



ISSN 0320—9652

АКАДЕМИЯ
НАУК
СССР

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

№

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

73

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ БИОЛОГИИ ВНУТРЕННИХ ВОД
НАУЧНЫЙ СОВЕТ ПО ПРОБЛЕМАМ
ГИДРОБИОЛОГИИ, ИХТИОЛОГИИ И ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ ВОДОЕМОВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД

ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

№ 73



ЛЕНИНГРАД
«НАУКА»
ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
1987

Academy of Sciences of the USSR
Institute of Biology of Inland Waters
Scientific Council for problems of
hydrobiology, ichthyology and utilization
of biological resources of waterbodies

Biology of Inland Waters
Information Bulletin
N 73

УДК 577 (28)

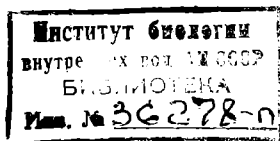
Бюллетень содержит сообщения о результатах научных исследований в области систематики, биологии, экологии и поведения пресноводных и морских животных гидробионтов. Здесь же помещена рецензия В.М. Володина на книгу В.И. Лукьяненко, Р.Ю. Касимова, А.А. Кокозы „Возрастно-весовой стандарт заводской молоди каспийских осетровых“. Волгоград, 1984. 229 с.

Представляет интерес для широкого круга микробиологов, альгологов, гидробиологов и ихтиологов.

Ответственный редактор В.М. ВОЛОДИН

Рецензенты: М.И. ШАТУНОВСКИЙ, В.Н. ЯКОВЛЕВ

БИОЛОГИЯ ВНУТРЕННИХ ВОД
Информационный бюллетень № 73



Утверждено к печати

Институтом биологии внутренних вод Академии наук СССР

Редактор издательства Л.И. Сметанкина
Технический редактор Е.В. Поликтова
Корректор С.В. Добрянская

ИБ № 33011

Подписано к печати 09.03.87. М-17088. Формат 60x90 1/16. Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 4,5. Усл. кр.-от. 4,81. Уч.-изд. л. 4,91. Тираж 1050. Тип. зак. № 1347. Цена 75 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени
издательство „Наука“. Ленинградское отделение.
199034, Ленинград, В-34, Менделеевская лин., 1.

Ордена Трудового Красного Знамени
Первая типография издательства „Наука“.
199034, Ленинград, В-34, 9 линия, 12.

Б 2001050100-365 208-87-1
042(02)-87

© Издательство „Наука“, 1987 г

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ И БИОХИМИИ РЫБ

С 9 по 12 сентября 1985 г. на базе Института зоологии и паразитологии АН Литовской ССР состоялась У1 Всесоюзная конференция по экологической физиологии и биохимии рыб, на которой были заслушаны и обсуждены 28 пленарных и 266 стендовых докладов.

Повсеместно возрастающий интерес исследователей к экологической физиологии и биохимии рыб определяется, на наш взгляд, двумя основными причинами – огромным хозяйственным значением рыб в качестве источника пищевого белка и чрезвычайно большим экологическим разнообразием этого многочисленного в видовом отношении класса позвоночных животных. Господствующая ныне концепция комплексного использования водных ресурсов внутренних водоемов ставит перед необходимостью пересмотра стратегии и тактики ведения рыбного хозяйства. Речь идет о переходе от рыбной „охоты“ к ведению управляемого хозяйства. Его важнейшие элементы – рациональный промысел, пополнение запасов за счет естественного и искусственного воспроизводства ценных видов рыб, реконструкция ихтиофауны того или иного водоема, акклиматизация отдельных видов или комплекса видов рыб и, наконец, организация крупномасштабного, индустриального рыбоводства (аква- и марикультура). Решение большинства этих задач возможно лишь на основе комплексного изучения биохимии, физиологии и экологии основных объектов промысла и рыбоводства, на глубоком понимании общих закономерностей и механизмов взаимодействия рыб с основными факторами среды.

В связи с этим в последнее десятилетие все шире проводятся эколого-биохимические и эколого-физиологические исследования рыб, с каждым годом растет число публикаций, разнообразнее становится тематика, усложняются методы, повышается практическая эффективность. Свидетельством тому могут служить доклады, представленные на конференции, в которых рассмотрены результаты исследований, выполненных за последние 3 года по четырем направлениям: физиолого-биохимическим аспектам адаптаций, регуляции физиолого-биохимических процессов, физиологии и биохимии онтогенеза, физиологии и биохимии питания и пищеварения. По каждому из них были представлены 7 пленарных докладов и проведены стендовые сессии.

По проблеме физиолого-биохимических аспектов адаптаций были рассмотрены предмет и задачи экологической биохимии рыб, намечены пути их решения. Это своевременный шаг, поскольку экологи-

ческая биохимия рыб — молодая наука, в разработку ее проблем включаются новые коллективы и отдельные исследователи. В соответствии с современными представлениями о предмете и содержании экологии и биохимии экологическая биохимия рыб рассматривает биохимические основы взаимодействия рыб со средой, ее абиотическими и биотическими факторами. В центре внимания экологической биохимии находится биохимический статус, отдельные биохимические системы и метаболические процессы у разных по экологии групп рыб, на разных этапах онтогенеза в различные периоды годового цикла. Конечная цель эколого-биохимических исследований — вскрытие биохимических основ экологических особенностей той или иной группы рыб, выявление общих и частных биохимических механизмов адаптаций рыб, определяющих их распространение и возможности обитания в экологически разных средах. Образно говоря, экологическая биохимия рассматривает химический состав рыб сквозь экологическую призму или экологию рыб сквозь биохимическую призму.

Обсуждение показало, что сегодня в рамках экологической биохимии рыб более или менее четко просматриваются четыре основные проблемы: популяционной биохимии, онтобиохимии, проблемы изменчивости и стабильности биохимического статуса организма и популяций в экстремальных условиях и проблема эколого-биохимического мониторинга природных популяций рыб. Особо подчеркнуто, что проблема биохимической систематики является одной из проблем экологической биохимии, органическая связь которых определяется не только тем, что изменчивость одних и стабильность других биохимических показателей в конкретных условиях того или иного водоема выявляются в одном и том же исследовательском процессе, но и тем, что любому экологическому исследованию предшествует определение систематического положения изучаемого объекта с привлечением биохимических методов исследования.

Большой интерес и высокую оценку получил доклад Г.Е. Шульмана „Физиолого-биохимические основы продуцирования вещества и энергии у рыб Черного моря“, посвященный одной из центральных проблем экологической физиологии. В докладе обобщены результаты многолетних исследований автора и его сотрудников по соотношению генеративной и соматической продукции в популяциях рыб, выявлен удельный вес генеративной продукции в общей продукции, описаны особенности энергетического и пластического обменов на протяжении годового цикла рыб, доказана тесная связь между уровнем образования жировых запасов у черноморских рыб и условиями их обитания. Интересные данные по физиологическим и биохимическим механизмам адаптации гидробионтов и рыб к различным температурным режимам приведены в пленарных докладах А.Ф. Карпевич, В.Д. Романенко, Ю.Б. Вирбицкаса и других.

Чрезвычайно разнообразна тематика стендовых докладов по проблеме „Физиолого-биохимические аспекты адаптации“, которые по общему числу (152 из 266 включенных в программу) резко преобладали среди всех рассмотренных на конференции. Обращает на себя внимание повышение методического уровня представленных работ

не только по этой проблеме, но и по трем другим. В первую очередь речь идет о работах по регуляции физиолого-биохимических процессов у рыб (пленарные доклады Ю.В. Наточина, А.Л. Поленова, В.Д. Романенко, В.Б. Петухова и А.Б. Бурлакова). Сказанное в полной мере относится и к пленарным докладам М.И. Шатуновского, В.Н. Жукинского, Ю.Г. Юровицкого, Н.Д. Озернюка по проблеме „Физиология и биохимия онтогенеза“.

Завершилась конференция рассмотрением темы „Физиология и биохимия питания и пищеварения рыб“. В последние годы в этом направлении проведена большая работа и получены новые данные (пленарные доклады Е.М. Маликовой, И.Н. Остроумовой, Л.П. Рыжкова, В.В. Кузьминой, В.В. Хаблюка и стендовые сообщения).

Давая общую характеристику прошедшей конференции, можно смело сказать, что она удалась и что сделан еще один шаг на пути развития этого нового, набирающего разбег направления. Вместе с тем нельзя не отметить и появившуюся в последние годы диспропорцию между физиологическими и биохимическими исследованиями в пользу последних. Достаточно сказать, что и на этой конференции более двух третей всех докладов посвящены экологической биохимии рыб. Намечившееся в предыдущие годы отставание в физиологических исследованиях (имеется в виду число разрабатываемых проблем и публикаций по этому направлению) увеличивается, что никак нельзя признать „нормальным“. В ряде коллективов, занимающихся этой проблемой, основное внимание уделяется не собственно физиологическим функциям и механизмам ответных реакций рыб на экологически значимые факторы внешней среды, а различным прикладным проблемам, в том числе и токсикологическим, которые, конечно, имеют важное значение, но должны разрабатываться в специализированных лабораториях. Значительно ослабло внимание к поведению рыб и вегетативным процессам, без изучения которых нельзя обойтись при разработке проблемы адаптаций рыб к постоянно колеблющимся экологическим факторам водной среды.

В.И. Лукьяненко

А.Н. Б у т о р и н

СКОРОСТЬ ПОТРЕБЛЕНИЯ ГЛЮКОЗЫ
МИКРОФЛОРОЙ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ
ОЗЕР РАЗНОГО ТИПА

Одним из важнейших моментов, необходимых для понимания процессов круговорота вещества в водоеме, является определение интенсивности отдельных микробиологических процессов, связанных с активностью той или иной группы бактерий. Для решения таких вопросов исследователями широко используется метод определения скорости потребления ряда органических веществ [2, 4, 5].

В данной работе мы применили этот метод для выявления скорости потребления глюкозы микрофлорой пограничного с водой слоя иловых отложений.

Материалы собраны в августе 1983 г. на озерах Крюкламба, Корбламба Карельской АССР и в июне-июле 1984 г. на озерах Заболотниеку, Ростовское, Доткас Латвийской ССР. Озера различаются по трофии, температурному и кислородному режимам (табл. 1).

При постановке экспериментов в вышеупомянутую методику был внесен ряд изменений. В опытах использовали поверхностный слой ила толщиной 0.3 см, который отбирали стерильной пипеткой из ненарушенных колонок грунта, взятых с помощью стратометра. В каждую пенициллиновую склянку вносили по 1 см³ ила и для лучшей гомогенизации пробы равное количество придонной воды. В каждые три параллельные пробы микропипеткой вносили меченную ¹⁴C глюкозу в количестве 0.4, 0.8, 1.2, 1.6, 2.4, 4 мкг и пробирки интенсивно встряхивали. После 10-минутной инкубации при комнатной температуре пробы фиксировали формалином. Далее в лабораторных условиях ил разводили физиологическим раствором до объема 50 мл и пробу интенсивно взбалтывали. После кратковременного отстаивания 1 мл субпробы болтушки профильтровывали через фильтр с диаметром пор 0.3 мкм с отмывом физиологическим раствором (три порции по 5 мл). Фильтры просчитывали под торцовым счетчиком Гейгера-Мюллера. Расчеты и построение графиков производили по стандартной методике [2]. Одновременно в илах озер нами было определено общее число бактерий по методу микронавесок [3] и количество гетеротрофных бактерий на среде Горбенко.

Тип водоема в значительной мере влияет на активность микроорганизмов ила. Скорость ассимиляции глюкозы в илах озер Карелии, имеющих дистрофный характер, значительно ниже, чем в озерах Латвии, в большинстве не испытывающих влияния болот.

С повышением уровня трофии озер в поверхностном слое илов увеличивается общая численность бактерий, численность гетеротрофных бактерий и скорость потребления глюкозы (табл. 2). Макси-

Т а б л и ц а 1

Общая характеристика озер

| Озеро | Трофия | Глубина, м | Прозрач- ность, м | Цветность, град. | | t, °C | | O ₂ , мг/л | |
|--------------|-----------------|---------------|-------------------------|------------------|-----|-------------|------|-----------------------|-----|
| | | | | поверхность | дно | поверхность | дно | поверхность | дно |
| Крюкламба | Дистрофное | 8.0 | 0.7 | 140 | 260 | 20.0 | 4.4 | 6.5 | 0 |
| Корбламба | Хтониоевтрофное | 4.5 | 1.2 | 20 | 250 | 16.5 | 8.0 | 8.1 | 0 |
| Заболотниеку | Мезотрофное | 15.5 | 2.0 | 40 | 120 | 21.0 | 6.8 | 10.0 | 0.3 |
| Ростовское | То же | 7.6 | 4.0 | 20 | 80 | 20.0 | 8.1 | 8.8 | 0 |
| Доткас | Евтрофное | 3.5 | 0.5 | 20 | 20 | 17.7 | 15.9 | 13.4 | 5.6 |

Т а б л и ц а 2

Численность бактерий и скорость потребления глюкозы
в илах озер различной трофности

| Озеро | Общая числен- ность бактерий, млрд.кл./г | Численность гетеротроф- ных бактерий, тыс.кл./г | Запасы глюкозы, мкг С/г | Скорость потребления глюкозы, мкг С/(г·ч) |
|--------------|--|--|-------------------------------|--|
| Крюкламба | 0.27 | 72 | 0.38 | 0.065 |
| Корбламба | 0.55 | 546 | 0.19 | 0.088 |
| Заболотниеку | 0.72 | 2400 | 0.10 | 0.156 |
| Ростовское | 0.86 | 1290 | 0.27 | 0.260 |
| Доткас | 2.65 | 6150 | 0.12 | 0.460 |

мальная скорость ассимиляции глюкозы отмечена в иле евтрофного оз. Доткас, минимальная – в иле дистрофного оз. Крюкламба. Аналогичная зависимость скорости потребления глюкозы микрофлорой воды от трофии водоема и общей численности бактерий отмечена Н.А. Лаптевой [1].

Запасы глюкозы в поверхностном слое илов колебались от 0.1 до 0.38 мкг С/г. Как правило, концентрация глюкозы минимальна в илах, где она потреблялась наиболее интенсивно (табл. 2).

Таким образом, скорость потребления глюкозы микрофлорой ила зависит от численности микроорганизмов и определяется уровнем трофии озера. Вполне вероятно, что полученные абсолютные значения скорости потребления глюкозы отличаются от реальных величин, поскольку условия в опытах отличались от естественных.

Л и т е р а т у р а

1. Лаптева Н.А. Скорость потребления глюкозы микрофлорой в воде озер разного типа трофии// Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1982. № 56. С. 16-19.
2. Романенко В.И. Модификация метода определения запасов и скорости потребления органических веществ в илах водоемов//Биология внутренних вод: Информ. бюл. Л., 1976. № 32. С. 65-68.
3. Романенко В.И., Кузнецов С.И. Экология микроорганизмов пресных водоемов. Л., 1974. 194 с.
4. Baker M.D., Innis W.E., Mayfield C.I., Wony P.T.S. The effect of pH on the growth and activity of heterotrophic sediment microorganisms// Chemosphere. 1982. Vol. 11. P. 973-983.
5. Wright R.T., Hobbie J.E. The uptake of organic solutes in lake water//Limnol., Oceanogr. 1965. N 10(1). P. 22-28.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 582.26-14 : 537.533.35

С.И. Генкал, Г.И. Поповская

НОВЫЕ ДАННЫЕ К ФЛОРЕ ЦЕНТРИЧЕСКИХ ДИАТОМЕЙ ОЗЕРА БАЙКАЛ

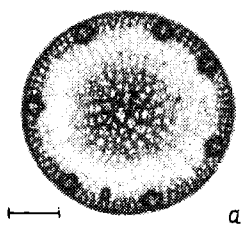
Диатовым водорослям Байкала принадлежит основная роль в общей численности и биомассе фитопланктона. Наибольшее значение в пелагиали озера имеют виды родов *Melosira*, *Synedra*, *Nitzschia*, *Cyclotella*, *Stephanodiscus*. Однако число центри-

ческих диатомовых, живущих непосредственно в открытых водах Байкала, по сравнению с другими представителями этого типа сравнительно невелико. Постоянные компоненты планктона — *Cyclotella baicalensis*, *C. minuta*, *Stephanodiscus binderanus*. Другие виды этих родов для открытого Байкала не характерны. В мелководных участках озера, напротив, отмечается большое разнообразие центрических диатомей. Исследователи Байкала для различных его районов приводят 19 видов и разновидностей родов *Cyclotella* (10) и *Stephanodiscus* (9) [1, 2, 5–8]. Наиболее богато представлены они на обширном Селенгинском мелководье, в р. Селенге и системе ее соров (Дубининский, Истокский, Посольский) и в зал. Провал.

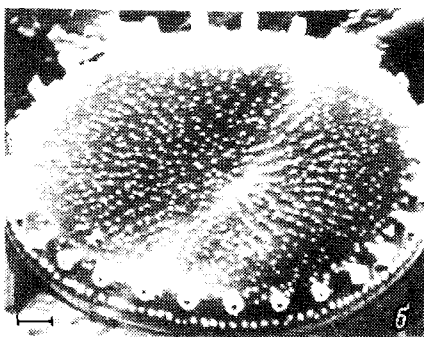
При исследовании мелких центрических диатомей с помощью светового микроскопа даже при самых больших увеличениях не всегда удается определить систематическое положение отдельных особей из-за чрезвычайно тонкой структуры панциря. С помощью методов электронной микроскопии в оз. Байкал нами впервые удалось обнаружить 10 новых представителей *Centrophyceae*: *Thalassiosira* — 2, *Cyclotella* — 2 и *Stephanodiscus* — 6. Приводим их оригинальные микрофотографии и краткие описания.

1. *Thalassiosira pseudonana* Hasle et Heimdal [10]:
565, fig. 27–38.
Диаметр створки 4.3 мкм, краевых подпертых выростов 7 (рис. 1, а). Встречается в планктоне северной части Байкала).
2. *Thalassiosira guillardii* Hasle [9]: 274–278, fig. 28–50.
Диаметр створки 14.6 мкм, краевых подпертых выростов 28 (рис. 1, б). Встречается в планктоне на Селенгинском мелководье.
3. *Cyclotella pseudostelligera* Hust. [12]: 397, abb. 485.
Диаметр створки 3.6–10 мкм, штрихов 16–25 в 10 мкм (рис. 1, в–е). В центральном поле розетка иногда отсутствует (рис. 1, г, д). Встречается в планктоне Баргузинского залива, северной части Байкала, Селенгинского мелководья, р. Кичеры (приток Байкала).
4. *Cyclotella atomus* Hust. [12]: 398, abb. 486.
Диаметр створки 5.9 мкм, штрихов 16 в 10 мкм (рис. 1, ж). Встречается в планктоне р. Кичеры.
5. *Stephanodiscus binderanus* (Kütz.) Krieg. var. baicalensis Popovsk. et Genkal.
Диаметр створки 8.7–12.3 мкм, штрихов 12–14 в 10 мкм (рис. 2, а). Встречается в планктоне пелагиали Байкала, его заливов и на Селенгинском мелководье.
6. *Stephanodiscus tenuis* Hust. [12]: 411, abb. 506. — *S. tenuis* subsp. *radiolaria* Skabitsch. [7]: 318, рис. 216.
Диаметр створки 7.5–19 мкм, штрихов 8–14 в 10 мкм (рис. 2, б).

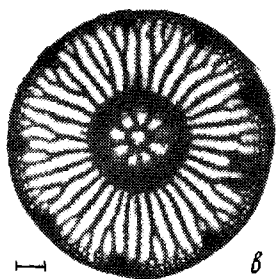
По данным световой микроскопии, наиболее существенным отличием подвида *S. tenuis* subsp. *radiolaria* от вида, по А.П. Скабичев-



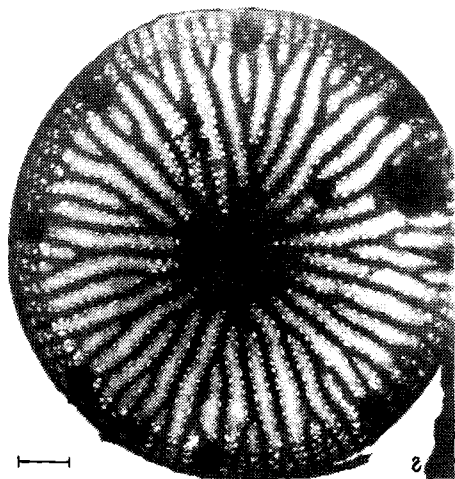
a



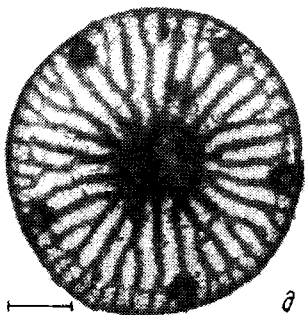
b



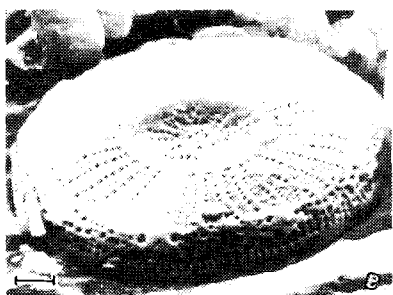
c



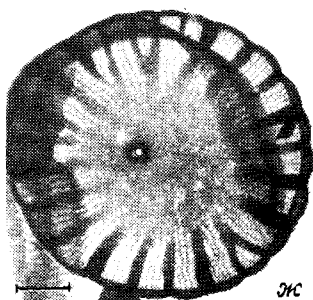
d



e



f



g

скому [7], является наличие тонких длинных шетинок и отсутствие заметной структуры между радиальными ребрами. Изучение популяций центрических диатомей в Рыбинском водохранилище показало, что у большинства представителей рода *Stephanodiscus* есть эти шетинки, поэтому их наличие не представляет таксономической ценности. Что касается межреберной структуры, то, по данным трансмиссионной электронной микроскопии, ареоларные штрихи *S. tenuis* subsp. *radiolaria* не отличаются от таковых вида.

Встречается в планктоне северной части Байкала.

