57	43
12	Перед мысом Лазарева	Ил с глиной и частицами детрита	15,11	40
13	Пролив Невельского	Глина с тонкодисперсным песком	21,25	6,3
14	Пролив Невельского	Глина с песком	25,33	8,0

Нами установлено, что с речным стоком выносятся растворенные формы фенольных соединений, которые вовлекаются в микробиологические процессы, о чем свидетельствует высокая численность фенолрезистентных бактерий в пробах воды, отобранных на станциях, расположенных в устьевой зоне р. Амур и в Охотоморском направлении до Сахалинского залива, где происходит снижение влияния речного стока.

Модельные исследования показали, что активность бактериобентоса по отношению к ароматическим соединениям различного строения отличается на разных участках Амурского лимана (рис. 1). Так, на моноароматическом феноле максимальную активность проявляли БМС в зоне влияния речного стока и на юге Амурского лимана до м. Лазарева. Согласно полученным данным модельного эксперимента наиболее активный рост на ПАУ проявляли бентосные сообщества из проб донных отложений, отобранных в южной части Амурского лимана. Было отмечено, что в результате деструкции фенола БМС образуются различные по химическому составу цветные продукты. Наиболее активно деструкция фенола происходила в донных осадках устьевой зоны р. Амур и на юге Амурского лимана. При длительном культивировании бактериобентоса в присутствии 0,1 % фенола через 2 месяца наблюдалась образование интермедиатов, окрашивающих КУ в ярко-зеленый цвет. Этот факт дает основание предположить, что происходит неполная трансформация ароматических соединений фенольного ряда, а донные отложения на некоторых участках Амурского лимана могут служить источниками вторичного загрязнения водной среды неидентифицированными токсичными соединениями. Эти вещества могут выступать в качестве факторов экологического риска для развития гидробионтов, включая бентосные сообщества высокопродуктивных прибрежных морских акваторий.

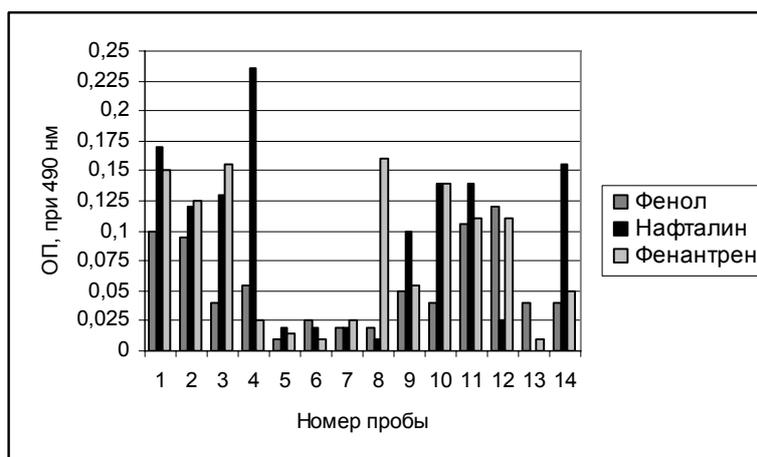


Рис. 1. Активность бактериобентоса на различных участках Амурского лимана

Особое внимание было уделено исследованию микробиологической трансформации бициклического (нафталина) и трициклического (фенантрена) представителей ПАУ. Самая высокая активность трансформации нафталина была отмечена при участии бентосных микроценозов в центральной

части Амурского лимана, где происходит активная седиментация ЗВ за счет изменения гидрологического режима и градиента солености. Дополнительным фактором выступала высокая численность бентосных бактерий. Низкая микробиологическая активность по отношению к ароматическим углеводородам на юге Сахалинского залива и в проливе Невельского является ярким примером слабого влияния речного стока на формирование качества воды в этих акваториях, так как основная масса поступающих со стоком взвешенных веществ осаждается на биогеохимическом барьере – в зоне смешения пресных и морских вод. В то же время следует отметить высокую активность по отношению к фенантрону, которую проявляли БМС из донных осадков, отобранных на северо-западе о. Сахалин в мелководной лагуне с развивающейся растительностью. Этот факт является подтверждением присутствия природных углеводородов, предшественников фенантрена и их вовлечения в микробиологические процессы самоочищения лагуны.

