

2. Фосфолипиды. Общее содержание фосфолипидов в мышечной ткани молоди лосося из р.р. Западная Лица, Печа и Пак и печени молоди р.р. Печа и Западная Лица с возрастом уменьшается (с 70,0 до 35,0 % и с 43,0 до 29,0 % от общего содержания липидов, соответственно), а печени молоди реки Пак увеличивается (с 26,0 до 61,0 %). Диапазон изменчивости этого показателя существенно различается для каждой реки, что может быть связано с влиянием экологических факторов, например, с различиями в качественном составе кормовой базы. Основными компонентами фосфолипидов мышечной ткани молоди являются лецитин (до 36 % от общего количества липидов) и кефалин (до 19,1 %). Лецитин и кефалин – наиболее лабильные и быстро обменивающиеся фосфолипиды, способные выполнять, кроме запасной, и энергетическую функцию в клетке (Чечеткин, 1982), что косвенно свидетельствует о высокой двигательной активности и жизнеспособности дикой молоди лосося в речной период жизни.

3. Стерины. Установлено, что с возрастом в мышечной ткани количество стерина (в частности, холестерина) уменьшается (с 20,0 до 15,0 % от общего содержания липидов), а в печени увеличивается (с 7,4 до 15,0 %). Холестерин необходим для построения клеточных мембран и для синтеза веществ стероидной природы и желчных кислот, он является запасным липидом и накапливается в печени (Чечеткин, 1982).

Таким образом, установлены различия во фракционном составе липидов тканей исследованных рыб. Триацилглицерины наиболее быстро количественно реагируют на экологические факторы. Фосфолипиды накапливаются с возрастом.

Литература

- Анисимов, А.А., Леонтьева, И.Ф. Основы биохимии : учебник для студ. биол. спец. ун-тов. – М. : Высш. шк., 1986. – 551 с.
- Добрынина, В.И. Учебник биологической химии. – М. : Гос. из-во мед. лит-ры, 1963. – 448 с.
- Кейтс, М. Техника липидологии. Выделение, анализ и идентификация липидов / пер. с англ. Вавера В.А.- М. : 1975. – 322 с.
- Кольман Я., Рём К.-Г., Наглядная биохимия, М. :Мир, 2000.
- Лакин, Г.Ф. Биометрия : Учеб. пособие для биол. спец. вузов – 4-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1990. – 352 с. : ил.
- Ленинджер А. Основы биохимии, М. : Мир, том 1–3, 1985.
- Чечеткин, А.В., Головацкий, И.Д. Биохимия животных. – М. : Высш. шк., 1982. – 511 с.
- Elliott W.H., Elliott D.S., Biochemistry and molecular biology, Oxford University Press, Oxford, England, 1997.
- Stryer L., Biochemistry, (4th ed.), Freeman W.H., New York, NY, 1995.

СОСТАВ И СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МЕРОПЛАНКТОНА УСТЬЕВОЙ ЧАСТИ ГУБЫ ЧУПА (БЕЛОЕ МОРЕ)

И.М. Примаков, О.Л. Саранцова, О.О. Ушакова

Учреждение Российской академии наук Зоологический институт РАН
г. Санкт-Петербург, Россия, e-mail: igor@IP5790.spb.edu

Введение

На Беломорской Биологической станции Зоологического института начиная с 1961 года ведется систематическое круглогодичное исследование зоопланктона. Основное внимание в этом мониторинге уделяется голопланктону, в первую очередь ракообразным, по видовому составу и численности которых в разные сезоны получены исчерпывающие сведения (Прыгункова, 1974). Данные, касающиеся представителей других систематических групп беспозвоночных, к сожалению, неполны. Это в первую очередь касается видового состава присутствующих в планктоне личинок донных беспозвоночных – важного компонента зоопланктона. Пелагические личинки, сосредоточенные в неритической зоне, особенно в прибрежных водах, играют важную роль в продукционной цепи шельфа и в определенные сезоны составляют большую часть зоопланктона (Thorson, 1950; Милейковский, 1960; Корн, Куликова, 1997). Эти личинки, временно присутствующие в планктоне, обозначаются терминами «меропланктон» или «ларватон» по С.А. Милейковскому (1973), употребляемыми нами в качестве синонимов.