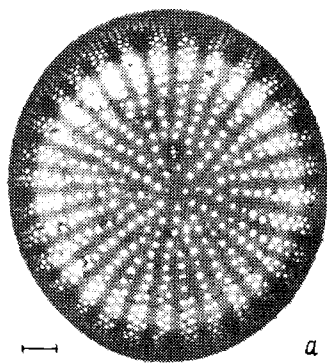
7. *Stephanodiscus makarovae* Genkal [3]: 13, табл. I, 11. Диаметр створки 5.4–8.5 мкм, штрихов 18–24 в 10 мкм (рис. 2, в–д). Встречается в планктоне северной части Байкала, Малого моря, Баргузинского залива, Селенгинского мелководья и р. Селенги.
8. *Stephanodiscus perforatus* Genkal et Kuzmin [4]: 1310, рис. 3. Диаметр створки 5.8–8.7 мкм, штрихов 12–16 в 10 мкм (рис. 2, е). Встречается в планктоне северной части Байкала, Малого моря, Селенгинского мелководья, Баргузинского залива, рек Баргузин, Кичера.
9. *Stephanodiscus triporus* Genkal et Kuzmin [4]: 1310, рис. 2. Диаметр створки 5.2–8.0 мкм, штрихов 14–16 в 10 мкм (рис. 2, ж). Встречается в планктоне северной части Байкала.
10. *Stephanodiscus invisitatus* Hohn et Hellerman [11]: 277, tab. 1, fig. 7. Диаметр створки 8.8–10 мкм, штрихов 14–16 в 10 мкм (рис. 2, з). Встречается в планктоне северной части Байкала, р. Кичеры.

Л и т е р а т у р а

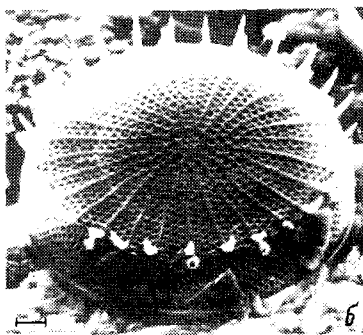
1. Антипова Н.Л. О новом виде рода *Cyclotella* из озера Байкал // Ботан. материалы отд-ния споровых растений Ботан. ин-та АН СССР. Л., 1956. Т. 11. С. 35–39.
2. Вотинцев К.К., Мещерякова А.И., Поповская Г.И. Круговорот органического вещества в озере Байкал. Новосибирск, 1975. 179 с.
3. Генкал С.И. Новый вид рода *Stephanodiscus* Ehr. (Bacillariophyta) // Новости систематики низших растений. Л., 1978. Т. 15. С. 11–14.

Рис. 1. Электронные микрофотографии диатомей.

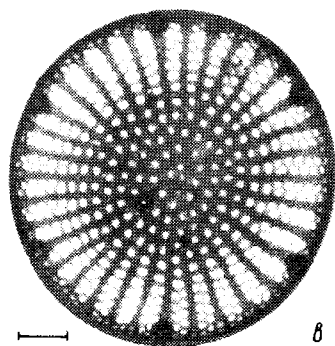
а – *Thalassiosira pseudonana*; б – *T. guillardii*; в–е – *Cyclotella pseudostelligera*; ж – *S. atomus*. а, в–д, ж – ТЭМ; б, е – СЭМ. Масштаб соответствует 1 мкм.



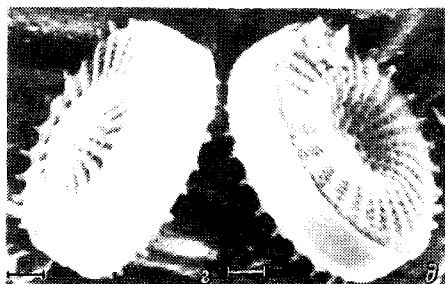
a



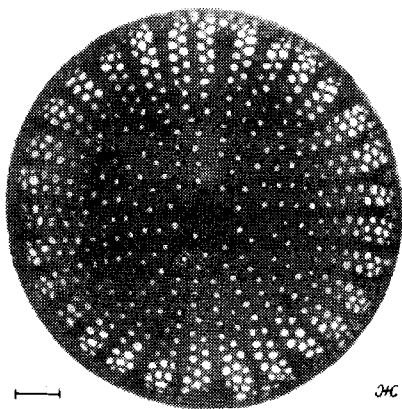
b



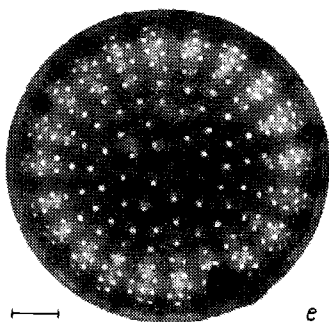
b



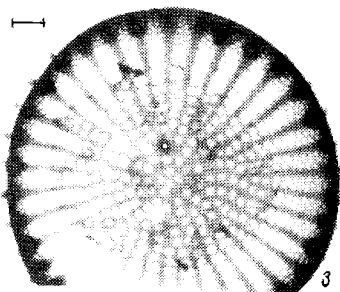
c



d



e



f

4. Генкал С.И., Кузьмин Г.В. Новые таксоны рода *Stephanodiscus* Ehr. (Bacillariophyta) // Ботан. журн. 1978. Т. 63, № 9. С. 1309-1312.
5. Кожова О.М. Систематический список планктонных водорослей озера Байкал и некоторые данные по биологии их массовых форм // Изв. Сиб. отд-ния АН СССР. 1959. № 10. С. 112-124.
6. Поповская Г.И. Новый вид рода *Stephanodiscus* Ehr. // Новости систематики низших растений. 1966. Л., 1967. С. 39-42.
7. Скабичевский А.П. Планктонные диатомовые водоросли пресных вод СССР. М., 1960. 350 с.
8. Яснитский В.Н., Скабичевский А.П. Фитопланктон Байкала // Тр. Байкал. лимнол. станции. М., 1957. Т. 15. С. 212-261.
9. Hasle G.R. Some freshwater and brakish water species of the diatom genus *Thalassiosira* Cleve // Phycologia. 1978. Vol. 17, N 3. P. 263-292.
10. Hasle G.R., Heimdal B.R. Some species of the centric diatom genus *Thalassiosira* studied in the lighth and electron microscopes // Nova Nedwigia. 1970. Beih. 31. P. 543-581.
11. Hohn M.H., Hellerman J. The taxonomy and structure of diatom population from three eastern North American rivers using three sampling methods // Trans. Amer. Microsc. Soc. 1963. Vol. 87. P. 250-329.
12. Huber-Pestalozzi G. Das phytoplankton des Susswassers // Die Binnengewasser. Stuttgart. 1942. 549 s.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 581.526.3 : 543.73 (285.2)

Т.Ф. Микрякова

О ТОКСИЧНОСТИ ИОНА МЕДИ ДЛЯ РОГОЛИСТНИКА

Для того чтобы изучить поглощение меди и ее влияние на водные растения, молодые зеленые побеги роголистника промывали дистиллированной водой и верхушки стебля длиной 10 см по 3 экз.

Рис. 2. Электронные микрофотографии диатомей.

а - *Stephanodiscus binderanus* var. *baicalensis*; б - *S. tenuis*; в-д - *S. makarovae*; е - *S. invisitatus* Hohn.
а, в, е-э - ТЭМ; б, г, д - СЭМ. Масштаб соответствует 1 мкм.

помещали в опытные стаканы объемом 400 мл с разбавленной в 2 раза средой Кнопа. Стаканы помещали в люминостат при температуре 23–25 °С и постоянном освещении 1100 лк. Растворы металлов в виде $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ добавляли в питательную среду. Концентрацию ионов меди контролировали как в жидкой среде, так и в отрезках роголистника. Эксперименты заканчивали при первых признаках омертвения и гибели растений.

Количественное определение металла проводили общепринятым методом на атомно-абсорбционном спектрофотометре. Сухую биомассу роголистника предварительно озоляли в муфельной печи при 450 °С и обрабатывали азотной кислотой [3]. Расчет содержания меди производили в миллиграммах на литр для среды и в миллиграммах на грамм сухого вещества для роголистника. Коэффициент накопления (К) определяли по отношению концентрации тяжелых металлов в растении в миллиграммах на грамм сухого вещества к исходной концентрации металлов в среде в миллиграммах на литр (см. табл. 2).

На первом этапе работы выясняли жизнеспособность роголистника в среде с концентрациями меди 0,3, 0,5, 1 и 5 мг/л. Первые признаки гибели растений проявлялись в изменении окраски: зеленые побеги роголистника становились желтовато-зелеными, затем приобретали сизый оттенок. Листочки отделялись и опускались на дно стакана. Омертвение начиналось с нижнего конца побега, а верхушка роста и боковые почки оставались жизнеспособными и зелеными на 2–3 сут дольше основной массы роголистника.

При исходном содержании меди в среде 0,3 мг/л гибель роголистника наблюдалась лишь на 5–6-е сутки, при 0,5 мг/л – на 2-е, при 1 и 5 мг Cu /л в 1-е сутки.

Второй этап работы заключался в изучении отношения между накоплением металла роголистником и концентрацией его в среде, в которой культивировали растение. Химический анализ содержания меди свидетельствует об уменьшении ее количества в среде и увеличении в сухой биомассе за счет поглощения растением (табл. 1). Обнаруживается линейная зависимость между количеством внесенного металла и его аккумуляцией. Поглощение меди в дозах, превышающих необходимые для роста, вызывает накопление токсиканта, который и становится причиной гибели растения. Известно, что повышенные концентрации металлов ингибируют биохимические системы живых организмов, что приводит к снижению скорости новообразования органического вещества [1]. Несмотря на то что с повышением исходной концентрации Cu в среде увеличивается количество аккумулируемой роголистником меди, извлечение металла на единицу сухого вещества оказалось наивысшим при содержании 0,3 мг/л (79%) и наименьшим при 5 мг/л (38%). Такая же картина характерна для ряски и элодеи [4].

Предположение о возможном влиянии величины pH на поглощение меди было проверено в серии опытов со значениями pH от 5,5 до 7,6. Опыты проводили при содержании меди 0,3 и 0,5 мг/л, pH определяли на 2-е и 5-е сутки. Измерение pH показало, что в

Т а б л и ц а 1.

Влияние различных концентраций меди на роголистник

| Содержание Cu в среде, мг/л | Исходная сухая мас- са, мг | Содержание Cu | | % извлечения |
|-----------------------------------|----------------------------------|---|---|--------------|
| | | остав- шейся в жид- кой сре- де, мг/л | погло- щенной рого- листни- ком, мг/г | |
| К | 152 | - | - | - |
| 0.3 | 148 | 0.05 | 0.42 | 79 |
| 0.5 | 156 | 0.14 | 0.87 | 76 |
| 1.0 | 140 | 0.17 | 5.22 | 46 |
| 5.0 | 157 | 3.30 | 13.80 | 38 |

Т а б л и ц а 2

Влияние pH среды на поглощение меди роголистником

| pH | | | Сухая масса, мг | Содержание Cu | | К |
|----------------------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------------------|---|---|
| исходное значение | через 2 сут | через 5 сут | | оставшейся в среде, мг/л | поглощенной роголистни- ком, мг/г | |

Содержание Cu 0.3 мг/л

| | | | | | | |
|------|-----|-----|------|------|------|----|
| 5.6 | 5.9 | 6.8 | 13.9 | 0.02 | 5.61 | 19 |
| 6.4 | 6.0 | 6.8 | 12.0 | 0.03 | 5.21 | 17 |
| 7.0 | 6.4 | 6.8 | 8.8 | 0.03 | 7.88 | 26 |
| 7.6 | 6.8 | 6.8 | 15.7 | 0.03 | 5.12 | 17 |
| 6.2* | 6.5 | 6.8 | 22.4 | - | - | - |

Содержание Cu 0.5 мг/л

| | | | | | | |
|-----|-----|-----|------|------|-------|----|
| 5.5 | 5.2 | 6.8 | 17.3 | 0.14 | 8.56 | 17 |
| 6.2 | 5.8 | 6.8 | 19.1 | 0.13 | 7.87 | 16 |
| 6.9 | 6.0 | 6.8 | 16.3 | 0.13 | 9.71 | 19 |
| 7.2 | 6.0 | 6.9 | 11.0 | 0.08 | 13.00 | 26 |
| 7.6 | 6.0 | 6.9 | 13.1 | 0.16 | 8.45 | 17 |
| 6.1 | 6.9 | 6.9 | 27.2 | - | - | - |

* Биологический контроль

большинстве случаев в первые 2 сут происходит подкисление среды, а на 5-е сутки во всех вариантах независимо от дозы меди величина рН выравнивается до 6.8-6.9 (табл. 2).

В биологическом контроле (среда с роголистником без Cu) присутствие роголистника смешало рН к нейтральной величине, тогда как в химическом контроле (среда+медь без роголистника) исходные значения рН оставались постоянными до конца опыта. Независимо от количества поглощенной меди коэффициент накопления при всех значениях рН был одинаков. Несомненно отличался этот показатель только при рН 7 и 7.2, что, возможно, связано со сравнительно низкой сухой массой роголистника в этих пробах.

Полученные результаты свидетельствуют о токсичности ионов меди для роголистника. Обнаружена линейная зависимость между количеством металла в воде и его аккумуляцией растениями. Присутствие в среде значительных доз меди приводит к сильному ингибированию роста растений и накоплению токсиканта.

Способность роголистника аккумулировать металлы можно использовать для снижения уровня меди в водной массе, подверженной антропогенному загрязнению.

Л и т е р а т у р а

1. К о р с а к М.Н. Воздействие цинка, хрома и кадмия на некоторые функциональные и структурные показатели фито- и бактериопланктона: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1976. 28 с.
2. М и к р я к о в а Т.Ф. Влияние солей тяжелых металлов на рост и накопительную способность ряски малой (*Lemna minor* L.)//Пресноводные гидробионты и их биология. Л., 1983. С. 31-37.
3. М о р о з о в Н.П., Т и х о м и р о в а Л.А., Н и к о н е н к о Е.М. Опыт определения микроэлементного состава морских гидробионтов//Тр. ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. 1974. Т. 50. С. 28-31.
4. N a k a d a M., F u k a y a K., T a k e s h i t a S., W a d a Y. The accumulation of heavy metals in the submerged plant (*Elodea nuttallii*)//Bull. Environ. Contam., Toxicol. 1979. Vol. 22, N 1-2. P. 21-27.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

П.В. Евстигнеев

К ВОПРОСУ ОБ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТИ
БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ ПЛАНКТОННЫХ ОРГАНИЗМОВ

Вопрос о биологическом смысле биолюминесценции морских животных стоит давно. Несмотря на большое число гипотез, касающихся функции свечения, для многих морских форм, обладающих этим свойством, они в значительной мере альтернативны.

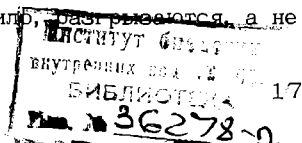
Биолюминесценции перидиней, в частности *Noctiluca miliaris*, посвящена обширная литература, однако экологическая роль светозлучения организмов данного филогенетического уровня остается неясной. Предполагается возможность использования ими света в качестве предостережения о наличии токсических выделений, а также сигнала, направленного вторичным и третичным консументам. В соответствии с данной гипотезой рассматривается роль биолюминесценции в формировании стай у рыб.

Ночесветка *N.miliaris* принадлежит к одним из самых массовых и постоянно присутствующих форм черноморского планктона. Максимум развития вида приходится на весну-лето и позднюю осень. В эти периоды количество ее достигает 4338 экз./м³ в слое 0-40 м. Поскольку ноктилюка относится к наиболее массовым биолюминесцентам, вышеуказанный характер динамики численности этого вида подтверждается и данными батифотометрического зондирования.

Пик развития основных планктонных хищников *Calanus helgolandicus*, *Acartia clausi*, *Aurelia aurita*, *Oikopleura dioica* также приходится на периоды начала лета и позднюю осень.

На наш взгляд, светозлучение *Noctiluca miliaris* является средством сохранения популяции от выедания копеподами и предназначено для вторичных консументов, т.е. рыб, имеющих развитые органы зрения и питающихся зоопланктоном. Характерно, что сетчатка глаз пелагических рыб наиболее чувствительна к диапазону длин волн излучения перидиней, т.е. 480-500 нм [10]. Видимо, биолюминесцентное поле, создающее рассеянный свет малой интенсивности при питании копепод перидинейми, является фактором, привлекающим рыб-планктонофагов. По данным И.И. Гирсы [1], именно рассеянный свет привлекает к себе хамсу. Как известно, одними из основных и активных планктонофагов в Черном море являются хамса и шпрот. В свою очередь, *Calanus helgolandicus* - один из основных потребителей *Noctiluca miliaris* - составляет большую часть поедаемой этими рыбами пищи [7].

В силу отсутствия активных движителей и невозможности обратиться в бегство после раздражения, биолюминесценция у *N.miliaris*, вероятно, служит средством сохранения вида, а не индивидуума. Короткий латентный период (8-10 мс) [2] дает возможность осуществления реакции свечения до наступления гибели организма, учитывая, что клетки ноктилюки, как правило, разрываются, а не проглатываются копеподами.



Другую группу массовых биолюминесценто́в составляет мезопланктон, в частности копе́поды. Отсутствие развитых органов зрения у веслоногих говорит о сомнительной возможности использования света в качестве сигнала „узнавания“, т.е. внутривидового общения. Следует отметить, что органы светоизлучения у них появляются на У-У1 науплиальных стадиях, а у копе́подитов они уже достаточно развиты и функционируют. Веслоногие – наиболее массовый отряд мезопланктонных биолюминесценто́в, способны излучать свет лишь при раздражении, причем в процессе светоизлучения не удается выделить индикатриссу направленности светового потока.

Анализ записей высвечивания копе́под рода *Pleuromamma* позволяет сделать некоторые предположения относительно экологической роли этого явления.

Время между началом возбуждения и возникновением светового ответа у копе́под очень короткое. В экспериментах с видами рода *Pleuromamma* мы фиксировали латентный период длительностью до 5 мс; у видов рода *Metridia* он составляет 6–10 мс [8].

Как известно, конечности веслоногих усеяны большим количеством щетинок, выполняющих сенсорную функцию, а также играющих роль пищевых рецепторов. Расстояние, в пределах которого зоопланктеры реагируют на объекты, составляет 1–5 мм. Активно плывущие науплии копе́под ощущаются взрослым калянусом на расстоянии нескольких миллиметров. Если соизмерить время движения хищника в момент броска со временем возникновения светового сигнала, то нетрудно заметить вероятность упреждения момента захватывания организма предупреждающим световым сигналом. В опытах Кларка [8] в числе эффективных хищников по отношению к копе́подам были эуфаузииды. По Л.А. Пономаревой [6], в пище часто встречающихся эуфаузиид Индийского океана преобладают копе́поды. Заметим, что, например, бросковая скорость у *Euphausia superba* колеблется в среднем от 20 до 50 см/с [9], а скорость обычного плавания 3–10 см/с [4]. Следовательно, время прохождения расстояния в 1–5 мм должно составлять от 10 до 25 мс, что превышает латентный период в несколько раз.

Таким образом, соизмеримость латентного периода со временем движения хищника в диапазоне указанных расстояний позволяет предположить возможность использования биолюминесценции в качестве реакции отпугивания, ослепления, дезориентирования хищника, тем более что момент секреции содержимого желёз и момент прыжка у копе́под совпадают по времени [3]. Нападение хищника вызывает механическое колебание среды, что стимулирует светоизлучение. При этом веслоногие покидают место нападения резким прыжком или даже серией их [5].

Известно, что бросковая скорость рыб длиной 3–200 см составляет 3–10 длин тела в секунду. При среднем размере рыб планктофагов 10–15 см скорость их движения в броске в несколько раз выше, чем у ракообразных. Эффективность реакции ослепления рыб, таким образом, практически равна нулю, и она осуществляется исключительно при нападении хищных беспозвоночных.

Из данной гипотезы следует, что организмы, способные генерировать световую энергию, должны выедаться с меньшей интенсивностью, чем „небиолюминесценты“.

Это подтверждают наши опыты по выеданию *Nematobrachion flexipes* и видов родов *Calanus* и *Pleuromamma*. Скорость выедания калянуса эуфаузиидой в среднем в 2 раза выше, чем плеуромаммы. Сравнение по критерию хи-квадрат показало достоверность такого различия. Итак, биолюминесценция у копепод может являться одним из адаптивных качеств организма, снижающих выедание его хищником.

Таким образом, если для фитопланктона биолюминесценция может являться средством сохранения популяции и вида в целом, то для мезопланктона (копепоиды) это свойство оказывается полезным для индивидуумов, что в свою очередь влияет и на стабильность численности популяции.

Л и т е р а т у р а

1. Г и р с а И.И. Освещенность и поведение рыб. М., 1981. 166 с.
2. Г и т е л ь з о н И.И., Ч у м а к о в а Р.И., Д е г т я р е в В.И., Л е в и н Л.А., У т ю ш е в Р.Н., Ш е в ы р н о г о в А.П. Биолюминесценция моря. М., 1969. 183 с.
3. Е в с т и г н е е в П.В. О размещении люминесцентных органов у копепод рода *Pleuromamma*// Экология моря. 1982. Вып. 10. С. 72-75.
4. К л я ш т о р и н Л.В., Я р ж о м б е к А.А. Об энергетических затратах на активное движение у планктонных организмов//Океанология. 1973. Т. 13, № 4. С. 697-703.
5. П е т и п а Т.С. Трофодинамика копепод в морских планктонных сообществах. Киев, 1981. 243 с.
6. П о н о м а р е в а Л.А. Эуфаузииды Индийского океана и Красного моря. М., 1975. 84 с.
7. Ю р ь е в Г.С. О пищевых рационах и использовании кормовой базы популяций черноморского шпрота//Энергетические аспекты роста и обмена водных животных. Киев, 1972. С. 264-265.
8. C l a r k e G.L., C o n o v e r R.J., D a v i d C.N., N i c o l J.A. Comparative studies of luminescence in copepodes and other marine animals//J.Mar.Biol.Assoc.U.K. 1962. Vol. 42. P. 541-564.
9. K i l l s U. Swimming speed and escape capacity of Antarctic krill, *Euphausia superba*//Meeresforschung. 1979. Vol. 27, N 4. P. 264-266.
10. N i c o l J.A.C. The biology of marine animals. London, 1962. Vol. 1. 707 p.