В модельных исследованиях, проведенных на разных питательных средах с минеральными солями, было установлено, что наиболее активно трансформация фенантрена происходила на минеральной среде М-9 с добавками морской соли. При внесении в питательную среду для культивирования микроорганизмов 1-3 % NaCl такого эффекта не наблюдалась, независимо от местообитания микробных комплексов. Наиболее активно трансформировали фенантрен в присутствии 1-3 % морской соли бентосные сообщества, развивающиеся в донных осадках на юге Амурского лимана (рис. 2), что подтверждает их адаптацию к природной солености. Ввиду низкой растворимости фенантрена по сравнению с нафталином – 1,2 мг/л и 34 мг/л соответственно [8] – можно предположить, что роль бентосных сообществ микроорганизмов будет наиболее существенной особенно при изменении режима солености в переходной зоне «река-лиман-море».

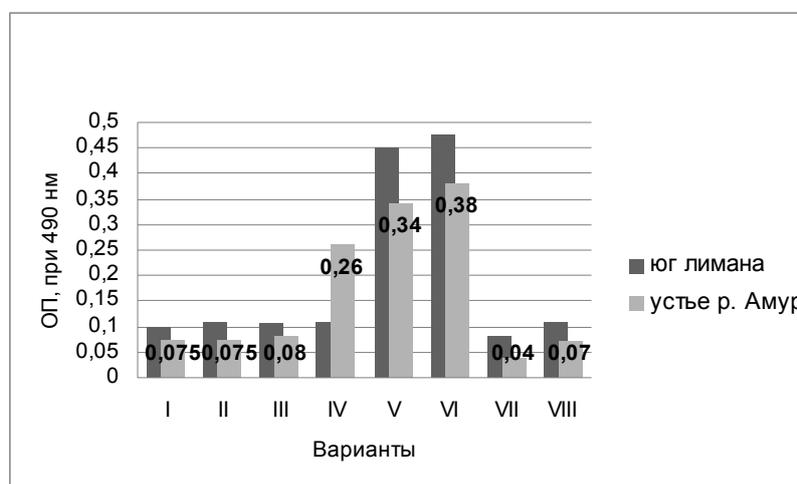


Рис. 2. Активность бактериобентоса на фенантроне при разной концентрации (1-3 %) солености на 30 суток: I – 1 % NaCl + среда М-9; II – 3 % NaCl + среда М-9; III – 1 % NaCl + среда Yuoshimizu, Kimura (без пептона и глюкозы); IV – 3 % NaCl + среда Yuoshimizu, Kimura (без пептона и глюкозы); V – 1 % морской соли + среда М-9; VI – 3 % морской соли + среда М-9; VII – искусственная морская вода без микроэлементов; VIII – искусственная морская вода с микроэлементами.

В последнее время особое внимание уделяется изучению механизмов трансформации и деструкции ПАУ, которые происходят в результате самоочищения водной среды. Микроорганизмы-деструкторы, разлагая ксенобиотики и стойкие природные органические вещества, аккумулированные в ДО, принимают участие не только в многостадийных процессах разложения ОБ, но и во вторичном загрязнении придонных слоев воды. В результате в воду могут поступать растворенные органические вещества различной степени токсичности.

В литературе описаны различные механизмы биodeградации фенантрена при участии отдельных штаммов бактерий и искусственно созданных ассоциаций микроорганизмов. Установлено, что биodeградация фенантрена зависит от многих факторов концентрации фенантрена, условий окружающей среды, от активности микроорганизмов деструкторов. Так, различные штаммы микроорганизмов разрушали 1 мг фенантрена от 4 до 42 суток с образованием на различных этапах такого метаболита, как 1-гидрокси-2-нафтойная кислота [5].