Регулярному исследованию меропланктона Белого моря и, в частности, Кандалакшского залива, посвящена обширная литература, начиная с классических работ С.А. Милейковского (1960, 1965). Рассматривая экологические исследования, ставшие регулярными в Кандалакшском заливе и в особенности в губе Чупа с 80-х годов XX века, представляется целесообразным выделить следующие основные направления. Это особенности планктонных личинок и их роль в качестве резерва пополнения молодью бентосных сообществ, причем наиболее детально рассматривались видовой состав, сезонная динамика, вертикальное распределение плотности личинок, динамика оседания, воздействие абиотических факторов (Ошурков и др., 1982; Шилин, 1989; Бурковский и др., 1998). Особенно детально изучалась пространственно-временная динамика самых многочисленных группировок личинок – личинок двухстворчатых моллюсков – на примере губы Чупа (Максимович, Шилин, 1991, 1997). На этом фоне остаются некоторые частные особенности, которые нам представлялось интересным выяснить. А именно: 1. как меняется видовой и количественный состав меропланктона в период биологического лета на протяжении ряда лет на близлежащих, но различающихся гидрологическим режимом участках; 2. есть ли связь между динамикой плотности меропланктона и колебаниями температуры и солености в течение года.

Материал и методы

Настоящая работа является результатом трехгодичного исследования ларватона, проводимого в акватории, прилегающей к Беломорской биологической станции Зоологического Института РАН, мыс Картеш. Материал для описания видового состава и численности меропланктона собирали в летний период 2001–2003 гг. в бухте Кривозерская на траверзе острова Феттах – мыс Картеш (М-1) и бухте Круглая (М-2). Пробы отбирались в поверхностном слое воды 0–10 м еженедельно планктонной сетью с газом № 63 (размер ячеек 0.08 мм) и диаметром входного отверстия 55 см. Длина горизонтальной протяжки составляла 40 м. Живой материал разбирали в камере Богорова. Всего на станциях М-1 и М-2 за рассматриваемый период была собрана 61 проба.

Материал для анализа динамики численности меропланктона собирали на станции Д-1 круглогодично в течение 2001–2003 гг. В летний и осенний периоды пробы собирали еженедельно, зимой пробы брали один раз в месяц со льда. Зоопланктон отбирали на горизонте 0–10 м замыкающейся сетью Джели с газом № 63 и диаметром входного отверстия 36 см. Пробы фиксировали непосредственно после взятия нейтральным 40%-ным формалином с доведением конечной концентрации в пробе до 4%. На станции Д-1 было собрано 66 проб меропланктона.

Одновременно с отбором планктонных проб проводились измерения температуры и солености поверхностного слоя воды.

Видовое определение личиночного материала проводили с использованием имеющихся в литературе описаний личинок (Шилин, 1990; Чивилев и др., 1991), а также после дорастивания их до стадий, на которых проявлялись видовые признаки.

Наиболее детально состав личиночного планктона в летний период рассматривали в бухтах Кривозерская (М-1) и Круглая (М-2), где планктонные пробы отбирали одновременно и одинаковым образом.

Бухта Круглая с широким входом представляет собой фьстон береговой линии, она слегка вытянута в направлении с северо-запада на юго-восток. Береговой сток практически отсутствует. Водообмен в бухте осуществляется в основном в вертикальной плоскости, а приливно-отливные течения довольно сложные (Бабков, 1982). Бухту Круглая можно рассматривать как часть биоценоза губы Чупа с одной специфической особенностью – наличием экспериментальных субстратов, а также остатков частично затонувшего хозяйства по выращиванию мидии.

Бухта Кривозерская также вытянута в направлении СЗ-ЮВ. Вход в бухту закрывает остров Феттах, образуя два пролива. Точка взятия проб расположена между о. Феттах и мысом Картеш в более узком и мелководном проливе. Водообмен в проливе более интенсивный, чем в бухте Круглая и происходит в основном в горизонтальной плоскости (Бабков, 1982). Расположенное в проливе экспериментальное хозяйство по выращиванию мидий просуществовало 5 лет и было частично убрано, а частично затонуло. Посередине пролива имеется мидиевая банка, на которой находятся моллюски в угнетенном состоянии и в изобилии – морские звезды *Asterias rubens*. В целом, этот пролив является достаточно специфическим биотопом, пригодным в качестве местообитания далеко не всем видам беспозвоночных.

Результаты

Анализируя данные за три летних сезона наблюдений, можно отметить, что плотность личинок полихет во все годы была сходной, в 2001 г. – выше в бухте Круглой. Видовой состав несколько различался. Часть видов во все три сезона присутствовала в обеих бухтах, это *Myriochele oculata*, *Phyllodoce sp.* и наиболее массовый вид *Capitella capitata*, достигающий плотности 250 экз./м³. Ряд видов был отмечен лишь в 2001 году, из них: в обеих бухтах *Eulalia viridis*, в Кривозерской – *Nephtys sp.*, в Круглой – *Eteone longa* (до 420 экз./м³). Там же в 2001–2002 гг. был отмечен и *Heteromastus filiformis*.