Институт биологии
южных морей АН СССР

В.В. Пирогов, Т.Д. Зинченко, А.И. Черномашенцев, Л.Л. Волошко, Н.Е. Сальников

ВЛИЯНИЕ ДНОУГЛУБИТЕЛЬНЫХ РАБОТ И ОТВАЛОВ
ГРУНТА В РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ВОДОЕМАХ
НА ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ НЕКОТОРЫХ
РАКООБРАЗНЫХ

Астраханским техническим институтом рыбной промышленности и хозяйства на протяжении ряда лет в Черном, Азовском, Балтийском, Белом и Каспийском морях проводятся исследования по влиянию дноуглубительных работ и отвалов грунта на состояние водных биоценозов. Большая часть из них проведена в Волго-Каспийском канале, на отрезке 140–160 м от его длины вниз по течению, в западной части предустьевого пресноводного взморья Волги, где проводятся интенсивные дноуглубительные работы. Актуальность исследований связана с большим рыбохозяйственным значением этого района как нагульно-нерестового, особенно для бентосоядных рыб.

В процессе исследований, которые проводились в период с 1978 по 1983 г. по обычной методике, принятой при гидробиологических работах, в этом районе установлено обитание 104 видов бентосных организмов. В основном это моллюски – 34 вида, ракообразные – 31 вид, насекомые – 18 видов и олигохеты – 13 видов.

Ведущей группой бентофауны, имеющей первостепенное кормовое значение для рыб в Волго-Каспийском районе, являются ракообразные. В зоне дноуглубительных работ в данном районе эта группа представлена в основном амфиподами – 20 видов (абсолютно преобладают гаммариды – 16 видов), мизидами – 6 видов – и кумовыми – 5 видов. Встречаемость, численность и биомасса других представителей этого класса незначительны.

Выявлено, что дноуглубительные работы и подводные отвалы грунта оказывают существенное влияние на донную фауну. Оно выражается в непосредственном уничтожении таких малоподвижных организмов, как корофииды, усоногие, а в ряде случаев и кумовые, которые, в особенности самки, зарываются в поверхностный слой грунта при рефулировании грунтовых масс. В районе дноуглубления корофииды представлены 2 видами, из которых *Corophium curvispinum* – наиболее массовый.

Корофииды – индикаторы загрязнения, чутко реагирующие на увеличение мутности воды и изменение состава грунта. Во-первых, они не переносят влекомые песчаные взвеси, которые закупоривают корофиидные трубки, и поэтому почти полностью отсутствуют на стрекне потока. В самом забое земснаряда и ниже его корофииды очень редки, тогда как в забровочной акватории довольно многочисленны (до 19 тыс. экз./м², биомасса 53.84 г/м²). В ряде случаев негативное влияние дноуглубительных работ проявляется в значительном сокращении численности и биомассы этих форм.

Бентонектические – подвижные формы организмов (например, бокоплавы и мизиды) под влиянием повышенной мутности в результате дноуглубления и отвалов резко изменяют свои поведенческие реакции. Значительное количество органических остатков в шлейфе мутности привлекает большое количество этих детритофагов в район углубления. Амфиподы и мизиды – оксобионтные организмы. Для их нормальной жизнедеятельности содержание растворенного в воде кислорода не должно быть ниже 5–7 мг/л [1]. Огромное количество взвеси в шлейфе мутности не снижает содержание в нем кислорода, но приводит к увеличению гибели гидробионтов в результате засорения их жаберного аппарата. Помимо этого, много животных погибает в результате засасывания рефулирующими установками. Наиболее подвержены гибели при этом кумовые и мизиды, имеющие нежные хитиновые покровы.

При средней численности мизид 30–40 экз./м² на контрольных участках, вне зоны дноуглубления, в шлейфе мутности их концентрация возрастает до 200 экз./м². Характерно, что большая часть организмов здесь представлена зарослевыми формами *Paramysis* (*Mesomysis*) *lacustris* и *Limnomysis benedeni*, а из бокоплавов *Niphargoides macrurus*, хотя заросли водной растительности в этом районе, кроме отдельных куртин рдеста пронзеннолистного, отсутствуют.

В районе отвалов амфиподы встречаются только у подножия конуса сброса грунта, в то время как на основной площади отвала они полностью засыпаются и погибают.

Очевидно, в зоне повышенной мутности, содержащей значительное количество органических взвесей, в поведении указанных организмов реакции поиска пищи преобладают над реакциями избегания опасных для жизни участков. Возможно также, что миграции ракообразных в районах дноуглубления и отвалов грунта в зоны повышенной мутности являются следствием проявления реакции избегания от хищников, концентрирующихся на границе чистой и мутной воды.

Полное выявление причин и закономерностей миграций ракообразных в зону повышенной мутности открывает возможность управления их развитием.

Л и т е р а т у р а

1. О с а д ч и х В.Ф. Биология и экология северокаспийских мизид//Тр. Касп. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. Астрахань, 1930. Т. 7. С. 42–48.

Астраханский технический институт
рыбной промышленности и хозяйства

В.М. Задорина

СУТОЧНАЯ ДИНАМИКА ДРИФТА ВОДНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ
В РЕКАХ КОЛЬСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Молодь лосося в реках питается в основном организмами бентоса, находящимися в толще воды, так называемым дрейфом [2, 6, 7]. Численность дрейфа подвержена сезонным и суточным колебаниям и зависит от факторов среды и стадий развития беспозвоночных. Знание поведения организмов дрейфа поможет объяснить особенности поведения молоди лососей, а также даст полное представление о кормовой базе молоди лососей.

Изучалась суточная динамика дрейфа беспозвоночных в р. Лувеньге в период 1979–1982 гг. Всего 10 суточных станций, на 2 из которых изучалась также суточная ритмика питания покатной молоди семги.

Результаты исследований показали, что изменение интенсивности питания „дикой” и покатной молоди семги коррелировало с изменением численности дрейфа, т.е. в период массового подъема бентических беспозвоночных в толщу воды интенсивность питания увеличивалась, в период их опускания на дно уменьшалась. В начале июля 1979 г. наибольшая численность дрейфа наблюдалась в 4 ч, интенсивность питания „диких” покатников также была самой высокой (рис. 1, А). В конце июня 1980 г. массовый подъем организмов бентоса в толщу воды отмечался с 24 до 2 ч, интенсивность питания молоди была наибольшей в 24 ч. Падение накормленности молоди наблюдалось в момент опускания беспозвоночных на дно реки и соответственно уменьшения их количества в дрейфе (рис. 1, Б).

Такой корреляции не наблюдается у заводской молоди, недавно выпущенной в реку. Это свидетельствует об отсутствии у нее приспособительных реакций, необходимых для жизни в реке. Однако со временем она адаптируется к естественным условиям, что также скажется на суточной ритмике ее питания.

Как известно, изменение численности дрейфа в течение суток является отражением закономерных вертикальных миграций бентических беспозвоночных. Поднимаясь в толщу воды, они переносятся вниз по течению на определенные расстояния и затем опускаются на дно. Такие передвижения в толще воды облегчают территориальное расселение беспозвоночных бентоса по дну реки в период бурного индивидуального роста и развития организмов [4]. Например, нимфы *Baetis* sp. могут переноситься на расстояние до 100 м, а *Gammarus* sp. – на 140 м вниз по реке [8].

В ряде случаев возникновение миграций связано с процессом перехода в имагинальную стадию насекомых с полным и неполным превращением.

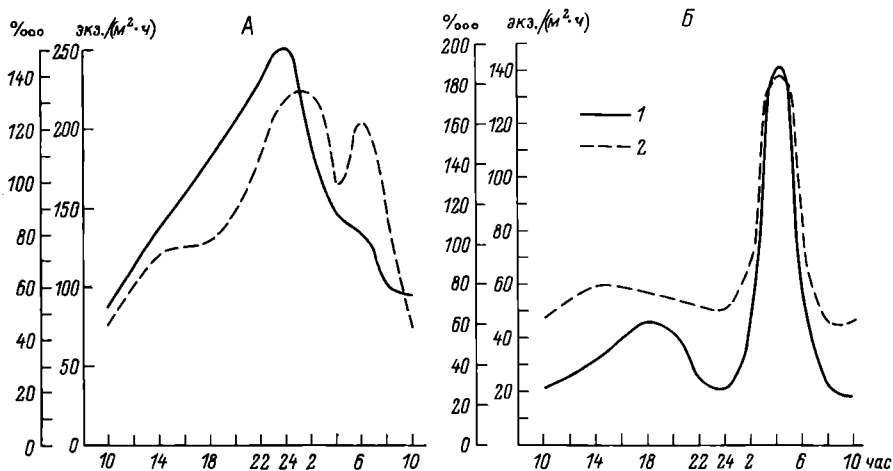


Рис. 1. Суточная динамика дрефта и ритмика питания покатной (А) и дикой (Б) молоди семги в р. Лувеньга.

1 – интенсивность питания; 2 – динамика дрефта.

В общей форме причиной вертикальных миграций донных беспозвоночных можно считать биологическую необходимость в перемене биотопа.

В качестве сигнального фактора для вертикальных миграций выступает изменяющаяся освещенность. В условиях нормальной смены темного и светлого времени суток основная масса беспозвоночных мигрирует ночью. Так, в реках Дальнего Востока, где обитает лосось, большая часть беспозвоночных мигрирует в ночное время суток и пик численности дрефта в десятки и сотни раз превышает его минимум. Исключение представляют реки с высокой мутностью воды [3, 5], где нет такой резкой разницы в количестве беспозвоночных, мигрирующих в темное и светлое время суток.

В северных широтах летом отсутствует ритмика в смене света и темноты. Это сказывается и на особенностях вертикальных миграций беспозвоночных. Численность мигрирующих беспозвоночных дрефта в течение полярного дня меняется незначительно. Однако в ночное время суток мигрирует в 2–3 раза больше организмов, чем днем. Это объясняется тем, что даже в самом светлом периоде белых ночей освещенность в течение суток изменяется в 100 раз [1]. В конце августа, с наступлением темных ночей, количество беспозвоночных, мигрирующих ночью, по сравнению с таковыми, мигрирующими днем, увеличивается в 5–10 раз (рис. 2).

Подобный характер повышения числа мигрантов в ночной период установлен и в р. Пижме (Карелия) [6].

Увеличение численности организмов в дрефте обусловлено повышенной активностью некоторых видов мигрантов, покидающих

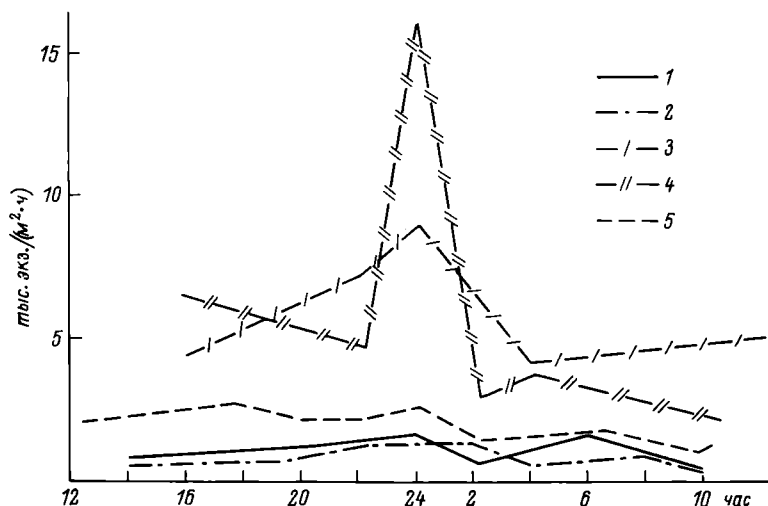


Рис. 2. Суточная динамика численности дрефта в р. Лувеньга.

1 - 20-21 VI 1980 г.; 2 - 28-29 VII 1980 г.; 3 - 13-14 VIII 1982 г.; 4 - 22-23 VIII 1982 г.; 5 - 3 VII 1983 г.

убежища, выползающих на поверхность грунта и поднимающихся в толщу воды [4, 9].

В р. Лувеньге основной состав мигрантов был представлен в июне-июле нимфами *Cloen sp.*, личинками мошек и хирономид, в середине августа увеличилось число ручейников *Oxyethira distinctella* генерации этого года. К концу августа основной состав ночных мигрантов состоял из нимф *Cloen sp.* первой генерации и молодых личинок *Oxyethira distinctella*.

Приведенные выше данные свидетельствуют о том, что суточные вертикальные миграции водных беспозвоночных в условиях северных широт имеют свои особенности. Отсутствие ритмики в смене темноты и света привело к почти равномерной суточной активности с небольшим преобладанием последней в ночное время суток, что в условиях короткого заполярного лета имеет большой адаптивный смысл.

Л и т е р а т у р а

1. Г и р с а И.И. Освещенность и поведение рыб. М., 1981. 167 с.
2. К а н и дь е в А.Н., Ж у й к о в а Л.И. Обеспеченность пищей как показатель допустимой концентрации молоди осенней кеты//Иzv. Тихоокеан. НИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. 1971. Т. 76. С. 97-110.

3. К л ю ч а р е в а О.И. О скате и суточных вертикальных миграциях донных беспозвоночных Амура//Зоол. журн. 1963. Т. 42, вып. 11. С. 1601-1612.
4. Л е в а н и д о в а И.М., Л е в а н и д о в В.Я. К вопросу о миграциях донных беспозвоночных в толще воды дальневосточных рек//Изв. Тихоокеан. НИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. 1962. Т. 48. С. 178-189.
5. Л е в а н и д о в а И.М., Л е в а н и д о в В.Я. Суточные миграции донных личинок поденок в реке Хор//Зоол. журн. 1965. Т. 44, вып. 3. С. 373-389.
6. Ш у с т о в Ю.А. Дрифт донных беспозвоночных в лососевых реках бассейна Онежского озера//Гидробиол. журн. 1977. Т. 13, вып. 3. С. 32-37.
7. E l l i o t t J.M. Diel changes in invertebrate drift and the food of trout *Salmo trutta* L//J.Fish. Biol. 1970. Vol. 2, N 2. P. 161-165.
8. M c L a y C.L. A theory concerning the distance travelled by animals entering the drift of a stream.// J.Fish. Res. Board Canada. 1970. Vol. 27. P. 359-370.
9. M ü l l e r K. Circadian rhythmnis of locomotor activity in aquatic organisms in the subarctic summer // Aguilo Ser. Zool. 1973. Vol. 14. P. 1-18.

Полярный НИИ морского рыбного
хозяйства и океанографии

УДК 593.16

С.Ф. Л и х а ч е в

АДАПТАЦИИ И ПОВЕДЕНЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ У ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ЭВГЛЕНОВЫХ ЖГУТИКОНОСЦЕВ РОДА *PARASTASIA* MICHAJLOW

Эвгленовые жгутиконосцы рода *Parastasia* Michajlow – паразиты, обитающие в кишечниках циклопид. Эта группа простейших открыта недавно и изучена крайне недостаточно. В фауне СССР в настоящее время известно несколько видов парастазий, из которых наиболее часто встречаются *P.fennica* Mich. и *P.cyclopis* Mich.

В задачу настоящей работы входило изучение адаптаций и характера поведения парастазий, особенностей жизненных циклов данных жгутиконосцев и их связь с экологией циклопид.

Циклопы были собраны из небольших озер и прудов в окрестностях Ленинграда в течение 1981-1983 гг. После поимки рачков содержали в аквариумах при комнатной температуре и при температуре 4-5 °С.

Изучение трофозоитов и репродуктивных фаз жизненного цикла парастазий проводили по методике В. Михайлова [1].

Всего было изучено свыше 100 индивидуальных культур паразитов. Культуры содержали в микроаквариумах при комнатной температуре (20–25 °C). Средой для индивидуальных культур служила профильтрованная вода из тех же водоемов, в которых были отловлены циклопы.

Адаптивный характер поведения парастазий проявлялся на всех стадиях жизненного цикла. Эти жгутиконосцы последовательно проходят трофическую и репродуктивную фазы. В кишечнике циклопа трофозоит активно питается, растет и накапливает запасные вещества в виде парамиллона, т.е. в жизненном цикле парастазий проходит э п а с а ю щ а я с т а д и я. Растущий трофозоит не имеет каких-либо прикрепительных образований, у него отсутствует свободный жгут. Постоянно подвергаясь воздействию пищевого комка, молодые трофозоиты находятся в опасности выброса вместе с фекальными массами из организма рачка в воду. Помогает удерживаться и выжить в кишечнике хозяина волнообразное движение, которое соответствует перистальтике кишечника хозяина, и в процессе движения образует одну волну у *P.cyclopis* и три-четыре волны у *P.fennica*. При помощи волнообразного движения тела паразиты по мере своего роста продвигаются к концу пищеварительного тракта циклопа для выхода во внешнюю среду. Трофозоит растет в организме рачка в течение 10–12 сут. Зрелый трофозоит постепенно продвигается по кишечнику от переднего конца к заднему, и при выходе во внешнюю среду особь вытягивается.

После выхода в воду у парастазий начинается следующая фаза жизненного цикла – р е п р о д у к т и в н а я. Попадая во внешнюю среду, трофозоит некоторое время продолжает активно двигаться. Свободный жгут не образуется. Постепенно движения замедляются, особь округляется и образует цисту размножения. У *P.cyclopis* это происходит через 10–15 мин после выхода из организма циклопа, а у *P.fennica* трофозоит может передвигаться в воде, не образуя цисту, до 2–3 ч и более.

Свободноживущие особи не питаются, что служит характеристикой парастазий как облигатных паразитов.

После образования цисты размножения происходит процесс последовательных палинтомических делений, в результате которых образуется 16–128 дочерних клеток. По завершении процесса деления криста разрушается и все дочерние клетки начинают расходиться посредством сокращений тела.

Дочерние клетки округляются, формируют свободный жгут и прикрепительный стебелек, или „ножку“, и превращаются в жгутиковые особи. Процесс роста свободного жгута и „ножки“ у разных дочерних особей происходит неодновременно.

Как уже отмечалось ранее, жгутиковые особи находятся на и н в а з и о н н о й с т а д и и жизненного цикла парастазий. У них имеется ряд адаптационных признаков и характерное поведение.

Одна и та же жгутиковая особь в процессе своего развития проходит три стадии превращения.

1. Стадия до образования жгутика. Особи, выйдя из оболочки, совершают червеобразные движения по субстрату.

2. Стадия плавающей особи. После появления свободного жгута особь до образования прикрепительной ножки недолго активно плавает в придонных слоях воды. У *P. macra-granulata* жгутиковые особи способны находиться в плавающем состоянии до 3–5 сут и по характеру поведения напоминают свободноживущих астазий.

3. Стадия инвазии. После образования прикрепительной ножки жгутиковые особи оседают на дно, прикрепляются к субстрату и, активно вращая жгутом, привлекают к себе циклопид, т.е. образуется бентосная форма инвазионной стадии парастазий, которая заражает циклопов.

Все три стадии превращения жгутиковой особи являются инвазионными. Все же основной следует считать бентосную стадию, так как в этом состоянии в условиях лабораторного эксперимента жгутиковые особи способны жить около 2 сут.

Парастазии – особые паразитические формы, жизненный цикл которых приурочен к определенным видам хозяев, а адаптивный характер поведения их тесно связан с экологией ветвистоусых рачков, различающихся по типу питания, циклопов-хватателей и циклопов-собирателей.

Л и т е р а т у р а

1. Michajlow W. Euglenoidina (Flagellata) parasites of Cyclopidae (Copepoda) // Acta protozool. 1968. N 5. P. 181–217.

Ленинградский Государственный
педагогический институт им. А.И. Герцена

УДК 595.13 (471.311)

В.Г. Гагари н, Ф.С. Медведе в

К ФАУНЕ СВОБОДНОЖИВУЩИХ НЕМАТОД
ОЗЕРНОЙ СИСТЕМЫ ЧАНЫ

Озерная система Чаны расположена в степной зоне на западе Новосибирской области. Система включает озера: Чаны, Малые Чаны (М. Чаны), Яркуль. Центральное место занимает оз. Чаны, два другие озера соединены с ним узкими протоками через Чиняевский

плёс. Кроме того, между озерами Яркуль и Чаны существует искусственный канал. Берега озер низкие, пологие, в прибрежной зоне покрыты зарослями тростника; береговая линия весьма извилистая. Озера сравнительно мелководные, средние глубины 2–3 м. Площадь акватории в маловодные годы составляет 2000 км², в многоводные же годы увеличивается в 1.5 раза [3]. В оз. М. Чаны впадает р. Чулым, опресняющая его соленые воды. Общая минерализация воды в этом озере равна 1–2 ‰, остальных двух водоемов, как не имеющих притока извне, значительно выше: Чаны – 4–7 ‰ (Чиняевский плёс), Яркуль – 3–3.6 ‰ [3].

В июле 1982 г. сотрудниками НИИ биологии при Томском университете была проведена гидробиологическая съемка водоемов данной системы. Микробентометром системы „С-1“ отобрано 14 проб мейобентоса, в которых просчитаны и определены нематоды. В оз. М. Чаны взято 4 пробы, в Яркуль – 3, в оз. Чаны – 7, причем в последнем только в Чиняевском плёсе, который непосредственно связан с соседними озерами.

В обследованных водоемах зарегистрировано 16 видов нематод из 6 отрядов, в том числе в оз. Чаны – 11, М. Чаны – 9, Яркуль – 8 (см. таблицу). Численность червей колебалась от 10 тыс. до 80 тыс. экз./м².

Виды относятся к двум экологическим комплексам нематод, и поэтому фауну водоемов системы можно охарактеризовать в целом как пресноводно-солонатоводную. Однако подробный анализ видового состава червей в отдельно взятых озерах показал следующее. В менее соленом оз. М. Чаны фауна червей пресноводная. Из 9 обнаруженных там видов 8 – типично лимногенные (см. таблицу).

Фауна червей оз. Чаны, вода которого более обогащена солями, имеет характер типичного солонатоводного водоема. В его состав входят только 4 лимногенных вида: *Tobrilus gracilis*, *T. stefanskii*, *Dorylaimus stagnalis* и *Plectus cirratus*. Эти виды легко переносят повышенную минерализацию воды и часто встречаются в миксогалинных водоемах: оз. Иссык-Куль [6], Невской губе [8], Днепровско-Бугском канале [4] и т.д. Остальные виды – солонатоводные, морские по происхождению, причем 2 из них имеют всесветное распространение в солонатоводных и континентальных бассейнах и эстуариях [2, 11, 12] и 5 – зарегистрированы только в Каспийском море и в оз. Иссык-Куль (см. таблицу).

В оз. Яркуль видовой состав фауны нематод состоит из 3 эвригалинных лимногенных и 5 солонатоводных талассогенных видов, которые эндемичны для фауны Каспийского моря и оз. Иссык-Куль (см. таблицу).