Кроме того, несмотря на происхождение (природное или антропогенное), фенантрен может разлагаться с образованием промежуточных продуктов различной степени токсичности (салициловая кислота, фталевые кислоты, нафтол, изомеры гидроксинафтойной кислоты). Так как трансформация полициклических ароматических углеводородов в донных отложениях протекает при участии комплексного микробоценоза, можно прогнозировать не только их поэтапное разложение, но и вероятность накопления разных промежуточных продуктов в придонных слоях воды.

Таким образом, соленость играет решающую роль в процессах самоочищения, происходящих в зоне смешения пресных и морских вод. Установлено различие в формировании качества воды на различных участках в Амурском лимане к северу и югу от устья р. Амур при меняющемся режиме солености. Показано, что при длительной микробиологической трансформации ПАУ образуются токсические цветные продукты, ухудшающие качество водной среды. Из Амурского лимана в Охотское море выносятся и осаждаются на мелководьях гидрофобные ПАУ и разнообразные продукты их трансформации. На биогеохимическом барьере в зонах седиментации взвешенных веществ возрастает роль бентосных микробных комплексов. При естественном наборе минеральных солей активность БМС по отношению к фенантрону возрастает. Неидентифицированные продукты трансформации ПАУ выступают в качестве факторов экологического риска для развития гидробионтов в прибрежных морских акваториях.

Библиографический список

1. Современное осадконакопление в эстуарии р. Амур / О.В. Дударев, А.И. Боцул В.В. Аникеев и др. // Тихоокеанская геология. 2000. № 13. С. 30-43.
2. Кондратьева. Л.М. Экологический риск загрязнения водных экосистем. Владивосток: Дальнаука, 2005. 299 с.
3. Кондратьева. Л.М. Экологический риск загрязнения прибрежных морских акваторий полиароматическими углеводородами: Матер. междунар. научно-практ. конф «Морская экология» (3-5 октября 2007 г.). Т. 1. Владивосток: МГУ им. адм. Г.И. Невельского, 2007. С. 46-50.
4. Лисицын А.П. Маргинальный фильтр океанов // Океанолог. 1994. № 5. С. 135-147.
5. Деградация фенантрена бактериями рода *Pseudomonas* и *Burkholderia* в модельных почвенных экосистемах / И.Ф. Пунтус, А.Е. Филонов, Л.И. Ахметов и др. // Микробиология. 2008. № 1. С. 11-20.
6. Сорокин Ю.И. Черное море. М.: Наука, 1982. 217 с.
7. Kondratyeva L. Combined methods for Amur river pollution assessment. Ecosystem approach / L. Kondratyeva // Report on Amur – Okhotsk project. Proceeding of the Kyoto Workshop, Kyoto: Research Institute for Humanity and Nature, 2004. № 2. P. 47-65.
8. Shuttleworth K.L. Bacterial degradation of low concentration of phenantrene and inhibition by naphthalene / K. L Shuttleworth, C. E. Cerniglia // J. Microb. Ecol. 1996. V. 31. P. 305-317.

ACTIVE TRANSFORMATION OF POLYAROMATIC HYDROCARBONS BY MICROBIAL COMPLEXES OF AMUR LIMAN

O.Y. Stukova, L.M. Kondratyeva

Institute for Aquatic and Ecology Problems FEB RAS, Khabarovsk, Russia

In this article the active of benthic communities in the Amur Liman in relation to persistent aromatic hydrocarbons, which can come from the surface and river runoff is discussed. In the sediments was shown gradual transformation hydrophobic polycyclic hydrocarbons to the soluble toxic in model condition. Active transformation of polycyclic hydrocarbons is determined by the salinity regime and the level eutrophication coastal marine waters. The plankton and benthic microbial are play decisive role in the process of self-purification functioning at the biogeochemical barrier river-sea.

EFFECT OF CLIMATE CHANGE ON THE STOCK OF NEON FLYING SQUID IN THE NORTHWESTERN PACIFIC OCEAN

Tian Siqun, Chen Xinjun

Shanghai Ocean University, Shanghai, China P.R.

*Neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, plays an important role in the pelagic ecosystem and also is an important commercial fishing species in the northwestern Pacific Ocean. The life span of this squid is only one year and its stock is easily affected by the marine environmental variations. In this study, we focused on the effect of climate change on this squid stock. Based on Chinese squid fisheries data, we analyzed the relationships of temporal variations of the Kuroshio-Oyashio and climate index (PDO, ENSO) which reflected the climate change on with the abundance index of neon flying squid. It showed that the variations of Kuroshio-Oyashio currents, SST, PDO, El Niño/La Niña events had apparent correlations with this squid fisheries stock.*

Neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, is a large oceanic squid distributed in temperate and subtropical waters of the world. The commercial exploitation of neon flying squid mainly occurs in the northwestern Pacific Ocean (NWPO). This squid population comprises two spawning cohorts which are autumn

spawning cohort and winter– spring spawning cohort in the North Pacific Ocean. The fishing vessels of Japan, Korea and Chinese Taipei started to catch this species in succession in the 1970s and fishing methods were jigging and drifting gillnet which targeted all two cohorts. Estimated annual production was 250 000–350 000 t in the 1980s and 1990s. After the use of large-scale driftnets was prohibited, the winter-spring cohort became the main target of the jigging fishery with annual total catches reaching 100 000 – 200 000 t during 1994 to 2004. And the total annual catch by China has been >80 000 t since 1996, >90 % of the total North Pacific catch of the species. This squid also plays an important role in the pelagic ecosystem in North Pacific Ocean.

It is now recognized that climate changes which usually leads to oceanographic variations have major impacts on the abundance of marine living resources. The major climate events associated with ENSO (El Niño-Southern Oscillation) regimes, regime shifts, and 50- to 70- year climate trends are reflected in the population dynamics of most living resources. The lifespan of this squid is 1 year and it is easily affected by the environmental variations. Recent research has suggested that variations in the oceanographic environment can play an important role in determining both the distribution and the abundance of squid populations.

This study focused on analyzing the relationship between climate change and neon flying squid in NWPO and aimed to evaluate how oceanographic variations influence on the stock abundance of this squid. Because of the limited survey data, Chinese commercial fisheries data from June to November during 1995 to 2008 were from the database of Chinese squid-jigging technology working group were used to analyze the stock fluctuation of neon flying squid. The complexities always exist in the commercial fisheries data for the annual or monthly variations of fishing vessels numbers, fishing duration and fishing area, etc. We sampled 1000 records randomly in each year, and then standardized their CPUE as a relative abundance index to reflect the stock fluctuation of neon flying squid. For qualifying the relationship between climate change and neon flying squid, we applied the climate indices which are monthly PDO (Pacific Decadal Oscillation) index and monthly ENSO index and the monthly spatial areas of suitable sea surface temperature for neon flying squid habitat. Moreover, hydrographic structure and variability in the Kuroshio-Oyashio currents caused by climate change were considered influencing on the spawning grounds and feed grounds of neon flying squid. We analyzed the monthly variations of Kuroshio path, flow and area of Oyashio to establish nonlinear relationships with stock abundance of this squid. Some statistics methods such as Cross relation method, generalized additive model (GAM) and the GIS (Geographical Information System) method were used in data analysis. These results showed that the variations of Kuroshio-Oyashio currents, the area of suitable SST, PDO, El Niño/La Niña events had the apparent correlations with this squid fisheries stock. We also discussed the mechanism how long term climate change affected the stock of neon flying squid in the NWPO in this study. When the exploitation or protection strategies on neon flying squids are made, the effect of climate change should be considered.