Видовой состав личинок Gastropoda и их плотность в обеих бухтах, по нашим наблюдениям, были сходными. В обеих точках наблюдения устойчивый и массовый нерест из года в год демонстрирует *Littorina littorea*. Личиночный пул гастропод, наряду с литториной, представлен личинками *Epheria vincta* (максимальные количества в 2001 г. – свыше 300 экз./м³ в бухте Круглой), а также *Cylichna sp.* и *Diaphana hyalina* (единичными в 2001 г. и массовыми в 2002–2003 гг.).

Видовой состав личинок двустворчатых моллюсков на станциях М-1 и М-2 одинаковый, но их плотность варьирует по годам и по бухтам – в Круглой она выше. Так, в 2001 г. максимальная плотность личинок таких массовых видов, как *Macoma balthica* и *Mya arenaria* достигала в Круглой бухте 500 экз./м³, не превышая в проточной Кривозерской бухте 35 экз./м³. Устойчивый массовый личиночный пул за все годы наблюдений давала *Mytilus edulis*. Массовый нерест *Serripes sp.* мы отмечали только в 2002 г., единичные личинки этого вида присутствовали в планктонных сборах 2001 и 2003 гг.

Во все годы в планктоне присутствовали личинки *Asterias rubens* (пик численности – в июле, во время нереста морских звезд), причем в бухте Круглой их плотность (до 230 экз./м³) более чем вдвое превышала плотность в бухте Кривозерской. Во все три сезона наблюдений в обеих бухтах регулярно встречались цифонауты *Electra pilosa*, а в 2002 г. были отмечены личинки губки *Halichondria sp.* (250–280 экз./м³). В обеих точках взятия проб обычны планулы *Aurelia aurita*.

В целом видовой состав личинок донных беспозвоночных, отмеченный нами в течение трех лет в устьевой части губы Чула, от года к году менялся незначительно. В бухте Круглой с ее менее интенсивным водообменом плотность личинок двустворчатых моллюсков и в один из сезонов – полихет, была ниже, чем в более проточной Кривозерской бухте.

Сезонная динамика плотности меропланктона может быть рассмотрена на фоне изменения гидрологических условий (прежде всего температуры) в течение года. Заметно, что пики количественного развития меропланктона почти совпадают с пиками температуры. Максимальные значения плотности планктонных личинок были отмечены в наиболее теплом 2003 году (поверхностная температура воды достигала 20°C). В 2001 году июньский пик плотности ларватона сформировался за счет массового развития личинок тех же видов, которые отмечены и в другие годы наблюдений в более поздние сроки (июль). В этом году раньше и обильнее, чем в последующие годы, отнерестились следующие виды: *Mytilus edulis*, *Macoma balthica*, *Mya arenaria* (Bivalvia); *Capitella capitata*, *Eteone longa*, *Heteromastus filiformis* (Polychaeta); *Littorina littorea*, *Epheria vincta* (Gastropoda).

Численность меропланктона губы Чула, как и всего Белого моря, определяется прежде всего массовым нерестом основных групп донных беспозвоночных. Первыми в планктоне появляются личинки ранненерестящихся видов полихет (*Harmathoe imbricata*), некоторых видов спионид (Ушакова, Саранцова, 2003) и науплиусы Cirripedia. Появление науплиусов усконогих раков Р.В. Прыгункова (1974) выделяет в качестве первого признака наступления биологической весны. Наибольшим видовым разнообразием и наиболее массово представлены Polychaeta, Bivalvia и Gastropoda, в меньшем количестве и единичными видами – Echinodermata и Bryozoa.

Обсуждение результатов

В Белом море, как и в других акваториях, меропланктон распределен главным образом в десятиметровом поверхностном слое воды (Thorson, 1950; Милейковский, 1960; Корн, Куликова, 1997). Динамика численности и время появления в планктоне личинок определяется динамикой нереста доминирующих групп и видов бентоса. В условиях губы Чула триггером массового нереста донных беспозвоночных является величина и характер изменения температуры воды (Максимович, Шилин, 1991). По данным З.С. Кауфмана (1976), наибольшее количество размножающихся животных на литорали и верхней сублиторали приходится на гидрологическое лето (июль – начало августа). Высо-

кая степень зависимости бореальных видов от температуры в значительной степени обусловлена именно наличием в их жизненном цикле свободноплавающей личинки. В условиях Белого моря периоды прогрева воды и обилия пищи, необходимой для планктотрофных личинок, достаточно коротки и к этому времени приурочивается нерест многих животных. Время встречаемости разных видов в планктоне определяется температурными особенностями каждого конкретного года (Бурковский и др., 1998; Максимович, Шилин, 1991). Однако общая последовательность появления личинок разных групп беспозвоночных в планктоне повторяется из года в год.