Присутствие в фауне свободноживущих круглых червей бассейна оз. Чаны большого числа видов, считавшихся до этого эндемиками Каспийского моря и оз. Иссык-Куль, ставит вопрос о генезисе и путях формирования фауны данного водоема.

Озера Барабинской низменности (куда входит озерная система Чаны) образовались в позднем плиocene на территории обширного Западно-Сибирского моря после его отступления. В течение своей

Видовой состав нематод озерной системы Чаны

| Вид | Экология | Зоогеография | Озеро | | |
|---|------------------|-----------------|-------|---------|--------|
| | | | Чаны | М. Чаны | Яркуль |
| <u>Enoplida</u> | | | | | |
| <i>Tobrilus gracilis</i> (Bastian, 1865) | Пресноводный | Космополит | + | + | + |
| <i>Brevitobrilus stefanskii</i> (Micoletzky, 1925) | " | " | + | + | - |
| <i>Tripyla glomerans</i> Bastian, 1865 | " | " | - | + | - |
| <i>Ironus tenuicaudatus</i> de Man, 1884 | " | " | - | + | - |
| <i>Tripylolides pallidus</i> Tchesunov, 1981 | Солоноватоводный | Каспийское море | - | - | + |
| <i>Pseudoncholaimus issykkulensis</i> | | | | | |
| <i>Tsalolichin</i> , 1979 | " | Иссык-Куль | - | - | + |
| <u>Dorylaimida</u> | | | | | |
| <i>Dorylaimus stagnalis</i> Dujardin, 1848 | Пресноводный | Космополит | + | + | + |
| <u>Monhysterida</u> | | | | | |
| <i>Cylindrotheristus eximius</i> Gagarin et Lemsina, 1981 | Солоноватоводный | Иссык-Куль | + | - | + |
| <i>C.karabugasensis</i> Tchesunov, 1980 | " | Каспийское море | + | - | + |
| <i>Mesotheristus nannospiculus</i> Tchesunov, 1980 | " | " | + | - | - |
| <u>Chromadorida</u> | | | | | |
| <i>Chromadorida leuckarti</i> (de Man, 1876) | " | Космополит | + | - | - |
| <i>Paracatyatholaimus intermedius</i> (de Man, 1880) | " | " | + | - | - |
| <u>Araeolaimida</u> | | | | | |
| <i>Leptolaimus relictus</i> Tsalolichin, 1979 | " | Иссык-Куль | + | + | + |
| <i>Paraplectonema pedunculatum</i> (Hofmänner, 1913) | Пресноводный | Космополит | - | + | - |
| <i>Plectus cirratus</i> Bastian, 1865 | " | " | + | + | + |
| <u>Rhabditida</u> | | | | | |
| <i>Diplogaster rivalis</i> (Leyding, 1854) | " | " | - | + | - |

геологической истории они никакой водной связи с Каспийским морем и оз. Иссык-Куль не имели. Правда, в период акчагыльской трансгрессии это море имело связь через узкий Тургайский пролив с водами единого Арало-Каспийского моря [7], в связи с чем был возможен обмен фауной между данными водоемами, и представители каспийских (а возможно и иссык-кульских?) нематод потенциально могли заселить прЧаны. Но тогда нельзя объяснить тот факт, что за период столь долгой изоляции водоемов (Каспийское море, оз. Иссык-Куль и Чаны) нематоды в них не претерпели никаких изменений, хотя фауна продолжала эволюционировать, и те же нематоды должны морфологически отличаться если не на родовом уровне, то, по крайней мере, на видовом. Но морфологические промеры не показали достоверных различий между популяциями видов, являющихся общими для двух или трех данных водоемов. На наш взгляд, это может объясняться постоянным обменом генофонда в пределах данной зоны. Такой обмен возможен двумя путями: поверхностным переносом и с помощью подземных вод. Наиболее вероятен первый путь. На территории данного региона (Каспийское море-Чаны-Иссык-Куль) расположено много мелких и крупных (Аральское море, Балхаш, Тенгиз) соленых озер, поэтому перенос нематод и их яиц из одного водоема в другой водоплавающими птицами или непосредственно по воздуху с пылью вполне допустим и реален. Круглые черви и их яйца легко переносят вымерзание и высыхание [1, 5], а численность нематод в водоемах бывает высокой (до 10 млн./м²). Эти водоемы находятся на путях массовых ежегодных миграций водоплавающих птиц.

Существующая в литературе гипотеза об обмене солоноватоводной фауны нематод между озерами через подземные воды [9, 10], на наш взгляд, менее вероятна. Во-первых, если и существуют нематоды в подземных водах, то численность их там невелика из-за лимита пищи [5]. Во-вторых, более объяснимо заселение подземных вод мейофауной „поверхностных“ озер, нежели обратное. Поэтому данный путь обмена генофондом представляется нам маловероятным.

Л и т е р а т у р а

1. В о р о н к о в Н.В. О географическом распространении коловраток. Красноярск, 1927. Вып. 2. 37 с.
2. Г а г а р и н В.Г. Пресноводные нематоды европейской части СССР. Л., 1981. 248 с.
3. Г у с е в А.Г. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика озер Чаны, Яркуль и Сартлан//Изв. Всесоюз. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1948. Т. 25, вып. 2. С. 149-170.
4. И в а н е г а И.Г. Микро- и мезобентос устьевых областей Северо-Западного Причерноморья: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Севастополь, 1976. 21 с.

5. Константинов А.С. Общая гидробиология. М., 1986. 472 с.
6. Лемзина Л.В. Нематоды как компонент зообентоса озера Иссык-Куль//Изв. АН КиргССР. 1978. № 5. С. 81-84.
7. Линдберг Г.У. Крупные колебания уровня океана в четвертичный период. Л., 1972. 548 с.
8. Филиппьев И.Н. Нематоды восточного района Финского залива и Невской губы//Тр. Гос. гидрол. ин-та. 1929. Вып. 5. С. 2-23.
9. Цаллолихин С.Я. Происхождение фауны нематод озера Иссык-Куль//Зоол. журн. 1979. Т. 58, вып. 5. С. 629-636.
10. Цаллолихин С.Я. К вопросу о происхождении фауны внутренних водоемов Центральной Азии на примере *Pseudoncholaimus charon sp.n.* и *P. neglectus sp.n.* (Nematoda, Oncholaimidae) //Зоол. журн. 1982. Т. 61, вып. 5. С. 653-661.
11. Gerlach S.A., Riemann F. The Bremerhaven checklist of aquatic nematodes: Part 1//Veröff. Inst.Meeresforsch.Bremerh. 1973. Suppl. 4, H. 1. S. 1-404.
12. Gerlach S.A., Riemann F. The Bremerhaven checklist of aquatic nematodes: Part 2//Veröff. Inst.Meeresforsch.Bremerh. 1974. Suppl. 4, H. 2. S. 405-734.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР
Томский университет

УДК 595.383

Н.Д. Бородин, Л.Ф. Бондаренко

МОРФОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ МИЗИД В РАЗЛИЧНЫХ УЧАСТКАХ ИХ АРЕАЛА

С первых лет возникновения водохранилищ на Средней и Нижней Волге в них для улучшения кормовой базы рыб начали вселять высших ракообразных – мизид – из низовьев Дона, дельты Волги и Цимлянского водохранилища. Результаты акклиматизационных работ в Куйбышевском водохранилище долго оставались неизвестными, так как рачков обнаружить не удалось. Только в 1964 г., спустя 7 лет от начала интродукции, в верхней части водохранилища сотрудниками Татарского отделения ГосНИОРХ были найдены единичные экземпляры мизид, а в 1965 г. они были обнаружены нами в Приплотинном плесе водохранилища.

Поскольку мизиды появились в водохранилище только после весенней пересадки из Цимлянского водохранилища, Ц.И. Иоффе, принимавшая участие в разработке биологических обоснований перевозки водных беспозвоночных в волжские водохранилища, пришла к заключению, что успешная акклиматизация рачков является следствием вселения цимлянской популяции [5].

Среди интродуцированных мизид только *Paramysis ullskyi* обитал ранее в р. Волге и поднимался по ее течению выше чем на 3 тыс. км. Верхняя граница распространения других видов находилась значительно ниже: *P.lacustris* не достигал Волгограда, а *P.intermedia* не выходил за пределы приустьевых районов [1, 3]. В результате акклиматизации этих видов мизид в волжских водохранилищах ареалы их значительно расширились.

В Куйбышевском водохранилище успешно прижился рачок *P.intermedia* и значительно возросла численность обитавшего здесь ранее вида *P.ullskyi*. В Саратовском (от района с. Брусяны до г. Балаково) и Волгоградском кроме отмеченных в Куйбышевском водохранилище видов обнаружены *P.lacustris* и *Limnomysis benedeni*.

Распространены эти виды по Волге и ее водохранилищам неравномерно. Между отдельными плотно заселенными участками находятся менее пригодные или совсем непригодные для данного вида пространства, на которых рачки отсутствуют. Поэтому вся территория, на которой обитают мизиды, оказывается заселенной отдельными, более или менее изолированными друг от друга популяциями, условия обитания которых часто весьма различны.

Нами было проведено сравнение некоторых биологических показателей и морфологических признаков особей из изолированных популяций трех наиболее массовых в водохранилищах Волги видов: *Paramysis intermedia*, *P.lacustris* и *P.ullskyi*. Для этого использованы материалы, собранные в 1972 г. в районе Соколых гор (Камский плес Куйбышевского водохранилища), в 1976 г. у с. Ягодное (Приплотинный плес Куйбышевского водохранилища) и у с. Брусяны (Саратовское водохранилище), в 1980 г. и 1981 г. в р. Большой Иргиз, в 1972 г. у о-ва Калмыцкий (Волгоградское водохранилище), а также мизиды Цимлянского водохранилища, собранные в 1976 г. и любезно переданные нам М.П. Мирошниченко, и мизиды из дельты Волги (1961 г.) из материалов Ф.Д. Мордухай-Болтовского.

Определяли соотношение полов в популяциях, процент яйценосных самок, их размер (от конца антеннальных чешуек до конца тельсона) и плодовитость (средняя и максимальная). Из морфологических показателей учитывали признаки, используемые в определительных таблицах в качестве диагностических: количество шипов на эндопдите 3-го уropода, количество шипов на боковых сторонах и на конце тельсона, отношение длины к ширине антеннальной чешуйки, расстояние от детерминального шипа до конца антеннальной чешуйки.

Сравнение отдельных биологических показателей у мизид, обитающих на участках вблизи северной границы ареала, и у рачков из южных участков позволило выявить различия между ними. В Куйбышевском и Саратовском водохранилищах *P.intermedia*, *P.lacustris* и *P.ullskyi* имеют наибольшие размеры тела, равные соответственно 13, 15 и 23 мм, тогда как в водоемах юга (Северный Каспий, низовья Дона и Цимлянское водохранилище) [3, 4, 6, 7] они составляют соответственно 14, 18 и 26 мм. Максимальная плодовитость рачков в водохранилищах Волги достигает соответственно 45, 38 и 79 эмбрионов, а в южных районах – 48, 72 и 121. Продолжительность периода размножения в направлении к северной границе ареала с 5–6 мес сокращается до 4 мес, а количество генераций снижается с 4 до 1–2. Это обусловлено тем, что общая сумма тепла в северных участках ареала значительно ниже, чем в южных. Например, в 1980 г. общая сумма тепла за май–октябрь в Куйбышевском водохранилище (г. Тольятти) составила 2659 градусо-дней, в Саратовском (г. Балаково) – 2746, а в р. Волге (г. Астрахань) – 3243 градусо-дня. Согласно полученным нами ранее данным, в годы с общей суммой тепла порядка 2600 градусо-дней (1976, 1979 гг.) мизиды в Куйбышевском водохранилище имели 1 генерацию, в 1968 г. – с общей суммой тепла несколько больше 2700 градусо-дней – 2, а в исключительно теплый 1981 г., когда общая сумма тепла превышала 3000 градусо-дней – 3 генерации. В южных участках ареала, где мизиды размножаются с апреля–мая по октябрь и общая сумма тепла превышает 3200 градусо-дней, они успевают дать 4–5 генераций.

В результате сокращения продолжительности периода размножения, снижения числа генераций и плодовитости воспроизводительная способность мизид, обитающих в северных участках ареала (волжские водохранилища), значительно ниже, чем в южных. Поэтому в волжских водохранилищах они не смогут образовывать популяции такой плотности, какой достигают в южных участках ареала.

Анализ указанных выше морфологических признаков показал, что количество шипов на эндоподите 3-го уростома, на боковых сторонах и на конце тельсона у всех рассматриваемых видов и даже особей одной популяции колеблется в широких пределах. Так, у рачков *P.intermedia*, обитавших в районе с. Брусяны (Саратовское водохранилище) и в р. Большой Иргиз оно изменялось от 3 до 7, у рачков из дельты Волги и Цимлянского водохранилища – от 4 до 6, из района с. Ягодного (Куйбышевское водохранилище) – от 4 до 7, но в среднем везде составляло 5. Согласно же данным А.Н. Державина [3], В.Л. Паули [8], В.Ф. Осадчих [7] и М. Беческу [2], эндоподит 3-го уростома обычно вооружен 4, реже 5 шипами.

Значительными (12–23) были колебания числа шипов на боковых сторонах и на конце тельсона, причем диапазон колебаний не связан с нахождением рачков в том или ином участке ареала. Видимо, вооружение отдельных частей тела *P.intermedia* шипами не зависит от условий обитания. Постоянными для вида оказались отношение длины антеннальной чешуйки к ее ширине, равное 3, и рас-

стояние от детерминального шипа до конца антеннальной чешуйки, равное $1/4$ длины чешуйки.

У *P. lacustris* также отмечалась большая индивидуальная изменчивость признаков внутри одной популяции, однако их средние показатели у популяций из различных участков волжского бассейна в большинстве случаев совпадали, тогда как с показателями мизид Цимлянского водохранилища они расходились (по трем из пяти сравниваемых признаков). На эндоподите 3-го уropода рачков цимлянской популяции обычно имелось 3 шипа, у волжских – 6–7, на боковой стороне тельсона соответственно 19 и 17 шипов, антеннальная чешуйка у первых в 4 раза длиннее своей ширины, у вторых – в 2.5–3 раза. Таким образом, у этого вида между волжской и азово-черноморской популяциями по отдельным признакам имеются определенные различия.

Морфологические признаки *P. ullskyi* также изменялись в широких пределах. На эндоподите 3-го уropода волжских популяций находилось от 13 до 21 шипа (в среднем 13–16), цимлянских – 18–27 шипов (в среднем 21), на боковых сторонах тельсона у первых – 15–21 шип (в среднем 17–18), у вторых 21–28 (в среднем 24). На конце тельсона у волжских популяций – 14–25 шипов (в среднем 17–18), у цимлянских – 17–22 шипа (в среднем 20), а расстояние от детерминального шипа до конца чешуйки у первых $1/6$ – $1/7$, у вторых $1/9$.

Таким образом, у особей *P. ullskyi*, обитающих в бассейне р. Волги и в Цимлянском водохранилище, рассматриваемые признаки не перекрываются даже в пределах индивидуальной изменчивости. Следовательно, их можно использовать для уточнения вопроса появления этого вида в волжских водохранилищах.

Как было отмечено выше, Ц.И. Иоффе [5] считает, что в Куйбышевском водохранилище успешно акклиматизировались 2 вида мизид (*P. intermedia* и *P. ullskyi*) из цимлянской популяции. Если это действительно так, то они должны были бы иметь такое же вооружение отдельных частей тела, как и рачки цимлянской популяции. Между тем, наши данные показывают, что в волжских водохранилищах вооружение рачков *P. ullskyi* очень близко к таковому рачков популяций дельты Волги и значительно отличается от цимлянских. Следовательно, водохранилища Средней и Нижней Волги заселены волжской формой *P. ullskyi*, причем рост ее численности обусловлен не результатами акклиматизации, а улучшением условий обитания последней во вновь созданных водоемах.

Л и т е р а т у р а

1. Б е н и н г А.Л. К изучению придонной жизни реки Волги. Саратов, 1924. 398 с.
2. Б е ч е с к у М. Отряд мизиды – Mysidacea // Определитель фауны Черного и Азовского морей. Киев, 1969. С. 363–381.

3. Д е р ж а в и н А.Н. Мизиды Каспия. Баку, 1939. 92 с.
4. И о ф ф е Ц.И. Обогащение донной фауны Цимлянского водохранилища//Изв. Всесоюз. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1958. Т. 15. С. 272-316.
5. И о ф ф е Ц.И. Обогащение кормовой базы для рыб в водохранилищах СССР путем акклиматизации беспозвоночных//Изв. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1974. Т. 100. 223 с.
6. М и р о ш н и ч е н к о М.П. Размножение и рост мизид в Цимлянском водохранилище//Тр. Волгогр. отд-ния Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1974. Т. 8. С. 51-67.
7. О с а д ч и х В.Ф. Биология и экология северокаспийских мизид//Тр. КаспНИРО, 1962. Т. 17. С. 3-11.
8. П а у л и В.Л. Определитель мизид Черноморско-Азовского бассейна//Тр. Севастоп. биол. станции, 1957. Т. 9. С. 113-166.

Институт экологии

Волжского бассейна АН СССР

УДК 574.64 + 595.383.3

С.А. Ч е р к а ш и н

СТАНОВЛЕНИЕ РЕАКЦИИ ИЗБЕГАНИЯ ЦИНКА И ФЕНОЛА В ПРОЦЕССЕ ОНТОГЕНЕЗА МИЗИД И ТРАВЯНОГО ЧИЛИМА

При оценке токсичности водной среды для гидробионтов используются различные показатели их физиологического состояния и поведенческие реакции, в частности реакция избегания. Последняя у животных обычно проявляется очень быстро даже при небольших концентрациях токсиканта, поэтому может служить в качестве оперативного чувствительного теста загрязненности вод.

В настоящей работе представлены результаты экспериментального исследования влияния различных концентраций хлорида цинка и фенола на молодь травяного чилима (*Pandulis latirostris*), половозрелых особей и молодь мизид (*Neomysis myrabilis* и *Neomysis* sp.). Животных отлавливали у берега на глубине до 3 м и на 5-6 сут до начала опытов помещали в аквариумы для адаптации к токсиканту. Реакцию избегания исследовали на установке Джонса [2], модифицированной и описанной нами ранее [1]. Каждой особи предъявлялось до пяти концентраций цинка или фенола. Всего для изучения избегания загрязнителя использовалось по 8-10 представителей исследуемых размерных групп гидробионтов. Положение животных в градиентной трубе на протяжении опыта отмечалось каждые 30 с. Для оценки реакции на предъявляемую концен-

трацию использовали суммарное число (%) регистраций всех испытанных животных, находящихся в чистой зоне установки после подачи токсиканта. Статистический анализ реакции проводили путем сравнения суммарного числа регистраций животных в обоих отсеках установки до и после подачи токсиканта. Достоверность отличий оценивали с помощью критериев Пирсона и Фишера. Исследование показало, что характер избегания загрязнителей мизидами и молодью чилима весьма сходен. Реакция на цинк возрастала с увеличением концентрации токсиканта и длительности эксперимента (табл. 1, 2). Самки мизид *N.marabilis* с зародышами в марсунальной сумке избегали этот загрязнитель медленнее, чем *Neomysis* sp., которые быстро покидали зону установки, содержащую цинка всего лишь 100 мкг/л. Молодь обоих видов рачков реагировала на загрязнитель значительно хуже, чем половозрелые особи. Сходная зависимость реакции избегания от возраста или размера гидробионтов выявлена и для сеголетков чилима. Молодь этих десятиногих раков длиной 30–32 мм покидала опасную зону уже при содержании цинка 9 мг/л; более крупные сеголетки (38–40 мм) – при 0.6 мг/л.

Эксперименты с фенолом показали, что реакция избегания у ракообразных более сложна, чем в случае с хлоридом цинка. Молодь мизиды (менее 7 мм длиной) не покидает опасной зоны даже с содержанием фенола 25 мг/л, более крупная уходит при концентрации 1 и 5 мг/л фенола, но уже при 10 мг/л эффективность реакции избегания снижается (табл. 3). Десятиминутное пребывание рачков в сосуде с концентрацией токсиканта 10 мг/л приводит к потере ими способности избегать другие загрязнители (50 мг Zn /л), по-видимому, из-за нарушения хеморецепции. Двадцатисуточная молодь чилима, выращенная в лаборатории, так же как и младшая размерная группа мизид, при температуре 18.5 °C не уходит из зоны при содержании фенола 0.1, 0.5, 1, 10, 20 и 50 мг/л. Подросшие сеголетки (30–32 мм) при 19.3 °C избегают токсиканты, начиная с концентрации 1 мг/л, однако фенол уже при концентрации 5 мг/л подавляет данную реакцию. Более крупная молодь (38–41 мм) покидает загрязненную воду, содержащую 0.5 мг/л фенола. Нарушение избегания происходит лишь при 10 мг/л токсиканта.

Проведенные исследования выявили существенные различия в характере избегания ракообразными цинка и фенола. Реакция на последний носит более сложный характер и проявляется лишь в узком диапазоне концентраций. В процессе онтогенеза у мизид и молоди чилима возрастает эффективность избегания обоих токсикантов. Подросшие рачки начинают уходить от более низких концентраций загрязнителей, избегание фенола осуществляется в более широком диапазоне. Эта закономерность позволяет для целей биотестирования отдавать предпочтение половозрелым особям. Избегание мизидами *Neomysis* sp. низких концентраций цинка может с успехом использоваться при оценке качества морской воды.

Т а б л и ц а 1

Избегание цинка *Neomysis mirabilis* (среднее число регистраций животных в „чистой зоне“) при температуре 15.4 °С

| Условие опыта | Интервал регистрации, мин | Содержание цинка, мг/л | | | |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 0.1±0.1 | 0.5±0.1 | 0.6±0.1 | 2.5±0.2 |
| С а м к и п л и н о й 13-16 мм | | | | | |
| Контроль Опыт | 1-10 | 16.3±2.5* | 10.2±2.0 | 14.5±2.6 | 10.0±2.4 |
| | 3-6 | 30.0±2.8*** | 60.6±4.8*** | 88.2±3.6*** | 99.6±5.2*** |
| | 7-10 | 26.3±2.6** | 57.0±4.4*** | 90.2±3.4*** | 100±0*** |
| М о л о д ь п л и н о й 3-4 мм | | | | | |
| Контроль Опыт | 1-10 | 4.4±2.1 | - | 5.2±2.0 | 10.2±2.3 |
| | 3-6 | 6.3±2.5** | - | 3.1±2.8** | 43.8±4.2*** |
| | 7-10 | 11.1±2.5** | - | 9.4±3.6** | 35.4±3.2*** |
| | | | | | 16.4±2.6 |
| | | | | | 95.8±2.9*** |
| | | | | | 97.9±2.7*** |

Здесь и в табл. 2, 3: *Ошибка средней. ** Достоверность различий (Р) между опытом и контролем составляют меньше 0.05, ***Р > 0.05, ****Р > 0.01.