Reference

1. Bellido, J.M., Pierce, G.J. and Wang, J., 2001. Modelling intra-annual variation in abundance of squid *Loligo forbesi* in Scottish waters using generalized additive models. *Fish. Res.* 52(1-2): 23-29.
2. Burnham, K.P., Anderson, D.R., 2002. *Model Selection and Multimodel Inference: A Practical Information-theoretic Approach*, 2nd ed. Springer-Verlag, New York.
3. Campbell, R.A., Tuck, G., 1996. Spatial and temporal analyses of SBT fine-scale catch and effort data. In: Working Paper SBFWS/96/18 Presented at the Second CCSBT Scientific Meeting, Hobart, Australia, August 26 – September 6, 37 pp.
4. Cao, J., Chen, X.J., Chen, Y., 2009. Influence of surface oceanographic variability on abundance of the western winter-spring cohort of neon flying squid *Ommastrephes bartramii* in the NW Pacific Ocean. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 381:119-127.
5. Chen, C.S., Chiu, T.S., 1999. Abundance and spatial variation of *Ommastrephes bartramii* (Mollusca: Cephalopoda) in the eastern North Pacific observed from an exploratory survey. *Acta Zool. Taiwan.* 10(2):135-144.
6. Chen, X.J., 1997. An analysis on marine environment factors of fishing ground of *Ommastrephes Bartramii* in northwestern Pacific. *Journal of Shanghai Fisheries University.* 6(4):263-267 (in Chinese).
7. Chen, X.J. and Tian, S.Q., 2005. Study on the Catch Distribution and Relationship Between Fishing Ground and Surface Temperature for *Ommastrephes Bartramii* in the Northwestern Pacific Ocean. *Periodical of Ocean University of China.* 35(1):101-107 (in Chinese).
8. Chen, X.J., Tian, S.Q., Chen, Y., Liu, B.L., 2010. A modeling approach to identify optimal habitat and suitable fishing grounds for neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the Northwest Pacific Ocean. *Fish. Bull.* 108:1-14.
9. Chen, X.J., Xu L.X. and Tian, S.Q., 2003. Spatial and temporal analysis of *Ommastrephes bartramii* resources and its fishing ground in North Pacific Ocean. *Journal of Fisheries of China.* 27(4): 334-342 (in Chinese).