Известно, что значительное отклонение гидрологических показателей от нормы, например, аномально низкая температура и сильное опреснение оказывают негативное влияние на размножение литоральных и сублиторальных видов, вплоть до блокирования нереста и, таким образом, сильно обедняют состав и уменьшают плотность меропланктона (Перцова, Сахарова, 1967). В наших исследованиях колебания солености соответствовали усредненной динамике этого параметра, полученной на основании многолетних гидрологических наблюдений (Бабков, 1982). Изучение температурного режима показало, что пики плотности меропланктона наблюдаются при максимальных значениях температуры воды (обычные сроки нереста массовых бореальных видов приходятся на середину июля). Ранний прогрев воды, отмеченный нами в июне 2001 года, вызвал сдвиг нереста этих же видов на более раннее время и стимулировал массовый выход в планктон личинок донных беспозвоночных.

Общие группы, доминирующие в меропланктоне Белого моря – полихеты, брюхоногие и двусторчатые моллюски (Масленников и др., 1994). По данным Н.В. Максимовича и М.Б. Шилина (1991), 90 % общей численности ларватона моллюсков в губе Чупа составляют *Mytilus edulis*, *Hiatella arctica*, *Anomia squamata*, *Littorina littorea*, *Epheria vincta*. В наших планктонных сборах в массе присутствуют также *Macoma baltica*, *Mya arenaria*, *Cylichna sp.* и *Diaphana hyalina* что, вероятно, обусловлено наличием локальных поселений этих видов на изучаемой акватории. Невысокая плотность личинок (до 2000 экз./м³ в максимуме), по-видимому, объясняется приуроченностью точек взятия проб к устьевой части губы Чупа. Так, по данным М.Б. Шилина (1991), наблюдается уменьшение средней за сезон общей плотности личинок моллюсков с 4–5.5 тысяч до 1–2 тысяч экз./м³ по направлению от кутовой части губы Чупа к ее устью.

Личинки полихет первыми появляются в планктоне (Кауфман, 1976). В наших исследованиях мы захватываем период, когда плотность личинок полихет уже значительно сокращается, хотя они присутствуют в планктоне во время всего гидрологического лета. С.М. Чивилев с соавторами (1991), проводившие изучение личинок полихет по всей акватории губы Чупа, отмечают крайне неравномерное их распределение по акватории губы. Вероятно, это обусловлено тем, что распределение личинок в целом тесно связано с распределением родительских особей (Thorson, 1946; Милейковский, 1960). Большинство видов, дающих массовый личиночный пул в районе наших исследований, относится к видам-обрастателям (*Mytilus edulis*, *Hiatella arctica*, *Halichondria sp.*, *Electra pilosa* и др.) или видам, сопутствующим *M. edulis* в биоценозах обрастания искусственных субстратов (*Anomia squamata*, *Epheria vincta*, *Eulalia viridis*, *Capitella capitata*, *Aurelia aurita*, *Asterias rubens*) (Ошурков и др., 1982). Это объясняется наличием в бухтах Круглая и Кривозерская остатков экспериментальных мидиевых хозяйств и искусственных субстратов.

Отмеченные нами на протяжении трех лет наблюдений особенности, присущие ларвату устьевой части губы Чупа, подтвердили ведущее влияние температуры на сроки и массовость нереста литоральных и сублиторальных видов. На видовой состав личинок влияет близость расположения поселений взрослых организмов. При этом последовательность появления личинок разных групп беспозвоночных из года в год остается неизменной.

Литература

- Бабков А.И. Краткая гидрологическая характеристика губы Чупа Белого моря // Исследования фауны морей. 1982. Т. 27. С. 3–17.
- Бурковский И.В., Столяров А.П., Удалов А.А. Личинки как фактор формирования сообщества илистопесчаной литорали Белого моря // Зоологический журнал. 1998. Т. 77. №11. С. 1229–1241.
- Кауфман З.С. Экологические закономерности нереста массовых видов беломорских беспозвоночных // Зоологический журнал. 1976. Т. 55. Вып. 1. С. 5–17.
- Корн О.М., Куликова В.А. Исследования личиночного планктона в Российских водах Японского моря // Биология моря. 1997. Т. 23. № 1. С. 3–14.