Т а б л и ц а 2

Избегание цинка *Neomysis* sp.(среднее число регистраций животных в „чистой зоне“) при температуре 19°С

| Условие опыта | Интервал регистрации, мин | Содержание цинка, мг/л | | | |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 0.05±0.05 | 0.1±0.05 | 0.5±0.1 | 2.5±0.1 |
| С а м к и д л и н о й 16-17 мм | | | | | |
| Контроль | 1-10 | 20.4±2.6* | 22.5±2.8 | 20.0±2.6 | - |
| | 3-6 | 15.0±3.0** | 78.6±7.8*** | 81.3±8.4*** | 31.2±3.8 |
| Опыт | | | | 87.5±9.0*** | 26.1±3.6 |
| | | | | | 93.8±7.8*** |

Т а б л и ц а 2 (продолжение)

| Условие опыта | Интервал регистрации, мин | Содержание цинка, мг/л | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|------------------------|-------------|-------------|-------------|--------------|
| | | 0.05±0.05 | 0.1±0.05 | 0.5±0.1 | 2.5±0.1 | 4.9±0.1 |
| Опыт | 7-10 | 10.0±2.0** | 80.2±7.1*** | 75.6±4.1*** | - | 87.5±4.6*** |
| М о л о д ь д л и н о й 6-7 мм | | | | | | |
| Контроль | 1-10 | - | - | 32.5±3.9 | 30.0±2.7 | 25.0±3.8 |
| Опыт | 3-6 | - | - | 25.0±2.3** | 54.1±6.7*** | 56.3±4.8*** |
| | 7-10 | - | - | 25.0±2.1** | 58.5±7.8*** | 78.1±6.3*** |
| | | | | | | 100.0±0.0*** |
| | | | | | | 100.0±0.0*** |
| | | | | | | 27.4±3.3 |
| | | | | | | 100.0±0.0*** |
| | | | | | | 100.0±0.0*** |

Т а б л и ц а 3

Избегание фенола моловью мизид *Neomysis mirabilis* (среднее число регистраций животных в "чистой зоне") при температуре 18.5°C

| Условие опыта | Интервал регистрации, мин | Содержание фенола, мг/л | | | | |
|--------------------------------|---------------------------|-------------------------|--------------|-------------|-------------|-------------|
| | | 0.5 | 1 | 5 | 10 | 25 |
| М о л о д ь д л и н о й 7-8 мм | | | | | | |
| Контроль | 1-10 | 22.5±4.8* | 27.1±5.6 | 26.6±5.1 | 24.1±4.2 | - |
| Опыт | 3-6 | 25.0±1.2** | 53.1±12.3*** | 71.3±6.2*** | 53.1±10.2 | - |
| | 7-10 | 31.3±6.3** | 55.1±11.3*** | 95.8±8.1*** | 50.0±9.7*** | - |
| М о л о д ь д л и н о й 5-6 мм | | | | | | |
| Контроль | 1-10 | 15.0±3.4 | 12.0±2.9 | 20.0±3.6 | 14.0±3.3 | 24.0±3.7 |
| Опыт | 3-6 | 43.8±4.7*** | 32.5±3.5*** | 17.5±3.6** | 40.0±4.2*** | 25.0±3.8*** |
| | 7-10 | 50.0±4.8*** | 36.4±3.7*** | 12.8±3.8** | 38.5±4.0*** | 21.6±3.9*** |

1. К а н д и н с к и й П.А., Ч е р к а ш и н С.А., К в а с о в А.В. Градиентная установка для изучения поведения водных животных//Промышленное рыболовство. Владивосток, 1979. С. 99-102.
2. J o n e s J.K.E. The reactions of *Pygosteus pungitius* L. to toxic solutions//J.Exp.Biol.(Brit.). 1947. Vol. 24. P. 110-122.

Тихоокеанский НИИ рыбного хозяйства
и океанографии

УДК 595.34-151

Т.И. П о д б о л о т о в а, А.Н. К р у г л о в а

АДАПТАЦИЯ ВЕСЛОНОГОГО РАЧКА
MESOCYCLOPS LEUCKARTI CLAUS
К УСЛОВИЯМ ОБИТАНИЯ В ОЗЕРАХ КАРЕЛИИ

При оценке продуктивности сообществ зоопланктона в разнотипных водоемах особое значение имеют биологические особенности развития массовых видов беспозвоночных животных, их поведенческие механизмы.

Исследования проводились в течение вегетационного периода в 1976-1979 гг. на одном из малых озер южной Карелии - Тарасм-озере (бассейн Онежского озера). Это небольшой мелководный водоем, характеризующийся высокой проточностью и перемешиванием водных масс по всей глубине [1, 2]. Зоопланктон озера не отличается большим разнообразием (57 видов и форм) [3]. *Mesocyclops leuckarti* относится к числу массовых представителей планктонной фауны Тарасмозера и многих озер Карелии [4, 6, 8, 11]. Этот вид имеет широкое географическое распространение и характеризуется высокой экологической пластичностью. В крупных озерах рачки, как правило, концентрируются в пелагиали в пределах эпилимниона. В Тарасмозере популяция рачка расселена по всей акватории от пелагиали до литорали, включая заросли макрофитов, что характерно для многих других малых озер региона [7].

Рачок в планктоне встречается круглогодично, причем летом, с мая по октябрь, держится в пелагиали, а с наступлением ледостава опускается на дно и перезимовывает в пелогоне - верхнем полужидком слое ила.

В период биологической весны (май - до третьей декады июня) при температуре воды 10-14°C *M.leuckarti* в Тарасмозере представлен всеми возрастными стадиями, но уже к началу июня основу численности составляют взрослые особи обоего пола. В это время

происходит размножение рачков. Несколько позже в популяции начинают преобладать науплиальные и копепоditные стадии (до 70% от всей численности популяции). Наиболее быстрым линейным ростом характеризуются начальные этапы развития рачков при переходе от I-II науплиальной стадии к III-IV, затем рост несколько замедляется. Старшие копепоditные стадии циклопа имеют размер 0.688 мм, прирост при переходе от копепоditной стадии к половозрелой составляет 0.17 мм.

Летом при повышении температуры воды до 17-24°C и при наличии благоприятных трофических условий в развитии данного вида в Тарасмозере наблюдаются два максимума: первый - в начале июня, второй - в конце июля. Улучшение условий обитания в этот период отражается на увеличении размерно-массовых показателей и плодовитости рачков. Максимальная плодовитость *M. leuckarti* достигает 15 яиц и составляет в среднем 8.4. В озерах Карелии этот циклоп адаптирован к температурам от 17 до 20°C. В этом диапазоне активность биологических процессов максимальна.

Осенью с понижением температуры воды до 6-8°C происходит уменьшение численности половозрелых рачков. Вид переходит в неактивное состояние и меняет свое место обитания. Взрослые самцы и самки к этому времени отмирают, а развитие копепоditных стадий (III, IV, V) замедляется [10, 12]. В поверхностном слое грунта озера концентрируются рачки различных стадий, которые и перезимовывают. Будучи термофильным видом, *M. leuckarti* выпадает из состава зоопланктона, начиная с поздней осени (конец октября-ноябрь) до конца биологической зимы (апрель-май). Во многих озерах *M. leuckarti* является дициклическим видом [5, 9]. В Тарасмозере рачок также имеет две генерации. Выпадение его из состава планктонной фауны в зимний период и перемена места обитания являются важными моментами адаптации в биологии рачка, направленной на выживание вида.

Л и т е р а т у р а

1. Горбунова З.А. Озеро Тарасмозеро//Озера Карелии: Справочник. Петрозаводск, 1959. 619 с.
2. Григорьев С.В., Грицевская Г.Л. Каталог озера Карелии. М.; Л., 1959. 239 с.
3. Круглова А.Н. Значение озерного зоопланктона в формировании кормовой базы озерно-речной системы р. Лижма (бассейн Онежского озера)//Гидробиол. журн. 1981. Т. 17, вып. 1. С. 28-33.
4. Круглова А.Н. К продукции зоопланктона Тарасмозера (Южная Карелия)//Круговорот вещества и энергии в водоемах: Тез. докл. Иркутск, 1981. Вып. 2. С. 85-87.
5. Монаков А.В. Питание и пищевые взаимоотношения копепод. Л., 1976. 170 с.

6. Рылов В.М. Cyclopoida пресных вод. М.; Л., 1948. 319с. (Фауна СССР. Ракообразные; Т. 3, вып. 3).
7. Салазкин А.А. Основные типы озер гумидной зоны СССР и их биолого-продукционная характеристика//Изв. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1976. Т. 108. С. 3-8.
8. Сви́рская Н.Л. Основные черты жизненного цикла *Mesocyclops leuckarti* Claus (Copepoda, Cyclopoida) в малом гумифицированном водоеме южной Карелии//Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера: Тез. докл. Петрозаводск, 1974. С. 68-70.
9. Сви́рская Н.Л. Ракообразные и коловратки и изменение динамики их развития в малых гумифицированных озерах южной Карелии под влиянием химической мелиорации: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 1975. 28 с.
10. Уломский С.Н. Об экологии видов рода *Mesocyclops* Sars (Crustacea, Copepoda), обитающих в водоемах Урала и Приуралья//Зоол. журн. 1965. Т. 44, вып. 1. С. 89-93.
11. Филимонова З.И. Низшие ракообразные планктона озер Карелии//Фауна озер Карелии. М.; Л., 1965. С. 34-41.
12. Chapman M.A. The annual cycles of the limnetic cyclopod Copepoda of Loch Lomond, Scotland//Intern.Rev.Ges.Hydrobiol. 1972. Vol.57. P. 895-911.

Петрозаводский государственный университет
Институт биологии
Карельского филиала АН СССР

УДК 595.34-153

Б.Н. Доценко, Л.М. Львова

ПОВЕДЕНИЕ ВЕСЛОНОГИХ И ВЕТВИСТОУСЫХ РАЧКОВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ФАКТОРОВ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

В каждом конкретном водоеме на поведение гидробионтов влияют температура, кислородный режим, глубина, изрезанность берегов и многое другое. Количественная оценка этих факторов затруднительна, к тому же параметры поведения, связанные с этими оценками, будут справедливы для данного водоема и их нельзя распространять на другой.

Чтобы исследования, проведенные на одном водоеме, были справедливы для других, результаты необходимо представить в критериях подобия. Для подобных водоемов они должны быть тождественны.

К критериям подобия мы относим массообмен, определяемый прогревом, конвекцией и испарением в водоеме. В качестве критериев приняты:

для прогрева $Bi_i = \frac{t_w - t_H}{H} a_i / (2 - 0.1 N) a_s$,

для конвекции $Bi_k = (1 + V) (t_s - t_w) a_k / (2 - 0.1 N) a_s$,

для испарения $Bi_q = (1 + V) P_{нп} (1 - \varphi) a_q / (2 - 0.1 N) a_s$,

где V - сила ветра, N - облачность, H - глубина, t_w - температура воздуха, t_w - температура воды на поверхности, t_H - температура воды на глубине H , $P_{нп}$ - парциальное давление насыщенных паров, φ - относительная влажность, a_s, a_q, a_i, a_k - единичные коэффициенты.

Биологическую сторону поведения характеризует критерий $B = P_1/P_2$, где P_1 - мера стремления гидробионта двигаться в каком-либо направлении, P_2 - мера ощущения препятствия гидробионтом при движении в данном направлении.

Исследования проводились на оз. Велье Новгородской области. Целью эксперимента являлось нахождение зависимости между скапливанием рачков и приведенными выше критериями подобия.

Отбор проб зоопланктона проводился по стандартным методикам. Одновременно замерялись параметры, определяющие критерии подобия. Данные эксперимента и расчет критериев подобия приведены в таблице. Анализ результатов осуществлен с помощью дисперсного анализа.

Зависимость между плотностью скапливания рачков и $\ln Bi_i$ представлена на рисунке. Рачки распределялись в двух зонах: в первой ($\ln Bi_i > -2$) - 34 % веслоногих и 26 % ветвистоусых, во второй ($\ln Bi_i < -2$) - соответственно 66 % и 74 %.

В зависимости от интенсивности испарения (см. рисунок) скапливание рачков наблюдалось в двух зонах. В зоне с низким испарением скапливалось 77 % веслоногих и 70 % ветвистоусых. При конвекции (Bi_k) похожих закономерностей не обнаружено. Так, при потоке тепла вверх от воды веслоногих скапливалось 80 %, при обратном потоке - 20 %. На скапливание ветвистоусых этот критерий не повлиял.

Таким образом, следует, что увеличение критерия Bi_i пропорционально P_2 . Стремление же рачка P_1 направлено в места с минимальным значением критерия Bi_q , т.е. можно написать

$$P_1 \sim \frac{1}{Bi_q}.$$

Влияние критерия Bi_k в достаточной мере не выяснено.

Зная P_1 и P_2 , обратную величину экологического критерия $\frac{1}{B}$ (чтобы оперировать с целыми числами) выразим в виде

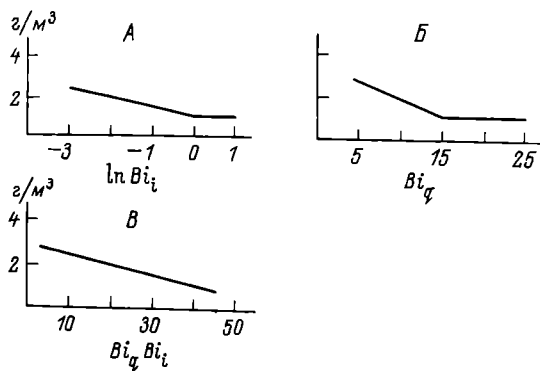
$$\frac{1}{B} = Bi_q Bi_i.$$

Рассчитанные величины критерия $\frac{1}{B}$ (см. таблицу) нанесены на схему озера. Выявлены две зоны скапливания рачков со средними значениями плотности 2.4 и 0.65. Зона с более высокой продуктивностью приурочена к узким защищенным местам озера.

Из анализа проведенных экспериментов можно сделать следующие выводы.

Данные эксперимента и расчет критериев подобия

| № станции | t, °C | | | φ | V, м/с | H, м | Р _{пл} , мм рт.ст. | Bi _i | Bi _k | Bi _q | Bi _q Bi _i | G, г/м³ |
|-----------|----------------|----------------|----------------|-----------|--------|------|-----------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|---------------------------------|---------|
| | t _в | t _в | t _н | | | | | | | | | |
| 2 | 21.0 | 17.5 | - | 0.51 | 1.0 | 1.5 | 18.65 | - | 4.37 | 11.43 | - | 0.7 |
| 3 | 16.0 | 19.0 | 18.7 | 0.58 | 3.9 | 7.0 | 13.63 | 0.06 | -9.19 | 9.81 | 0.25 | 6.4 |
| 5 | 12.0 | 16.7 | 16.4 | 1.00 | 4.8 | 7.0 | 10.52 | 0.04 | -27.26 | 0 | 0 | 1.8 |
| 8 | 14.5 | 16.4 | 16.0 | 1.00 | 2.0 | 5.0 | 11.99 | 0.08 | -5.70 | 0 | 0 | 3.8 |
| 9 | 9.0 | 14.0 | 13.8 | 1.00 | 3.0 | 5.0 | 8.61 | 0.03 | -14.30 | 0 | 0 | 0.3 |
| 9' | 15.0 | 15.4 | 14.7 | 0.60 | 4.0 | 11.0 | 12.79 | 0.05 | -1.67 | 21.30 | 1.07 | 1.5 |
| 9'' | 16.0 | 15.4 | - | 0.60 | 3.0 | 2.5 | 13.63 | - | 2.00 | 18.18 | - | 0.9 |
| 13 | 17.0 | 14.8 | 7.9 | 0.42 | 2.0 | 22.0 | 14.53 | 0.22 | 4.71 | 18.06 | 3.97 | 0.7 |
| 10 | 14.0 | 15.4 | 5.0 | 0.77 | 6.0 | 25.0 | 11.99 | 0.35 | -8.17 | 16.08 | 5.63 | 0.2 |
| 12 | 15.0 | 15.0 | 4.0 | 0.68 | 3.0 | 10.0 | 12.79 | 1.00 | 0 | 14.88 | 14.90 | 0.6 |
| 11 | 14.5 | 15.2 | - | 0.77 | 1.5 | 10.0 | 11.99 | - | -1.59 | 6.26 | - | 1.1 |
| 6 | 18.0 | 15.2 | - | 0.53 | 3.0 | 14.0 | 15.48 | - | 11.20 | 29.10 | - | 1.0 |
| 15 | 12.0 | 15.2 | 12.0 | 0.88 | 5.0 | 5.0 | 10.52 | 0.43 | -12.80 | 5.05 | 2.17 | 1.2 |
| 14 | 16.0 | 15.2 | 8.5 | 0.60 | 4.5 | 24.0 | 13.63 | 0.22 | 3.38 | 23.07 | 5.08 | 0.7 |
| 7 | 16.5 | 15.8 | 15.5 | 0.60 | 3.0 | 25.0 | 13.00 | 0.01 | 2.15 | 16.00 | 0.13 | 2.3 |
| 1 | 20.0 | 16.4 | 6.0 | 0.57 | 2.0 | 5.0 | 17.53 | 1.60 | 8.31 | 17.40 | 27.82 | 0.6 |
| 2 пов. | 19.0 | 16.6 | 8.2 | 0.60 | 3.0 | 1.9 | 16.48 | 2.76 | 6.00 | 16.50 | 45.50 | 0.6 |
| 16 | 20.5 | 17.2 | 15.6 | 0.57 | 2.0 | 10.0 | 17.00 | 0.10 | 6.17 | 13.70 | 1.37 | 1.0 |



Зависимость между плотностью скоплений рачкового планктона и факторами среды.

А - прогрев; Б - испарение; В - конвекция.

Поведение веслоногих и ветвистоусых рачков зависит от процессов тепло- и массообмена. В летние месяцы наибольшая продуктивность рачков приурочена к узким и защищенным местам, где условия тепло- и массообмена оптимальны. Применение теории подобия показывает, что многие факторы, влияющие на поведение организмов, можно скомпоновать в критерии подобия. Такое действие значительно облегчает анализ результатов эксперимента.

Всесоюзный НИИ
прудового рыбного хозяйства

УДК 595.76(204)

В.А. М и н о р а н с к и й, Н.Б. Д ж у м а й л о

АДАПТИВНЫЕ ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ ВОДНЫХ ЖЕСТКОКРЫЛЫХ, ОБИТАЮЩИХ В ОРОСИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

Созданные в южных районах нашей страны ирригационные системы оказали как положительное, так и отрицательное влияние на численность и расселение многих водных и околководных животных, в том числе и водных жуков.

В ирригационных системах выживают и успешно размножаются прежде всего те виды жуков, которые исторически адаптировались к жизни в периодически высыхающих степных водоемах (прудах, лужах, старицах и т.п.) [1, 3]. При сбрасывании воды с рисовых чеков и каналов многие из этих видов зарываются в ил и находятся

в нем в течение длительного времени до нового наполнения водоема водой. Так, жуки *Berosus spinosus* при пересыхании биотопа зарываются в почву и сооружают ячейку, в которой остаются до возвращения воды. Они способны уходить под дно пересыхающего водоема в любое время года. Зарываясь на глубину 3–10 см, жук не пользуется природными полостями, а самостоятельно сооружает овальную ячейку длиной около 5 мм, сглаживая передними ногами ее стенки. В ячейке у насекомого значительно понижаются интенсивность дыхания и метаболизм. В грунте пойменных временных водоемов р. Дон после спада воды, на рисовых чеках, освобожденных от воды, обнаружено более 30 видов жесткокрылых. Об их составе и частоте встречаемости можно судить по данным почвенных раскопок, выполненных в поймах рек Дона и Мертвого Донца, после спада воды и пересыхания временных водоемов (табл. 1).

Многие, обитающие в ирригационных системах жуки, характеризуются способностью к дальним перелетам при наступлении неблагоприятных условий. Большинство из них по вечерам и в ночные часы летит на свет электрических ламп (табл. 2). С помощью светоловушки можно определять время переселения и расселения водных жуков, интенсивность их лета, пролетаемое ими расстояние. Эти жесткокрылые попадают в каналы и чеки не только с водой из других водоемов, но и при перелетах.

При сбрасывании воды из оросительных систем и пересыхании луж отмеченные виды перелетают в другие водоемы. Эти миграции обычно также происходят в вечерние часы после захода солнца и ночью при теплой безветренной погоде. Интенсивность и продолжительность выселения жуков определяются несколькими факторами (температура, гидрохимический режим, плотность жуков и др.). В одном из наблюдений массовое выселение особей *Berosus spinosus* из пересыхающей лужи площадью 5 м² на рисовом чеке было отмечено в июле после захода солнца. За одну минуту в воздух поднялось около 100 жуков. Выселение их было обусловлено не только пересыханием лужи, но и очень высокой численностью в ней особей этого вида (более 100 экз./м²). В соседних даже более мелких лужах, где плотность жуков была низкой (10–30 экз./м²), наблюдались лишь единичные вылетающие особи.

В тех случаях, когда расселяющиеся особи не успевают сразу попасть в благоприятные для них условия, они в дневные часы на короткий срок зарываются в почву. Представителей *Laccophilus variegatus*, *L. minutus*, *Coelambus parallelogrammus*, *Berosus signaticollis* и других видов мы находили на глубине 5–10 см на обрабатываемых полях, насыпях песка и других участках, удаленных от ближайших водоемов на 5–6 км и более. Это свидетельствует о способности жуков перелетать на большие расстояния и в течение длительного времени обходиться без воды.

В весенний период расселение многих видов водных жуков, вероятно, вызывается особенностями физиологического состояния особей, и прежде всего развитием половых органов. При подобных перелетах водные жесткокрылые заселяют новые водоемы, в том числе оросительные каналы и рисовые чеки.