10. Chen, X.J., Zhao, X.H., and Chen, Y., 2007. Influence of El Niño/La Niña on the western winter-spring cohort of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the northwestern Pacific Ocean. ICES J. of Mar. Sci. 64(6): 1152–1160.
11. Denis, V., Lejeune, J., Robin, J.P., 2002. Spatio-temporal analysis of commercial trawler data using general additive models: patterns of Loliginid squid abundance in the north-east Atlantic. ICES J. Mar. Sci. 59(3): 633-648.
12. Fan, W., 2004. A study on application of satellite remote sensing in marine fishing-ground analysis and fishing condition forecasting--a case of *Ommastrephes Bartramii* fisheries in northwest Pacific Ocean. PhD thesis, East China Normal University, 132pp. (in Chinese)
13. Hastie, T. J., and Tibshirani, R. J., 1990. Generalized Additive Models. Chapman & Hall, London. 335 pp.
14. Ichii, T., 2003. Akaika [Red flying squid]. In: Kokusai gyogyo shigen no genjou [The Current Status of International Fishery Stocks]. Suisanchou/suisan sougou kenkyuu sentaa [Japan Fisheries Agency/Fisheries Research Agency], pp. 304-308. (in Japanese)
15. Ichii, T., Mahapatra, K., 2004. Stock assessment of the autumn cohort of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the North Pacific based on the past driftnet fishery data. Heisei 16 nendo ikarui shigen kenkyuu kaigi houkoku [Report of the 2004 Meeting on Squid Resources]. Japan Sea National Fisheries Research Institute, Niigata, pp. 21-34. (in Japanese).
16. Ichii, T., Mahapatra, K., Sakai, M., Okada, Y., 2009. Life history of the neon flying squid: effect of the oceanographic regime in the North Pacific Ocean. Mar. Ecol. Prog. Ser. 378:1-11.
17. Maunder, M.N and Punt, A.E., 2004. Standardizing catch and effort data: a review of recent approaches. Fish. Res. 70(2-3):141-159.
18. Mori, J., 1997. Geographical differences between the parasites' infection levels of the neon flying squid (*Ommastrephes bartrami*) from the North Pacific Ocean (Abstract). Heisei 7 nendoikarui shigen kenkyuu kaigi houkoku [Report of the 1995 Meeting on Squid Resources]. Contributions to the Fisheries Researches in the Japan Sea Block, No. 36. Japan Sea National Fisheries Research Institute, Niigata, pp. 85–86. (in Japanese)
19. Murata M. and Y Nakamura., 1998. Seasonal migration and diel vertical migration of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific. Contributed papers to the international symposium on large pelagic squids. Japan Marine Fishery Resources Research Center. 13-30 pp.
20. Nagasawa, K., Mori, J., Okamura, H., 1998a. Parasites as biological tags of stocks of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the North Pacific Ocean. In: Okutani, T. (Ed.), Contributed Papers to International Symposium on Large Pelagic Squids. Japan Marine Fishery Resources Research Center, Tokyo, p. 49-64.
21. Nagasawa, K., Mori, J., Okamura, H., 1998b. Parasites as biological tags of stocks of neon flying squid (*Ommastrephes bartramii*) in the North Pacific Ocean (Abstract). Heisei 8 nendo ikarui shigen kenkyuu kaigi houkoku [Report of the 1996 Meeting on Squid Resources]. National Research Institute of Far Seas Fisheries, Shimizu, p. 120.
22. Nakata, J., 1998. Jigging and drift-net survey on the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii* in the Northwestern Pacific. Heisei 8 nendo ikarui shigen kenkyuu kaigi houkoku [Report of the 1996 Meeting on Squid Resources]. National Research Institute of Far Seas Fisheries, Shimizu, pp. 69. (in Japanese)
23. Pinheiro, J.C., Bates, D.M., 2000. Mixed-effects Models in S and S-plus. Springer, New York.
24. Punt, A.E., Walker, T.I., 2000. Standardization of catch and effort data in a spatially-structured shark fishery. Fish. Res. 45(2): 129-145.
25. Richard, J. B., 2008. Impacts of climate and climate change on the key species in the fisheries in the North Pacific. PICES Scientific Report No. 35.
26. Ricker, W.E., 1975. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bull. Fish. Res. Bd Can. 191:1-382.
27. Roden G I., 1991. Subarctic-Subtropical Transition Zone of the North Pacific: large-scale aspects and mesocale structure. NOAA Tech. Rept. NMFS. 105:1-38.
28. Shao, Q.Q., MA, W.W., Chen, Z.Q., You, Z.M., Wang, W.Y., 2005. Relationship between Kuroshio meander pattern and *Ommastrephes bartramii* CPUE in Northwest Pacific Ocean. Oceanologia ET Limnologia Sinica. 36(2): 111-122.
29. Swartzman, G., Huang, C.H., Kaluzny, S., 1992. Spatial analysis of Bering Sea groundfish survey data using generalized additive models. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 49(7):1366-1378.
30. Tian, S.Q., Chen, X.J., Chen, Y., Xu, L.X., Dai, X.J. 2009. Standardizing CPUE of *Ommastrephes bartramii* for Chinese squid-jigging fishery in Northwest Pacific Ocean. Chin. J. Ocean. Limno. 27(4): 729-739.
31. Tian, S.Q., Chen, X.J., Chen, Y., Xu, L.X., Dai, X.J. 2009. Evaluating habitat suitability indices derived from CPUE and fishing effort data for *Ommastrephes bratramii* in the northwestern Pacific Ocean. Fish. Res. 95:181-188.
32. Yatsu, A., Watanabe, T., 1996. Interannual variability in neon flying squid abundance and oceanographic conditions in the central North Pacific, 1982-1992. Bull. Nat. Res. Inst. Far Seas Fish. 33(3):123-138.