- Максимович Н.В., Шилин М.Б. Распределение ларватона моллюсков в губе Чупа (Белое море) // Тр. Зоол. ин-та. 1991. Вып. 233: «Бентос Белого моря. Популяции, биоценозы, фауна». С. 44–57.
- Максимович Н.В., Шилин М.Б. Структура ларвацены *Bivalvia* в губе Чупа (Белое море) // «Экологические исследования беломорских организмов». 1997. С.-Пб, из-во ЗИН РАН. С. 52–54.
- Масленников С.И., Корн О.М., Кашин И.А., Мартынченко Ю.Н. Многолетние изменения численности личинок донных беспозвоночных в бухте Алексеева острова Попова Японского моря // Биология моря. 1994. Т. 20. № 2. С. 107–148.
- Милейковский С.А. Влияние периодичности размножения литоральных и верхнесублиторальных беспозвоночных с пелагическим развитием на состав и биологию неритических планктонных биоценозов в Белом море и других морях // Докл. АН СССР. 1960. Т. 134. № 4. С. 980–983.
- Милейковский С.А. «Пелагический ларватон» и его биологическая роль в жизни моря // Океанология. 1973. Т. 13. Вып. 2. С. 346–347.
- Ошурков В.В., Шилин М.Б., Оксов И.В., Смирнов Б.Р. Сезонная динамика меропланктона в губе Чупа (Белое море) // Биология моря. 1982. № 1. С. 1–10.
- Перцова Н.М., Сахарова М.И. Зоопланктон пролива Великая Салма (Белое море) в связи с особенностями гидрологического режима в 1966 г. // Океанология. 1967. Т. 7. Вып. 6. С. 1068–1075.
- Прыгункова Р.В. Некоторые особенности сезонного развития зоопланктона губы Чупа Белого моря // Исслед. фауны морей. Л. 1974. Т. 13 (21). С. 4–55.
- Ушакова О.О., Саранчова О.Л. Устойчивость к воздействию пониженной солености планктонных личинок массовых видов беспозвоночных Белого моря // Зоологический журнал. 2003. Т. 82. № 3. С. 318–324.
- Чивилев С.М., Шилин М.Б., Лебский В.К. Пелагические личинки полихет губы Чупа Белого моря // Бентос Белого моря (Популяции, биоценозы, фауна). 1991. Тр. ЗИН АН СССР. Т. 233. С. 58–78.
- Шилин М.Б. Личинки массовых видов донных беспозвоночных в планктоне губы Чупа Белого моря // Морской планктон (систематика, экология, распределение). Исслед. фауны морей. 1989. Т. 41 (49). С. 132–139.
- Шилин М.Б. Полевой определитель планктона. 1990. Приложение к автореф. дис... канд. биол. наук.
- Шилин М.Б. Сезонная динамика, распределение и продукционные характеристики меропланктона губы Чупа (Белое море). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л.: ЗИН АН СССР. 1991. 21 с.
- Thorson G. Reproduction and larval development of Danish Marine bottom invertebrates, with special reference to the planktonic larvae in the Sound (Oresund). Medd. Dan. Komm. havunders. Og. Fisk. Ser. Plankton. 1946. Vol. 4. № 1. 529 p.
- Thorson G. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates // Biol. Rev. 1950. Vol. 25. № 1. P. 1–45.

STRUCTURE AND SEASONAL DYNAMICS OF MEROPLANKTON IN THE MOUTH PART OF CHUPA BAY (THE WHITE SEA)

I.M. Primakov, O.L. Saranchova, O.O. Ushakova
 Zoological Institute of RAS, St.-Petersburg, Russia
 e-mail: igor@IP5790.spb.edu

Abundance and species composition of summer larvaton in the mouth part of Chupa Bay were investigated. The significant correlation between water temperature and larval density was shown. The highest larval abundance was recorded in the middle of June 2001 and May 2003 as a result of early and strong increase of water temperature. Larvae of bottom invertebrates – Polychaeta, Gastropoda, Bivalvia, Echinodermata and Bryozoa – were the main group of larvaton. Using Krivozerskaya and Kruglaya Bays as model water areas it was shown that the larvaton composition is determined by artificial and natural populations of adult organisms.

ДИНАМИКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ И ДЫХАНИЯ У ЦЕРКАРИЙ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ БЕЛОМОРСКИХ ТРЕМАТОД

В.В. Прокофьев
 Псковский государственный педагогический университет, г. Псков, Россия
 e-mail: prok58@mai.ru

В жизненном цикле большинства видов трематод имеется свободноживущая фаза, представленная личинкой мариты – церкарией. На этой фазе решаются две основные биологические задачи