Т а б л и ц а 1

Жуки, собранные на различных участках агроценозов
в поймах рек Дон и Мертвый Донец после спада воды

| Вид | Ст. Ольгинская, 10-20 июня | Х. Недвиговка, 21-31 июля |
|---|-------------------------------|------------------------------|
| <i>Haliphus ruficollis</i> Deg. | 2 | 0 |
| <i>Noterus clavicornis</i> Deg. | 4 | 0 |
| <i>Laccophilus minutus</i> L. | 3 | 11 |
| <i>L. variegatus</i> Germ. | 10 | 0 |
| <i>Coelambus impressopunctatus</i> Schall | 4 | 0 |
| <i>Hydroporus planus</i> Fabr. | 7 | 0 |
| <i>Copelatus haemorrhoidalis</i> Fabr. | 0 | 3 |
| <i>Eriglenus labiatus</i> Brahm. | 2 | 8 |
| <i>Coelambus parallelogrammus</i> Ahr. | 0 | 1 |
| <i>Rhantus bistriatus</i> Brgs. | 0 | 1 |
| <i>Ilybius fuliginosus</i> Fabr. | 2 | 0 |
| <i>Colymbetes fuscus</i> L. | 2 | 0 |
| <i>Graphoderes cinereus</i> L. | 3 | 0 |
| <i>G. austriacus</i> Sturm. | 1 | 1 |
| <i>Dytiscus marginalis</i> L. | 2 | 3 |
| <i>Cybister lateralis</i> Deg. | 1 | 0 |
| <i>Hydrochus elongatus</i> Schall. | 4 | 3 |
| <i>Berosus luridus</i> L. | 12 | 1 |
| <i>B. signaticollis</i> Charp. | 10 | 11 |
| <i>B. spinosus</i> Stev. | 8 | 0 |
| <i>Hydrous piceus</i> L. | 1 | 0 |
| <i>H. aterrimus</i> Eschsch. | 0 | 2 |
| <i>Hydrophilus flavipes</i> Stev. | 5 | 3 |
| <i>H. caraboides</i> L. | 7 | 4 |
| <i>Hydrobius fuscipes</i> L. | 3 | 0 |
| <i>Enochrus testaceus</i> Fabr. | 1 | 4 |
| <i>Limnoxenus niger</i> Zschach. | 0 | 1 |
| <i>Helochares lividus</i> Forst. | 0 | 5 |

П р и м е ч а н и е. Число раскопок площадью 50х50 см², глубиной 40 см - 148.

Т а б л и ц а 2

Список жуков, летящих на свет электрической лампы,
собранных на ст. Ольгинской и х. Недвиговка

| Вид | Ст. Ольгинская | | | | | | | Х. Недви- говка | | | |
|--------------------------------------|----------------|---|---|----|----|----|----|--------------------|----|----|----|
| | июнь | | | | | | | июль | | | |
| | 6 | 7 | 8 | 10 | 23 | 25 | 26 | 21 | 22 | 23 | 24 |
| <i>Laccophilus variegatus</i> Germ. | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Coelambus impressopunctatus</i> | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 |
| <i>C. parallelogrammus</i> Ahr. | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 |
| <i>Hydroporus planus</i> Fabr. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| <i>H. palustris</i> L. | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 3 | 1 | 1 | 0 |
| <i>Platambus maculatus</i> L. | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Copelatus haemorrhoidalis</i> | 5 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Rhantus pulverosus</i> Steph. | 0 | 0 | 8 | 14 | 10 | 0 | 8 | 3 | 0 | 2 | 5 |
| <i>R. notatus</i> Fabr. | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Ilybius fuliginosus</i> Fabr. | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| <i>Colymbetes fuscus</i> L. | 4 | 4 | 0 | 0 | 2 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Graphoderes zonatus</i> Hoppe | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>G. cinereus</i> L. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>G. austriacus</i> Sturm. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 |
| <i>Hydaticus seminiger</i> Deg. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 |
| <i>H. transversalis</i> Pontop. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 0 |
| <i>Dytiscus marginalis</i> L. | 0 | 4 | 3 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Cybister lateralis</i> marginalis | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| <i>Gyrinus paykulli</i> Ochs. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Berosus spinosus</i> Stev. | 2 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 0 | 7 | 0 | 4 | 1 |
| <i>Berosus signaticollis</i> Charp. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Hydrous piceus</i> L. | 0 | 2 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Hydrophilus flavipes</i> Stev. | 0 | 0 | 4 | 11 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 |
| <i>Anacaena limbata</i> Fabr. | 4 | 4 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Enochrus frontalis</i> Er. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 2 | 0 | 1 |
| <i>E. testaceus</i> Fabr. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 14 | 0 | 0 |
| <i>Limnoxenus niger</i> Zschach. | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| <i>Laccobius minutus</i> L. | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 |

П р и м е ч а н и е. Время экспозиции 2 ч после наступления темноты.

У нескольких видов жуков важным приспособлением к обитанию во временных водоемах является наличие нескольких генераций в течение одного теплого сезона, что позволяет им завершать жизненный цикл за короткий период времени [2]. Две генерации имеют *Coelambus parallelogrammus*, *C.marklini* Gyll., *Noterus clavicornis*, *Graphoderes austriacus*, *Helophorus granularis* L., *Hydrophilus caraboides*, *Enochrus quadripunctatus* Herbst., *E.testaceus* и др.

Перечисленные и другие приспособления, выработавшиеся у ряда видов водных жуков исторически, дают им возможность обитать во временных степных водоемах и успешно осваивать новые искусственные водоемы ирригационных систем.

Л и т е р а т у р а

1. Джумайло Н.Б. Связь водных жесткокрылых с почвенной средой//Проблемы почвенной зоологии: Материалы У Всесоюз. совещания. Вильнюс, 1975. С. 245-246.
2. Медведев С.И. Заметки о фауне водных насекомых степных подов//Энтомол. обозрение. 1952. Т. 32. С. 212-218.
3. Миноранский В.А., Джумайло Н.Б. Водные жесткокрылые оросительных каналов//Изв. Северо-Кавказ. науч. центра высшей школы. 1976. № 3. С. 103-106.

Ростовский государственный университет

УДК 594.582.5(26)

С.И. Б а з а н о в

О ПРИЧИНАХ СОСУЩЕСТВОВАНИЯ В СМЕШАННЫХ
СТАЯХ ДВУХ СИМПАТРИЧЕСКИХ ЭПИПЕЛАГИЧЕСКИХ
КАЛЬМАРОВ СЕМ. OMMASTREPHIDAE,
ОБИТАЮЩИХ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА

В юго-восточной части Тихого океана обитают два фоновых эпипелагических вида кальмаров сем. *Ommastrephidae* – неритоокеанический дозидикус (*Dosidicus gigas*) и океанический уаланиензис (*Stenoteuthis oualaniensis*). Их ареалы широко перекрываются от экватора до 22-24° ю.ш., образуя зону смешения шириной 350-500 миль.

Поскольку эти виды таксономически, морфологически и экологически очень близки, представляет интерес изучение механизмов, позволяющих им сосуществовать на этой обширной акватории.

Материалом послужили наводные (с борта судна), но в основном подводные наблюдения в темное время суток в световой зоне, создаваемой светильниками типа ПКН-1500, и вблизи нее.

Кальмары дозидикус и уаланиензис длиной более 15 см – некто-эпипелагические формы – ночью поднимаются в приповерхностный слой 0–50 м, днем опускаются в нижнюю эпипелагиаль. Их количество в этом слое зависит от обилия основных пищевых объектов и глубины их максимальной концентрации, а также от гидрометеорологических условий. В лунные светлые ночи и при сильном волнении кальмары держатся на глубине, в темные ночи и спокойную погоду поднимаются ближе к поверхности воды.

Оба вида кальмаров, как правило, держатся стайно. В районе наших исследований стаи кальмаров встречались в разных сочетаниях видового и размерного состава. Отмечено, что в зависимости от этих сочетаний существенно меняются активность, вертикальное распределение в приповерхностном слое 0–25 м, а также численность и форма стай. Одновидовые стаи обычны на границах и за пределами зоны смешения. Стаи, состоящие из крупных (длина мантии 30–50 см) кальмаров, относительно малочисленны и менее активны, чем стаи мелких особей.

В разноразмерных одновидовых стаях хорошо заметна вертикальная стратификация размерных групп и различие в их численности. Крупные кальмары малочисленнее, менее активны и занимают более верхние горизонты по сравнению с мелкими. У дозидикусов мелкие особи в большинстве случаев заметного пространственного разрыва по вертикали между внутривидовыми размерными группировками не образуют. У уаланиензисов очень часто наблюдается пространственное разобщение между группировками по вертикали, составляющее 1–2 м, а в некоторых случаях и до 5–7 м. Кроме того, мелкие дозидикусы часто поднимаются всей группировкой к поверхности, смешиваясь с крупными, и после короткой активной охоты снова приглубляются. Мелкие уаланиензисы заметно реже выскакивают к поверхности для кратковременной активной охоты и почти никогда не поднимаются всей группировкой. Даже при вертикальном разрыве между группами в 5–7 м они составляют одну стаю.

Формы разноразмерных стай по сравнению с однородными характеризуются более сложной конфигурацией вследствие вертикальной стратификации численности размерных групп. Так как крупные кальмары держатся ближе к поверхности и их численность невелика, то стаи в большинстве случаев имеют форму усеченного конуса с последовательным уменьшением к средней части и переходом сначала в частично, а затем полностью изолированные по вертикали внутривидовые размерные группировки.

Во всей полосе перекрытия ареалов дозидикуса и уаланиензиса встречаются смешанные стаи, состоящие из представителей обоих видов, причем в стаях примерно на 90% в зависимости от района, как правило, доминируют особи какого-либо одного вида и какая-нибудь одна размерная группировка. Кроме этих стай изредка встречаются разноразмерные смешанные стаи и смешанные стаи с доминированием крупных кальмаров.

В целом форма и характер вертикальной стратификации смешанных стай, так же как и одновидовых, зависят от размеров кальмаров.

Активность и поведение кальмаров в смешанной стае различны. Крупные дозидикусы и уаланиензисы держатся в верхних слоях воды, причем и среди них дозидикусы находятся в верхней части стай, а уаланиензисы частично среди них и частично ниже. Еще ниже держатся более мелкие кальмары, среди которых уаланиензисы в своем большинстве занимают опять-таки самые нижние горизонты.

Случаи нападения крупных кальмаров на своих более мелких сородичей зарегистрированы на некоторых станциях (10%). Чаще всего это происходит при перемешивании группировок во время охоты, реже – во время передвижения стай. Видовая принадлежность жертвы не имеет значения. Обычно нападающий кальмар на 10–20 см крупнее жертвы.

В зависимости от района исследований численность дозидикусов и уаланиензисов в смешанных стаях заметно колебалась. Ближе к берегу в них преобладали дозидикусы, с удалением в океаническую часть – уаланиензисы. Таким образом, соотношение дозидикусов и уаланиензисов в смешанных стаях и размерный состав как смешанных, так и одновидовых стай зависят от расположения станции по отношению к границам зоны смешения этих видов.

Для уаланиензисов характерны два максимума пищевой активности – вечерний и предутренний. Между этими максимумами они довольно малоактивны. Дозидикусы, особенно доминирующие среди них по численности среднеразмерные особи, в течение ночи проявляют заметно большую относительно постоянную активность. Наблюдается лишь небольшое ее увеличение, примерно с 23 до 2 ч, т.е. в период спада активности у среднеразмерных уаланиензисов.

Подводные наблюдения показали, что основные пищевые объекты кальмаров (миктофиды и гоностомовые рыбы) распределены в обозримом приповерхностном слое 0–25 м сравнительно равномерно, их скоплений на каком-либо горизонте не отмечено. Более крупные пищевые объекты – летучие рыбы, летучие полурыбы – располагаются в основном в слое 0–2 м. Учитывая, что размеры жертв, как правило, составляют 5–15% от абсолютной длины кальмаров, можно предположить, что такая размерная вертикальная стратификация кальмаров способствует лучшему использованию кормовой базы и заметно снижает межвидовую конкуренцию. Принимая во внимание равномерное распределение основных пищевых объектов по вертикали в приповерхностном слое воды, можно сделать вывод, что охота кальмаров всех размерных групп одинаково успешна на любой глубине в слое 0–25 м. При этом крупным кальмарам, находящимся в стае выше мелких, доступны и более крупные пищевые объекты. Мелкие же кальмары, охотясь внизу, избегают нападения более крупных своих сородичей.

Таким образом, вертикальная видовая и размерная стратификации дозидикусов и уаланиензисов в смешанных стаях, а также раз-

личия в пищевой активности и ритмике питания способствуют снижению конкурентных взаимоотношений к успешному сосуществованию этих двух частично симпатрических видов кальмаров в обширной зоне перекрытия их ареалов.

Атлантический НИИ
рыбного хозяйства и океанографии

УДК 594.582.5-151

Ч.М. Н и г м а т у л л и н

ПОВЕДЕНИЕ ЭПИПЕЛАГИЧЕСКИХ НЕКТОННЫХ КАЛЬМАРОВ
СЕМЕЙСТВ OMMASTREPHIDAE
И THYSANOTEUTHIDAE. АЛЬТЕРНАТИВНЫЕ ВАРИАНТЫ

Материалы по экологии и поведению 4 видов оммастрефид (*Dosidicus gigas*, *Ommastrephes bartrami*, *Sthenoteuthis pteropus*, *S. oualaniensis*) и единственного представителя сем. *Thysanoteuthidae* - *Thysanoteuthis rhombus* (кальмар-ромб) собраны в 1970-1983 гг. в тропической и субтропических зонах Атлантического, Индийского и Тихого океанов. Используются данные биологических анализов кальмаров и материалы ночных визуальных надводных (с борта судна) и подводных (в слое 0-20 м) наблюдений.

Оммастрефиды. Размеры взрослых особей достигают 40-100 см и подвержены значительной внутривидовой индивидуальной и групповой изменчивости. Преобладают особи длиной 15-40 см. Взрослые самцы обычно в 1.5-2 раза меньше самок. Моноциклические животные с коротким жизненным циклом после размножения погибают. Самец, по-видимому, спаривается с несколькими самками, самки - неоднократно с разными самцами (полигамия).

Оммастрефиды - типичные активные нектеры с мощным мускулистым телом и плавниками. Двигательная и охотничья активность в течение ночи высока. Они хорошо адаптированы к скоростному плаванию в бросковом режиме; высокие скорости могут поддерживать на протяжении достаточно длительных отрезков времени. Более активны мелкие и среднеразмерные особи, которые при опасности могут даже вылетать из воды на расстояние до десятков метров. Составляющая активного обмена в общем энергообмене велика.

Активные хищники преследующего типа. Мелкие и среднеразмерные кальмары преследуют добычу на высоких скоростях, после промахов неоднократно повторяют броски. Наблюдались случаи группового окружения добычи и преследования ее. Крупные особи менее активны. В их охотничьем поведении доминирует более экономная „скрадывающая“ тактика. После неудачного броска они, как правило, сразу его не повторяют.

Преимущественно стайный образ жизни характерен на протяжении всего онтогенеза. Стаи без доминирования формируются в основном по размерному принципу и в районах перекрывания ареалов могут состоять даже из представителей 2–3 видов оммастрефид. Численность стай весьма изменчива (от 2–3 до 200–1000 особей) и зависит от продуктивности района, относительной численности особей того или иного размера и доминирующего типа поведения на данном этапе циркадного или жизненного цикла. Численность, форма построения, состав и функции стай весьма лабильны и могут меняться в течение нескольких часов. Ярко выраженная лабильность поведенческих характеристик свидетельствует о высокой экологической валентности оммастрефид.

Изученные виды оммастрефид молоды, эволюционно потентны, весьма полиморфны [2, 4] и находятся в стадии интенсивной дифференцировки. Возможно, каждый из этих типологических видов представляет совокупность в той или иной степени обособившихся (зарождающихся) биологических видов.

Кальмар-ромб – океанический вид, населяющий всю тропическую и частично субтропические зоны Мирового океана. Численность относительно невелика, плотность населения ниже таковой у оммастрефид на 2–3 порядка. Живут, по-видимому, несколько лет (более 2–3). Размеры самок и самцов сходны (80–90 см). На основе одного цикла гонад (моноциклия) происходят многократные (через каждые 1–2 мес) спаривания и откладка яиц (порционный пульсирующий нерест). В связи с этим нерест растянут в течение года. При отсутствии врагов, как правило, малоактивны: дрейфуют или медленно „скользят” в приповерхностном слое воды (0–20 м) за счет ундулляции плавников и внешне незаметных плавных реактивных толчков.

Судя по содержанию холинэстеразы (контроль за скоростью проведения нервных импульсов) и скорости гидролиза ее субстратов в эритральных ганглиях, скорость реакции ромбов на изменения в окружающей среде не ниже, а по некоторым показателям, возможно, даже и выше, чем у эпипелагических оммастрефид [1]. По сравнению с оммастрефидами они более пугливы и осторожны, раньше реагируют на приближающегося хищника и имеют более высокие стартовые скорости. При непосредственной опасности ромбы способны на мощный взрывной рывок, но продолжительность его, видимо, невелика.

Пищевое поведение более простое, чем у оммастрефид. Мелкую добычу ромбы поедают на ее „пятне”, двигаясь постоянно вперед-назад и загребая конечностями перед собой. К миктофидам или кальмарам ромбы приближаются медленно, как бы скрадываясь, приблизившись, делают короткий рывок к жертве, „выстреливая” сократимыми щупальцами. При неудачной попытке никогда не преследуют жертву и вообще не охотятся вдогон. Все поведение ромбов свидетельствует о том, что оно направлено на снижение и стабилизацию энергетического обмена и в первую очередь на минимизацию трат на активный обмен.

Проявление групповой организации у ромбов крайне своеобразно. Встречаются ромбы поодиночке, но чаще парами. Крупные ромбы длиной 30–85 см в парах встречаются более часто, чем особи длиной 10–30 см. Ромбы никогда не составляют с оммастрефидами. Иногда при подъеме крупной стаи последних к поверхности воды ромбы на время могут очутиться в центре этой стаи и даже совершить несколько общих маневров, но тут же отстают и держатся обособленно. Изредка в толще воды под световой зоной наблюдались агрегации ромбов численностью от 4 до 28 особей, большая часть из которых имела близкие размеры. И в этих случаях каждая пара или одиночный кальмар держались обособленно от остальных и обмена членами пар не происходило. Потенциально пары, видимо, стабильны до конца жизни. Главная функция пар – репродуктивная. Это, по сути дела, семейные группы (моногамия). Учитывая особенности репродуктивной биологии и низкую плотность населения ромбов на фоне ярко выраженной пространственно-временной изменчивости условий среды в океанской эпипелагиали, следует признать, что парный образ жизни в этих условиях – наиболее приемлемая поведенческая стратегия.

Для поведения ромбов, в том числе и группового, на всем протяжении видового ареала характерна крайне выраженная стабильность. Отсутствует какая-либо заметная географическая изменчивость морфологических и экологических (размерная структура, размеры достижения половозрелости и т.п.) признаков. Все это свидетельствует о том, что кальмар-ромб, занимая на огромной акватории Мирового океана периферическую, достаточно узкую и в то же время стабильную по сравнению с оммастрефидами экологическую нишу, находится под контролем стабилизирующего отбора и является типичным примером реализации тенденций К-стратегии.

Эпипелагические оммастрефиды и ромб, будучи представителями одной жизненной формы нектонных кальмаров [3] и занимая сходные трофические уровни в одной адаптивной зоне, имеют принципиальные различия в морфо-функциональных характеристиках, пищевой и репродуктивных стратегиях и во всех остальных эколого-популяционных параметрах. Оммастрефиды занимают центральную, ключевую и активную позицию в пределах „экологического пространства“, занятого эунектонными кальмарами в океанической адаптивной зоне, ромб – периферийную. Первые активно эволюционируют, вторые, видимо, персистируют. Они представляют собой два альтернативных пути становления нектонной организации.

Л и т е р а т у р а

1. Г р и г о р ь е в а Г.М. Холинэстеразы зрительного ганглия кальмаров семейств Ommastrephidae и Thysanoteuthidae//Систематика и экология головоногих моллюсков: Материалы всесоюз. совещаний. Л., 1983. С. 137–139.

2. Зуев Г.В., Несис К.Н., Нигматуллин Ч.М. Система и эволюция родов *Ommastrephes* и *Symplectoteuthis* (Cephalopoda, Ommastrephidae) // Зоол. журн. 1975. Т. 54, вып. 10. С. 1468-1479.
3. Несис К.Н. Экологическая классификация (жизненные формы) головоногих моллюсков // Зоология беспозвоночных. Промысловые моллюски. М., 1973. С. 8-59. (Итоги науки и техники).
4. Нигматуллин Ч.М. Основные этапы эволюции кальмаров семейств *Ommastrephidae* (Cephalopoda, Oegopsida) // Вопросы эволюционной морфологии животных. Казань, 1979. С. 210-219.

Атлантический НИИ рыбного хозяйства
и океанографии

УДК 594.5-151

А.В. Парфенюк

ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕДЕНИЯ КАЛЬМАРА *DOSIDICUS GIGAS* В ОНТОГЕНЕЗЕ

Материалом для данной работы послужили ночные подводные и надводные наблюдения на световых дрейфовых станциях в приповерхностном слое воды 0-25 м в период с октября 1982 г. по февраль 1983 г. в районе Перуанской котловины. Кальмар-дозидикус - нектонный нерито-океанический вид, населяющий тропические и субтропические воды восточной части Тихого океана.

Для определения степени двигательной активности кальмаров и ее изменения была разработана следующая шкала.

1. Минимальная активность - дрейф.
2. Малая активность - медленное передвижение в основном за счет плавника и слабых редких реактивных толчков.
3. Средняя активность - передвижение за счет вороночно-мантийного движителя и редких движений плавника, среднее по продолжительности протекание поведенческих элементов.
4. Высокая активность - выполнение поведенческих актов на очень больших скоростях (активный поиск, очень интенсивная охота и т.д.) при отсутствии стрессовых факторов.
5. Максимальная активность - передвижение на критических скоростях, выпрыгивание из воды и т.д. при стрессовых ситуациях.

Размеры наблюдаемых дозидикусов колебались от 5 до 42 см. Среди них можно выделить три размерные группы, отличающиеся друг от друга ритмикой двигательной и пищевой активности, степенью стайности и пищевыми связями.