33. Yatsu, A., Watanabe, T., Tanaka, H., Mori, J., 1997. Fishing grounds of the large-sized neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the central North Pacific Ocean: results from a jigging survey during 1993–95. Heisei 7 nendo ikarui shigen kenkyuu kaigi houkoku [Report of the 1995 Meeting on Squid Resources]. Contributions to the Fisheries Researches in the Japan Sea Block, No. 36. Japan Sea National Fisheries Research Institute, Niigata, pp.53–65. (in Japanese)

34. Yatsu, A., Tanaka, H., Mori, J., 1998. Population structure of the neon flying squid, *Ommastrephes bartramii*, in the North Pacific. In: Okutani, T. (Ed.), Contributed Papers to International Symposium on Large Pelagic Squids. Japan Marine Fishery Resources Research Center, Tokyo, pp.31–48.

35. Yatsu, A., 2003. Kaiyouiki Ni Okeru Surumeikarui No Seitai to Shigen [Ecology and resources of ommastrephid squids in the pen ocean]. In: Arimoto, T., Inada, H. (Eds.), Surumeika No Ekai—Shigen, Gyogyou, Riyou [The World of the Japanese Common squid (*Todarodes pacificus*)—Resources, Fishery and Utilization]. Eizando Shoten Publishing Co., Tokyo, pp. 93–109. (in Japanese)

36. Wang, Y.G. and Chen, X.J., 2005. Oceanic economical Ommastrephidae squids and their fisheries in the world. Ocean press of China. 124-155pp.(in Chinese).

37. Xiao, Y., 1998. Subtleties in, and practical problems with, the use of production models in fish stock assessment. Fish. Res. 33(1):17-36.

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ НА ЧИСЛЕННОСТЬ ВИДА КАЛЬМАРА-БАРТРАМЕ (OMMASTREPHES BARTRAMII) В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

Тянь Сыцюань, Чэнь Сицзюнь

Шанхайский Океанологический Университет, Шанхай, КНР

Кальмар-бартраме (Омнастреорес) играет значительную роль в экосистеме океана и является важнейшим объектом промыслового рыболовства в северо-западной части Тихого океана. Продолжительность жизни данного вида кальмара составляет всего один год, и его популяция в значительной степени подвержена изменениям внешней среды. Данная работа нацелена на исследование влияния климатических изменений на численность данной разновидности кальмара. Основываясь на информации по вылову кальмара, имеющейся в Китае, мы проанализировали взаимосвязь изменения во времени теплового течения Курисио и климатических индексов (PDO, ENSO), которые отражают влияние климатических изменений на показатель частоты встречаемости и обилия вида кальмара-бартраме. Результаты показали, что изменения течения Курисио, явления «Эль-Ниньо» и индексов SST и PDO оказывают непосредственное влияние на численность кальмара.

УДК 502.7 (73)

ПРИРОДООХРАННАЯ СИСТЕМА США

Ю.П.Чебунина

ФГОУ ВПО «Тихоокеанский государственный экономический университет» (ТГЭУ),
Владивосток, Россия

Представлен краткий обзор системы по охране окружающей среды в США. Освещены основные функции законодательных, исполнительных и общественных организаций в этой области юриспруденции.

Экологическая политика США имеет не большую историю, тем не менее она заслуживает внимания в силу своего прагматизма, системного подхода и эффективности экологического права.

Основой природоохранной системы в штатах является многоуровневая структура с участием федеральных законодательных и исполнительных органов, региональных и местных форм управления на принципах государственного подхода, широкой сети неправительственных организаций.

На федеральном уровне по большинству законов экологической области юрисдикцией обладает Комитет Сената по окружающей среде и общественным работам при активном участии Американской коллегии адвокатов.

При этом основным постулатом в природоохранном законодательстве этого Комитета является не поиск консенсуса с бизнесом, а принятие таких решений, которым бизнес не мог бы противоречить. Преимущества такого подхода очевидны.

В роли федеральных исполнительных органов по вопросам охраны природы выступает Министерство внутренних дел и Агентство по охране окружающей среды.

В составе Министерства внутренних дел природоохранную миссию выполняют Служба национальных парков и Служба рыбного хозяйства и живой природы.