Первую группу составляли мелкие неполовозрелые особи длиной 5–15 см. В приповерхностном слое воды 0–25 м они немногочисленны и встречались в основном в начале и конце ночи. Совершали суточные вертикальные миграции в противофазе с более крупными сородичами, их потенциальными врагами. Те немногочисленные мелкие кальмары, которые изредка появлялись в течение ночи у поверхности, находились в состоянии крайнего возбуждения или преследовались хищниками. Кальмаров этой группы характеризовала постоянная высокая степень двигательной активности (не ниже 3 степени). Численность особей в стаях, как правило, не превышала 10 экз. Стаи в 10–40 экз. сравнительно редки. Формы стай и тактика охоты таких кальмаров такие же, как и у крупных особей.

Вторая группа – в основном среднеразмерные, незрелые кальмары длиной 15–30 см. Они доминировали по численности и находились у поверхности в течение всей ночи. Кальмары этой размерной группы часто образовывали крупные стаи, состоящие из 40–100 и более особей. Величина стай зависела от степени пищевой и двигательной активности кальмаров в течение суток. Образование крупных стай происходило при понижении пищевой активности и подготовке к вертикальной миграции. Во время охоты стая обычно держалась на глубине 8–15 м от поверхности и галсами медленно передвигалась по световому полю. Некоторая часть особей поднималась к поверхности (0–5 м) и охотилась на микрофид. Через некоторое время они возвращались в стая, а их место занимали другие кальмары. Получается как бы „охотничий круговорот“. При высокой плотности кормовых объектов характерна индивидуальная охота, а при недостатке – групповая. Двигательная активность при охоте достаточно высока, хотя и ниже, чем у мелких кальмаров.

К третьей группе относятся в основном половозрелые крупные особи размером более 30–33 см. Такие кальмары нам встречались довольно редко. Они обычно образовывали небольшие стаи численностью 2–5 и 5–10 экз. Иногда такие крупные кальмары входили в состав больших стай, ядро которых составляли особи второй группы, и охотились как на микрофид, так и на более мелких кальмаров. Находясь в такой стае, они не воспринимались как хищники и поэтому в большинстве случаев их охота на мелких кальмаров проходила успешно. Охотничья активность у крупных дозидикусов после полуночи снижалась, тогда как у кальмаров других размерных групп она в это время наоборот увеличивалась. Крупные кальмары почти всегда охотились индивидуально и для них характерна низкая степень двигательной и охотничьей активности (не выше 4 степени).

Периодизация онтогенеза кальмара-дозидикуса по этологическим признакам в принципе совпадает с таковой по морфофизиологическим и экологическим признакам. Каждая из выделенных трех размерных групп кальмаров имеет свои специфические поведенческие адаптации, обеспечивающие сохранение популяции на разных онто-

генетических стадиях, на которых кальмары занимают разные, следующие друг за другом трофические уровни в экологической структуре эпипелагиали восточной части Тихого океана.

Атлантический НИИ рыбного хозяйства
и океанографии

УДК 574.53-151

В.К. Голованов

ТЕРМОРЕГУЛЯТОРНОЕ ПОВЕДЕНИЕ ГИДРОБИОНТОВ

За последние годы проведено большое количество исследований и накоплен значительный экспериментальный материал по изучению поведения и распределения водных животных в градиентных условиях среды, в частности температуры.

Можно считать доказанным, что наряду с другими видами поведения – стайного, оборонительного, территориального, родительского, пищевого, репродуктивного и др. – терморегуляторное поведение широко распространено среди гидробионтов и представляет собой достаточно характерную черту их образа жизни.

Терминология в этой области исследования, названной нами термоизбиранием и являющейся составной частью сравнительной этологии животных, до настоящего времени, видимо, не устоялась. Поэтому наряду с такими терминами, как термоизбирание, терморегуляторное поведение или поведенческая терморегуляция, избираемые температуры, в отдельных работах встречаются такие выражения, как термопреферендум, преференции, оптимальные температуры, предпочитаемые температуры и т.д.

Непосредственно процесс термоизбирания можно описать следующим образом. При посадке в гетеротермальные условия рыбы или беспозвоночные не остаются, как правило, в том диапазоне температур, в котором они были первично акклимированы. В зависимости от многих причин (температура начальной акклимации, происхождение (тепло- и холодолюбивые, эври- и stenотермные виды), сезон года, возраст животных, время суток и другие факторы) гидробионты начинают движение в более холодные или теплые зоны экспериментальной установки. Скорость и направление таких передвижений у разных видов различны. Те температуры или интервалы температур, в которых данная группа или одиночные животные сосредоточиваются после предоставления им возможности свободного выбора, носят название избираемых [6]. При незначительной продолжительности опытов (часы или минуты) исследователи фиксируют только реакцию термоизбирания. В данном случае из поля зрения практически выпадают конечные избираемые температуры или те зоны,

в которых все особи в конце концов сосредоточиваются независимо от их температур акклимации перед посадкой в градиент [6]. Конечные избираемые температуры получают либо в опытах большой продолжительности с использованием линейных градиентных установок или ихтиотронов, либо в сериях непродолжительных опытов, когда гидробионты акклимируются к разным температурам в широком диапазоне. В последнем случае требуется дополнительная графическая интерполяция.

Ряд видов, особенно теплолюбивых и эвритермных, обладает способностью достигать зоны конечных избираемых температур в исключительно сжатые сроки (часы, возможно, минуты).

Войдя в зону конечных избираемых температур, гидробионты начинают совершать незначительные передвижения в более холодные или теплые воды. Эти передвижения охватывают интервал 4–6 °С, и, по мнению ряда авторов, представляют собой экологическую нишу того или иного вида по температурному фактору [7]. У разных видов в экспериментальных и естественных условиях эти ниши плотно притерты друг к другу и занимают весь диапазон температур от 0 до 30–40 °С, нарушаясь, правда, при наличии другого сильно действующего фактора (присутствие хищников, более старших особей своего вида, отсутствие корма и др.).

В ряде случаев, после достижения зоны конечных избираемых температур, рыбы или беспозвоночные остаются в них длительное время (до 7 сут и более), в других случаях (это происходит чаще) они перемещаются в среду с более теплой или холодной температурой. Возможные причины – изменения в питании, заболевания и другие факторы.

В течение ряда лет – с 1974 по 1982 г. – нами было исследовано терморегуляторное поведение некоторых видов рыб: леща, плотвы, обыкновенного карася, синца, карпа и др. Эксперименты проводили в горизонтальных градиентных установках разных размеров по общепринятой методике [3] с рыбами разного возраста – от сеголетков до половозрелых особей – во все сезоны года. Дополнительно исследовали влияние на поведенческую терморегуляцию рыб голодания и болезней. Общее количество опытов, проведенных на всех типах градиентных установок, – 281. количество исследованных рыб – 3723.

Одновременно с накоплением экспериментальных данных был обобщен литературный материал по исследуемому вопросу. К настоящему времени можно сделать следующие выводы о закономерностях терморегуляторного поведения гидробионтов.

В естественных или лабораторных условиях наличие градиента среды вызывает движение гидробионтов в пространственно-временном гетеротермальном поле до тех значений температуры, которые определены сезоном года, возрастом животного и его физиологическим состоянием, а также временем суток. Происхождение (большая или меньшая теплолюбивость) и экологические особенности вида также определяют норму реакции – зону конечных избираемых температур.

В течение разных сезонов года отдельные виды или особи определенного возраста одного вида способны избирать либо один и тот же уровень (высокий – 12–18, 21–29 °С или низкий – 1–10 °С), либо менять зону конечных избираемых температур. Характерно, что даже в течение одного сезона терморегуляторное поведение часто может изменяться. Исчезновение реакции выбора теплых термозон осенью и ее появление весной у молоди леща и плотвы представляет собой яркий пример действия фактора – градиента температуры в качестве ключевого стимула к движению гидробионтов в гетеротермальной среде.

Терморегуляторное поведение меняется в онтогенезе гидробионтов. Судя по исследованным нами видам, можно различить два варианта. Первый – постепенное понижение конечных избираемых температур с 25–30 °С до 23–28 °С; второй – резкое снижение избираемых зон до сравнительно низких температур (8–10 °С). Это свойственно как отдельным видам, так и определенным группировкам внутри вида.

Остается невыясненным до конца вопрос о том, являются ли конечные избираемые температуры наследственным элементом поведения. Тем не менее большинство авторов склоняется к тому, что конечные избираемые температуры видоспецифичны. Однако терморегуляторное поведение достаточно лабильно и меняется в зависимости от экологической специфики вида и конкретной экологической ситуации в водоеме.

Как рыбам, так и беспозвоночным свойственно явление поведенческой „лихорадки“, т.е. выбор особями более высоких температур в сравнении с нормой после введения патогенного начала.

Поскольку изменение физиологического состояния (заболевание краснухой или голодание) приводит к изменению нормы реакции на 1–10 °С, это позволяет использовать конечные избираемые температуры в качестве экологических показателей физиологического состояния животных для целей биологического мониторинга.

В нескольких обобщающих работах [2, 5] показано, что конечные избираемые температуры являются синонимом оптимальных условий существования животных. В лабораторных условиях на молоди получают практически полное их совпадение. В естественных условиях в силу влияния многих факторов такое совпадение наблюдается реже.

Для объяснения некоторых элементов поведенческой терморегуляции возможно использование широко известных отношений триотрофа [4]. В зависимости от объекта питания и присутствия хищников диапазон конечных избираемых температур будет меняться. В наших опытах питающаяся в основном зоопланктоном молодь леща выбирает высокие температуры, а взрослый половозрелый лещ, типичный бентофаг, предпочитает низкие. Более мелкая плотва прибрежья избирает теплые, а плотва моллюскоед, обитающая летом на пойме, – холодные участки градиента. Наличие спектра поведенческих терморегуляторных реакций у разновозрастных рыб в одни и те же сезоны года позволяет им полнее использовать различные биотопы водоема.

Как было показано нами ранее [1], наиболее важным представляется наличие в одни и те же сезоны года для одних и тех же возрастных групп рыб нескольких (отличающихся статистически) зон конечных избираемых температур, что может отражать меняющееся физиологическое состояние особей или наличие в популяциях особей, заведомо разных по типу термоадаптаций. Ранее не наблюдавшиеся внутривидовые особенности терморегуляторного поведения требуют глубокого дальнейшего анализа.

В исследовании термоизбирания можно достаточно четко очертить четыре основные, тесно связанные между собой направления.

1. Исследование связи между эколого-физиологическим оптимумом и конечными избираемыми температурами у рыб и беспозвоночных. Значение избираемых температур как критерия оптимальных условий существования водных животных. Возможность использования реакций термоизбирания в биомониторинге.

2. Анализ механизма и причин выбора гидробионтами определенных температурных зон в градиентных условиях среды. Возможное объяснение явления с точки зрения экологии, генетики, физиологии, биохимии, этологии, а также исходя из более общих положений, — кибернетических, термодинамических и др.

3. Изучение влияния различных факторов (внешние — среда, другие живые существа; внутренние — например развитие организма) на избираемые температуры. Оценка комплексного влияния основных факторов, определяющих своеобразную норму реакции в градиенте температур, и дополнительных.

4. Сравнение лабораторных данных (избираемые температуры в лабораторных установках) и данных по распределению и поведению гидробионтов в гетеротермальных условиях (подогретые воды, осенне-весенние охлаждения и прогревы воды и т.п.). Возможный экологический прогноз поведения и распределения гидробионтов в естественных водоемах на основе такого сравнительного анализа.

Все направления в целом призваны вскрыть эволюционно-экологическую сущность терморегуляторного поведения и возможные пути его реализации в природе.

Л и т е р а т у р а

1. Голованов В.К. Внутривидовая изменчивость реакций термоизбирания у леща и плотвы//V Всесоюз. конф. по экол. физиологии и биохимии рыб: Тез. докл. Киев, 1982. Ч. 4. С. 10.
2. Ивлев В.С., Лейзерович Х.А. Экологический анализ распределения животных в градиентных температурных условиях//Тр. Мурман. мор. биол. ин-та. 1960. Вып. 1(5). С. 3-27.
3. Лапкин В.В., Свирский А.М., Голованов В.К. Возрастная динамика избираемых и летальных температур рыб//Зоол. журн. 1981. Т. 60, № 12. С. 1792-1801.

4. Мантейфель Б.П. Экология поведения животных. М., 1980. 220 с.
5. Brett J.R. Energetic responses of salmon to temperature. A study of some thermal relations in the physiology and freshwater ecology of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*)//Amer.Zool. 1971. Vol. 11, N 1. P. 99-113.
6. Fry F.E.J. Effects of the environment on animal activity//Univ. Toronto Stud. Biol. ser. N 55. Publ.Ont. Fish.Res.Lab. N 68. 1947. 62 p.
7. Magnuson J.J., Crowder L.B., Medvic P.A. Temperature as an ecological resource//Amer.Zool. 1979. Vol. 19, N 1. P. 331-343.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 597-11(28)

Е.И. Извеков

ЧАСТОТНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ РЕАКЦИЙ ОКУНЯ
НА ЭЛЕКТРИЧЕСКИЙ ТОК В ХОДЕ
ИНДИВИДУАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ

Растущие масштабы потребления воды заставляют искать надежные способы защиты рыб от попадания в водозаборные сооружения. Одним из них стало отпугивание рыб от водозабора с помощью электрического поля. Однако электрорыбозаградители зачастую не дают ожидаемого эффекта, поскольку при их разработке недоучитываются возрастные и спектральные особенности реакций рыб в поле электрического тока. Ранее на взрослых особях неэлектрических рыб нами были проведены подробные исследования частотных спектров электровосприятия. Детальному анализу подверглась также возрастная динамика чувствительности и устойчивости леща, щуки и окуня к электрическому току промышленной частоты [3]. Эти вопросы нашли отражение и в литературе [5-7], тогда как возрастные аспекты спектральных характеристик электровосприятия рыб фактически не затрагивались.

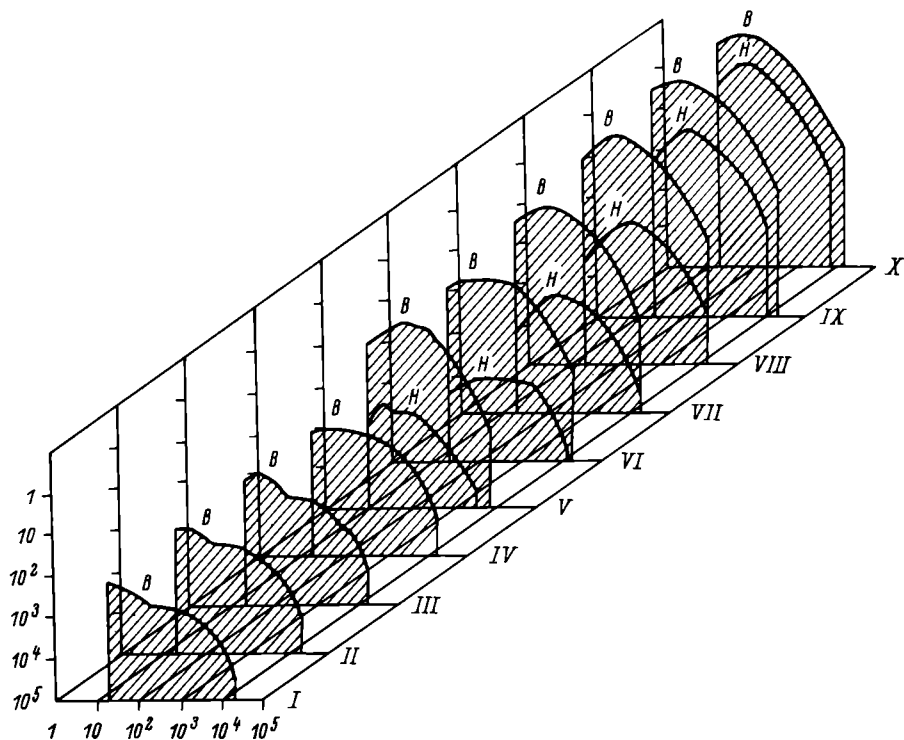
Эксперименты, проведенные на окуне, начиная с 3-месячного возраста, показали, что существенные возрастные изменения частотного спектра электровосприятия отсутствуют. Более ранние этапы онтогенеза остались неизученными. Между тем именно в первые месяцы жизни, во время покатной миграции, молодь рыб, особенно окуневых, наиболее подвержена попаданию в водозаборные сооружения.

Поэтому целью данной работы стало изучение зависимости порогов реакций возбуждения и электронаркоза у окуня (*Perca fluviatilis* L.) от частоты переменного тока сразу же после выклева эмбрионов из икры.

Ленты окуневой икры были собраны в побережье и перенесены для инкубации в лабораторию. Молодь окуня на протяжении 3 мес содержали в аквариумах емкостью 300 л, из которых с промежутками в несколько суток брали случайные выборки по 10 индивидов. Каждую особь помещали в экспериментальную камеру, которая по размеру в 3 раза была больше длины тела рыбы. Электрический ток частотой от 20 до 20 000 Гц подавали в аквариум в тот момент, когда тело животного принимало неподвижное положение в направлении, параллельном силовым линиям поля. Реакции возбуждения и электронаркоза у ранней молоди по характеру проявления были сходными с реакциями взрослых особей. Пороги ответных реакций выражались в единицах удельной мощности. Опыты проводили при электропроводности воды 33–38 мСм/м, температуре 18–21 °С. Определение этапов развития осуществляли в соответствии с классификацией Крыжановского [4]. Достоверность различий результатов измерений оценивали по коэффициенту Стьюдента с доверительной вероятностью 0.05.

Как показали эксперименты, у ранней молоди окуня имеются существенные отличия от взрослых особей в частотных спектрах электровосприятия. В течение 2–3 сут после выклева максимальная электрочувствительность подвижных эмбрионов обнаруживается при частоте 20 Гц (см. рисунок). На третьи сутки значения порога реакции возбуждения для этой частоты и соседней частоты 50 Гц перестают достоверно различаться. После перехода молоди на питание экзогенным кормом спектральный максимум электровосприятия сдвигается в область более высоких частот (50 Гц на пятые сутки). Первоначально представленный единственным значением частоты максимум электровосприятия у личинок превращается уже в некоторую полосу частот. В процессе онтогенеза нижней ее границей продолжает оставаться частота 50 Гц, в то время как верхняя перемещается в область сотен герц. На первом этапе малькового периода развития окуня при длине тела 16 мм область уплощенного спектрального максимума электровосприятия охватывает наиболее широкий диапазон частот – 50–800 Гц по реакции возбуждения и 100–2 000 Гц по электронаркозу. За пределами этого интервала удельная мощность, необходимая для вызова ответных реакций, резко увеличивается, особенно при повышении частоты.

При дальнейшем развитии окунь воспринимает электрический ток с меньшим диапазоном частоты. Начиная со второго малькового этапа развития (длина тела более 22 мм), частота максимального электровосприятия (100–200 Гц) становится общей для всех возрастных групп. Следует заметить, что описанные процессы происходят на фоне общего возрастного снижения порогов ответных реакций, что выражается в смещении кривых в верх по оси ординат. Кроме того, имеет место возрастание величины отношения порога



Частотные спектры электровосприятия окуня в процессе онтогенеза.

В - порог реакции возбуждения; Н - то же электронаркоза. Возраст и длина тела рыб: I - 1 сут, 5.8 мм; II - 3 сут, 6 мм; III - 5 сут, 6.2 мм; IV - 7 сут, 6.5 мм; V - 19 сут, 12 мм; VI - 28 сут, 16 мм; VII - 42 сут, 22 мм; VIII - 3.5 мес, 55 мм; IX - 5 лет, 184 мм; X - 9 лет, 271 мм. По оси ординат - удельная мощность порогов реакций, мкВт/см.³ (масштаб логарифмический); по оси абсцисс - частота, Гц (масштаб логарифмический).

реакции электронаркоза к порогу возбуждения (так называемого показателя относительной устойчивости системы) от момента выклева до второго малькового этапа развития и ее последующее снижение с возрастом. Графически это выражается в различной взаимной удаленности кривых, иллюстрирующих частотные зависимости ответных реакций. Существование точки экстремума у показателя относительной устойчивости обусловлено тем, что пороги реакции возбуждения до определенного возраста снижаются быстрее, чем пороги электронаркоза, а затем соотношение скоростей изменения порогов ответных реакций меняется на противоположное.

Данная закономерность, ранее обнаруженная нами на частоте 50 Гц, проявляется также и на других частотах (от 20 Гц до 20 кГц). При этом величина отношения порогов электронаркоза и возбуждения на частотах 20, 50–1000 и 2000–20000 Гц достигает максимума в возрасте 42, 28 и 19 сут соответственно, т.е. несколько раньше на более высоких частотах. Известно, что реакция возбуждения отражает степень развития периферической нервной системы, в то время как реакция электронаркоза главным образом вызывается непосредственным влиянием электрического тока на нервные центры [1], характеризую уровень развития двигательных путей центральной нервной системы. Следовательно, в основе наблюдаемого явления, по всей видимости, лежит различие скоростей развития афферентных и эффекторных отделов нервной системы.

Возрастные изменения частотных свойств этих подсистем организма являются также наиболее вероятной причиной расширения полосы максимального электровосприятия окуня и общего сдвига ее в онтогенезе с низких частот (не выше 20 Гц) в область 100–200 Гц.

Проведенные на окуне экспериментальные исследования возрастных изменений частотного спектра электровосприятия целесообразно продолжить на других видах рыб с целью выявления степени общности установленных закономерностей. При этом, по нашему мнению, необходимо уделить особое внимание разработке методов строгой количественной оценки спектральных особенностей электровосприятия, а также анализу их возможных физиологических механизмов. В частности, это касается связи частотных спектров электровосприятия организма с процессами обмена веществ, интенсивность которых может существенно влиять на лабильность биологических объектов, их способность отзываться на раздражители той или иной частоты [2].

Обнаруженные особенности восприятия молодью окуня электрических полей переменного тока следует учитывать при выборе оптимальных режимов работы электрорыбозаградителей.

Л и т е р а т у р а

1. Б о д р о в а Н.В., К р а ю х и н Б.В. О роли рецепторов поверхности тела в механизме действия электрического тока на рыб//Тр. Ин-та биологии водохранилищ. АН СССР. М.; Л., 1960. Вып. 3(6). С. 266–272.
2. Г а л ь п е р и н С.И. Физиология человека и животных. М., 1977. 653 с.
3. И з в е к о в Е.И., Л а п к и н В.В., С о к о л о в В.А. Основные закономерности возрастной динамики электровосприятия рыб//Возможности использования физико-химических раздражителей для управления поведением рыб. М., 1983. С. 35–40.

4. Крыжановский С.Г., Дислер Н.Н., Смирнова Е.Н. Эколого-морфологические закономерности развития окуневых рыб (Percoidei)//Тр. Ин-та морфологии животных. АН СССР. М., 1953. Вып. 10. С. 3-138.
5. Мельников В.Н., Прель Э.Т. Некоторые особенности действия электрического поля на рыбу//Вопр. ихтиологии. 1981. Т. 21, вып. 1(126). С. 150-156.
6. Шабанов В.Н. Изменение параметров реакций плотвы и форели в зависимости от частоты переменного синусоидального тока//Изв. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. 1975. Т. 96. С. 142-147.
7. Wegrzynowicz R., Radziun K., Polujanski P. Tension changes in body of bream *Abramis brama* (L.) in homogeneous electric field in relation to flow direction of direct current and to total length of fish//Acta ichthyol., piscator. 1978. Vol. 2, N 1. P. 101-108.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР

УДК 576.809.3:56

В.И. Романенко, М. Перс Ейрис,
М.А. Публиенес

К ОПРЕДЕЛЕНИЮ ТЕМПЕРАТУРНОГО ОПТИМУМА РАЗВИТИЯ БАКТЕРИЙ В ТРОПИЧЕСКИХ ВОДОЕМАХ

Ранее [2] был описан политермостат и разработан метод определения температурного оптимума развития бактерий, применимые для выполнения исследований в умеренных и северных широтах. Основу прибора составляет стержень из дюраля марки Д-16, длиной 1000 мм и диаметром 100 мм. Градиент температур в диапазоне 14-50 °С создается в нем за счет нагрева одного конца стержня с помощью электроспирали и охлаждения другого конца струей водопроводной артезианской воды, имеющей температуру 10-13 °С. В странах с жарким климатом понизить температуру прибора с помощью воды, непосредственно вытекающей из водопровода, невозможно, так как она очень теплая. Например, в Гаване ее температура равна 28 °С.

При исследовании микроорганизмов в водохранилищах Кубы нами было введено дополнительное оборудование к прибору и разработан более быстрый метод индикации развития бактерий.

От сети переменного тока через автотрансформатор (рис. 1) нагрев спирали регулируют таким образом, чтобы температура воды в пробирке в крайней левой ячейке политермостата достигла 50 °С. Охлаждающая сторона прибора с помощью резинового шланга подсо-

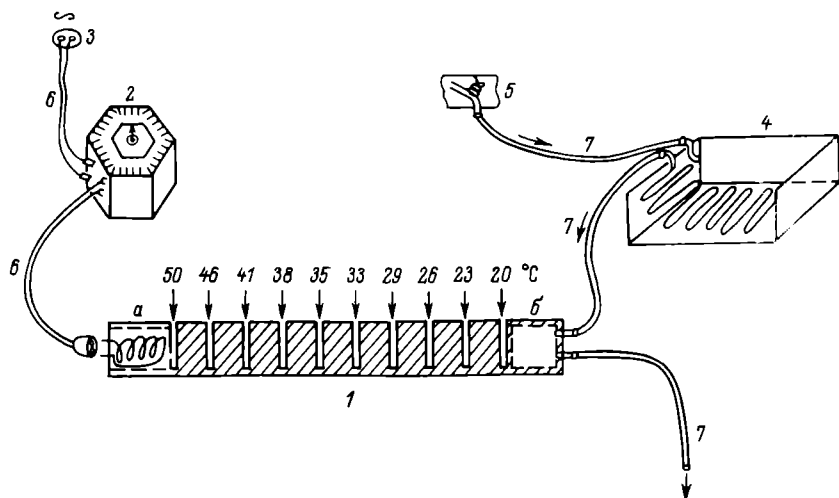


Рис. 1. Схема установки для получения градиента температур.

1 – политермостат с ячейками для пробирок (10 ячеек вдоль стержня по 3 поперек – тройная повторность); 2 – автотрансформатор (ЛАТР); 3 – источник электротока; 4 – изолированная камера холодильника с сетью тонких трубок; 5 – кран водопровода; 6 – электропровод; 7 – резиновые шланги с диаметром просвета 10 мм. а – камера нагрева; б – камера охлаждения. Цифры над прибором – температуры в ячейках, °С.

единяется к штуцеру вычлененной из старого холодильника камеры замораживания, второй штуцер которой крепится к водопроводному крану. Через систему пропускается слабый ток воды – 7 л/ч. Первая камера (рис. 1, 4) помещается внутрь морозильной камеры большего размера работающего холодильника марки „Минск-4“. Для усиления охлаждения в нее укладываются куски льда массой 3–4 кг. Резиновый шланг, через который вода поступает к прибору (рис. 1, 7), обматывается ватой.

Такая конструкция позволяет поддерживать в ячейках прибора градиент температур, показанный на рис. 1, 1, в диапазоне от 20 до 50 °С в течение 3 ч. В регионах с холодной водопроводной водой разницу температур на концах стержня можно поддерживать бесконечно долго и развитие бактерий в ячейках прибора в зависимости от температуры можно определять по гетеротрофной ассимиляции CO_2 [1] при инкубировании проб в течение 24 ч. Положительные свойства данного анализа состоят, во-первых, в том, что между приростом биомассы микроорганизмов и ассимиляцией CO_2 имеется прямая пропорциональность, во-вторых, благодаря большому содержанию карбонатов в природных водах в пробах с внесенным $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$ создается настолько емкая система, что ассимиляция CO_2 не оказывает на нее влияния. Например, при количестве кар-

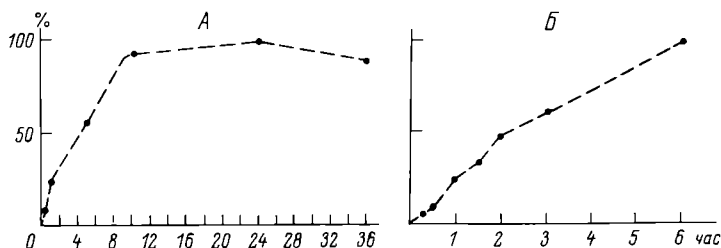


Рис. 2. Динамика ассимиляции гидролизата белка в экспериментах с микрофлорой воды водохранилищ Кубы.

А – Героический Вьетнам (мезотрофное); Б – Сьерра-дель-Розарио (олиготрофное). По оси ординат – ассимиляция гидролизата белка, в процентах от максимальной величины; по оси абсцисс – время от начала опыта.

банатов в воде $20 \cdot 10^6$ мкг С/л потребление 5–10 мкг С за сутки практически не изменяет их содержание.

Для быстрого анализа развития бактерий нами был использован 14 С-гидролизат белка с активностью под торцовым счетчиком 68 тыс. имп./мин в 1 мл и содержанием основного вещества 17 мкг С/мл. Предварительно была изучена динамика потребления гидролизата белка естественной микрофлорой водоемов. При внесении последнего из расчета 0,2 мл на 8 мл воды при температуре 30°C радиоактивность микрофлоры увеличивается прямо пропорционально времени в продолжение 8–10 ч (рис. 2). Таким образом, по крайней мере, в течение 3–6 ч препарат с указанными свойствами может быть использован для анализов.

Для определения температурного оптимума развития природных бактериальных ценозов в 30 пробирок наливают по 8 мл воды, политермостат приводят в рабочее состояние и пробы помещают в ячейки. После достижения температуры воды в крайних ячейках 20°C и 50°C с перепадом во всех последующих на 3°C пипеткой Пастера из ампулы в пробирки вносят по 2 капли (0,2 мл) стерильного раствора гидролизата белка. Через 1 ч пробы фиксируют формалином и фильтруют через мембранные фильтры. Каждый фильтр пятькратно промывают порциями физиологического раствора по 5 мл для удаления следов 14 С-гидролизата.

Л и т е р а т у р а

1. Романенко В.И. Гетеротрофная ассимиляция CO_2 как индикатор развития бактерий//Докл. АН СССР. 1966. Т. 168, № 1. С. 195–198.
2. Романенко В.И. Температурные оптимумы бактериопланктона в Рыбинском водохранилище в различные сезоны года//Микробиология. 1982. Т. 51, вып. 5. С. 866–870.

Институт биологии
внутренних вод АН СССР
Институт зоологии АН Кубы

В.И. Лукьяненко, Р.Ю. Касимов, А.А. Кокоза. „Возрастно-весовой стандарт заводской молоди каспийских осетровых“. Волгоград, 1984. 229 с.

Зарегулирование стока рек и образование на их базе водохранилищ привело к значительному сокращению площадей нерестилищ и практически полному нарушению воспроизводства многих видов рыб, в том числе одних из ценнейших – осетровых. Это обстоятельство вызвало настоятельную необходимость компенсаторного искусственного воспроизводства их запасов с помощью рыборазводных заводов, занимающихся получением жизнестойкой молоди с последующим ее выпуском в водоемы. Такие заводы построены, отработаны методы получения зрелых половых продуктов, инкубации икры и содержания молоди в заводских условиях. Проведенные научные и организационные мероприятия позволяют в настоящее время поддерживать запасы осетровых в нашей стране на достаточно высоком уровне. Вместе с тем до сих пор в значительной мере дискуссионными остаются вопросы о том, какую же все-таки молодь следует считать жизнестойкой и каковы критерии жизнестойкости, когда и на каком этапе индивидуального развития подращенную молодь наиболее целесообразно выпускать в водоемы. Научно обоснованное решение этих вопросов – прямой путь к дальнейшему увеличению промысловых запасов осетровых и получению дополнительной рыбной продукции на уже существующей производственной базе. Определение стандарта выпускаемой молоди и не просто стандарта, а именно „заводского стандарта“, позволило бы повысить эффективность работы рыборазводных заводов и их экономичность. Эта задача, на наш взгляд, довольно успешно решена коллективом ученых во главе с доктором биологических наук профессором В.И. Лукьяненко.

В первой главе книги дана характеристика основных этапов развития осетроводства в нашей стране и изложена история вопроса о стандарте заводской молоди осетровых, который возник более полувека тому назад и не потерял остроты до сих пор. Его затянувшееся решение обусловлено отсутствием полноценных физиологических критериев, которые могли бы послужить для научного обоснования стандарта. До работ авторов монографии по существу единственным показателем времени выпуска молоди в водоем была ее размерно-массовая характеристика, утвержденная государственным стандартом, причем установленный стандарт выдерживался далеко не всегда как одним заводом, так и разными заводами. По поводу существующего стандарта мнения ученых разделились. Одна группа исследователей считает, что существовавшая прежде стандартная навеска заводской молоди без особого ущерба для воспроизводства запасов

осетровых с 2–3 г может быть снижена до 1–2 г. Другая, не менее многочисленная группа полагает, что она, наоборот, должна быть увеличена. Каждая точка зрения подкрепляется соответствующими аргументами. Авторы монографии, тщательно проанализировав доводы той и другой группы, совершенно справедливо считают, что хотя масса молоди сама по себе удобный и в принципе наглядный показатель, все же она адекватно характеризовать биологическую полноценность молоди не может, поскольку в основе последней лежит физиолого-биохимическая сформированность организма, определяющая возможность адаптации молоди к изменениям абиотических и биотических факторов внешней среды – ее жизнестойкость. Эти соображения нашли отражение в соответствующем теоретическом обосновании решения проблемы стандарта заводской молоди осетровых.

Во второй главе на основании изучения фракционного состава гемоглобина и белков сыворотки крови и их динамики в онтогенезе рыб дано биохимическое обоснование стандарта заводской молоди белуги, осетра и севрюги.

Исследования показали, что у всех изученных видов существуют три типа фракционного состава гемоглобина: личиночный, мальковый и взрослого организма, а также промежуточный тип, переходный от малькового к взрослому. Смена личиночного типа мальковым в условиях прудов осуществляется в возрасте 30–40 сут, а при выращивании молоди в бассейнах – значительно позже. Длительная задержка молоди в прудах с целью получения высоких навесок к смене малькового типа на переходный тип полувзрослого организма не приводит. Изучение показало также, что высокая степень гетерогенности сывороточных белков формируется в течение первого месяца жизни молоди, и у 30-суточных мальков общее число белковых компонентов в сыворотке крови уже практически такое же, как у взрослых особей. При задержке подращиваемой молоди в прудах начиная с третьего месяца фракционный состав белков ухудшается. Таким образом, эти данные показывают, что важнейшие биохимические системы организма у осетровых оказываются по существу сформированными уже в самом начале малькового периода развития и что длительная задержка молоди в прудах при подращивании может приводить к ухудшению деятельности ее некоторых биохимических систем.

Третья глава монографии посвящена физиологическому обоснованию стандарта заводской молоди. В ней обобщены результаты экспериментального исследования терморезистентности, солеустойчивости, устойчивости к дефициту кислорода и голоданию молоди осетровых на ранних этапах онтогенеза, а также возрастная динамика формирования условнорефлекторной деятельности и ее особенности при выращивании молоди в разных условиях. Обнаружена удивительная однотипность регистрируемых изменений у всех 3 исследованных видов. Начиная с 20–25 сут после выклева и примерно до 35–40 сут происходит быстрое нарастание уровня устойчивости молоди ко всем перечисленным факторам внешней среды, затем наступает

период относительной стабилизации, и в дальнейшем по мере поддержки в прудах, начиная с 2–2.5 мес в зависимости от вида молоди и условий ее содержания, жизнестойкость начинает снижаться. Последнее обусловлено ухудшением температурного и кислородного режимов в прудах, а также недостатком корма, неизбежным при высокой температуре во второй половине лета. Динамика устойчивости молоди к воздействию неблагоприятных факторов внешней среды совпадает со временем становления важнейших биохимических систем.

Крайне интересны результаты опытов по выработке у молоди условных пищевых и оборонительных рефлексов. Оказалось, что у личинок в возрасте 3–4 сут условные рефлексы не вырабатываются вообще. В возрасте 7–32 сут быстрее вырабатываются пищевые рефлексы, а в возрасте 2–3 мес – оборонительные. В возрасте 32–60 сут оба типа рефлексов вырабатываются примерно с одинаковой скоростью. Скорость выработки рефлексов зависит от условий обитания молоди. У молоди, выращиваемой в прудах, оборонительные рефлексы вырабатываются быстрее, чем у молоди, выращиваемой в бассейнах, а „дикая“ молодь поддается обучению быстрее, чем прудовая. По мере увеличения сроков выращивания различия во времени обучения заводской и „дикой“ молоди возрастают. Длительное пребывание в информативно обедненной среде прудов приводит к выработке более простого стереотипа поведения, чем у молоди естественного происхождения. В результате заводская молодь оказывается более доступной для хищников, чем „дикая“. Установлено также, что молодь естественного происхождения на своем примере может обучать заводскую по отношению к хищнику, ранее не встречавшуюся с ним. Однако успех обучения обеспечивается лишь при численности той и другой в отношении 1:1.

В главе „Экологическое обоснование стандарта заводской молоди“ рассматривается влияние хищных рыб на молодь осетровых в естественных условиях и доступность для хищников заводской молоди. Экспериментально установлено, что размеры молоди, их масса, превышающая стандартные даже в несколько раз, не защищают ее от хищников и поэтому не могут служить показателем жизнестойкости, как полагают многие исследователи, сторонники крупных навесок. Сделан важный вывод, что доступность для хищника молоди 45–60-суточного возраста ниже, и она выедается хищником в меньшем количестве, чем более младшая, а самое главное, и более старшая.

В заключительной пятой главе книги подводятся итоги комплексных физиолого-биохимических и экологических исследований, изложенные в предшествовавших главах, и приводятся рекомендуемые возрастно-массовые стандарты заводской молоди белуги, русского осетра и севрюги, которыми должны руководствоваться рыбопроизводные заводы при выпуске своей продукции в водоемы. Согласно предлагаемому стандарту, заводы должны выпускать 35–45-суточную молодь белуги со средней навеской 3 г, 40–50-суточную молодь осетра с навеской 2–2.5 г и 30–40-суточную молодь севрюги

с навеской 1.5–2 г. Принципиально важно, чтобы рекомендуемые навески были получены именно за указанное время выращивания, а не за сколько угодно продолжительный период времени, как это нередко практиковалось раньше. „Реальное внедрение в практику повседневной работы осетровых рыбоводных заводов научно обоснованного и утвержденного возрастнo-весового стандарта, – считают авторы монографии, – обеспечит получение физиологически полноценной жизнестойкой молоди и сделает осетроводство высокоэффективной отраслью отечественного рыбоводства“ (с. 217), и с этим трудно не согласиться.

Наряду с несомненными достоинствами в работе имеются некоторые недостатки и недоработки. Часть из них отмечают и сами авторы. Мне же хотелось заметить следующее. Поскольку данная монография представляет собой научный труд, а не практическое руководство, помимо возраста и периодов (личинки, мальки) следовало указать и этапы онтогенеза, характеризующие степень развития молоди в тот или иной отрезок времени, что способствовало бы лучшему пониманию причин наблюдавшихся различий. На с. 167, например, сказано: „Наиболее низкая жизнестойкость отмечена в середине личиночного периода развития, т.е. по мере приближения к активному питанию и в ближайший период после него“ (разрядка наша). Что означает приближение к активному питанию, совершенно не ясно: либо личинки еще не заглатывали внешний корм, и питание осуществляется только за счет запасов, имеющихся в желточном мешке, либо рассасывание содержимого желточного мешка в это время подходит к концу, и личинки переходят целиком на экзогенное питание, либо имеется ввиду что-то совсем другое. Следовало бы также более четко оттенить в тексте тот момент, что снижение устойчивости к исследованным факторам внешней среды по мере переродки в прудах молоди как таковой в норме не свойственно, а обусловлено ее „ослаблением“ в результате экстремальной температуры воды в прудах во второй половине лета и недостатком корма.

Отмеченные недостатки нисколько не снижают ценности монографии, в которой обобщен большой экспериментальный материал. Книга написана прекрасным литературным языком и читается с большим интересом. Изложенные в ней результаты многолетних исследований и выводы в них имеют важное научное и практическое значение. Авторы монографии вполне можно поздравить с явной творческой удачей.

В.М. Володин

| | |
|--|----|
| Актуальные вопросы экологической физиологии и биохимии рыб (В.И. Лукьяненко) | 3 |
| СООБЩЕНИЯ | |
| Б у т о р и н А.Н. Скорость потребления глюкозы микрофлорой иловых отложений озер разного типа | 6 |
| Г е н к а л С.И., П о п о в с к а я Г.И. Новые данные к флоре центрических диатомей озера Байкал | 8 |
| М и к р я к о в а Т.Ф. О токсичности иона меди для роголистника | 13 |
| Е в с т и г н е е в П.В. К вопросу об экологической целесообразности биолюминесценции планктонных организмов | 17 |
| П и р о г о в В.В., З и н ч е н к о Т.Д., Ч е р н о м а ш е н - ц е в А.И., В о л о ш к о Л.Л., С а л ь н и к о в Н.Е. Влия- ние дноуглубительных работ и отвалов грунта в рыбохозяйственных водоемах на поведенческие реакции некоторых ракообразных | 20 |
| З а д о р и н а В.М. Суточная динамика дрейфа водных беспозвоноч- ных в реках Кольского полуострова | 22 |
| Л и х а ч е в С.Ф. Адаптации и поведенческие реакции у паразитичес- ких эвгленовых жгутиконосцев рода <i>Parastasia Michajlow</i> | 25 |
| Г а г а р и н В.Г., М е д в е д е в Ф.С. К фауне свободноживущих нематод озерной системы Чаны | 27 |
| Б о р о д и ч Н.Д., Б о н д а р е н к о Л.Ф. Морфобиологическая изменчивость мизид в различных участках их ареала | 31 |
| Ч е р к а ш и н С.А. Становление реакции избегания цинка и фенола в процессе онтогенеза мизид и травяного чилима | 35 |
| П о д б о л о т о в а Т.И., К р у г л о в а А.Н. Адаптация вес- лоногого рачка <i>Mesocyclops leuckarti Claus</i> к условиям обитания в озерах Карелии | 39 |
| Д о ц е н к о Б.Н., Л ь в о в а Л.М. Поведение веслоногих и ветвистоусых рачков в зависимости от факторов внешней среды | 41 |
| М и н о р а н с к и й В.А., Д ж у м а й л о Н.Б. Адаптивные формы поведения водных жесткокрылых, обитающих в оросительных системах | 44 |
| Б а з а н о в С.И. О причинах сосуществования в смешанных стаях двух симпатрических эпипелагических кальмаров сем. <i>Ommastre-</i> <i>phidae</i> , обитающих в юго-восточной части Тихого океана | 48 |
| Н и г м а т у л л и н Ч.М. Поведение эпипелагических нектонных кальмаров семейств <i>Ommastrephidae</i> и <i>Thysanoteuthidae</i> . Альтернативные варианты | 51 |
| П а р ф е н ю к А.В. Изменение поведения кальмара <i>Dosidicus</i> <i>gigas</i> в онтогенезе | 54 |
| Г о л о в а н о в В.К. Терморегуляторное поведение гидробионтов | 56 |
| И з в е к о в Е.И. Частотные характеристики реакций окуня на электрический ток в ходе индивидуального развития | 60 |
| Р о м а н е н к о В.И., П е р е с Е й р и с М., П у б и - е н е с М.А. К определению температурного оптимума развития бактерий в тропических водоемах | 64 |
| РЕЦЕНЗИЯ | |
| Лукьяненко В.И., Касимов Р.Ю., Кокоза А.А. „Возрастно-весовой стан- дарт заводской молоди каспийских осетровых“. Волгоград, 1984. 229 с. (В.М. В о л о д и н) | 67 |

CONTENTS

INFORMATION

| | Page |
|---|------|
| Urgent problems of ecological physiology and fishes biochemistry (V.I. L u k j a n e n k o) | 3 |

ARTICLES

| | |
|--|----|
| B u t o r i n A.N. Rate of glucose consumption by microflora of silt deposits in the various typos of lakes | 6 |
| G e n k a l S.I., P o p o v s k a j a G.I. New data on flora of centric diatoms in Baikal lake | 8 |
| M i k r j a k o v a T.F. On toxicity of copper ions for hornwort | 13 |
| E v s t i g n e e v P.V. To the problem on ecological expedient of bioluminescence of plankton organisms ... | 17 |
| P i r o g o v V.V., S i n c h e n k o T.D., C h e r n o m a s h e n t s e v A.I., V o l o s h k o L.L., S a l n i k o v N.E. Influence of bottom deepening works and pulling of grounds in fishery reservoirs on behaviour reactions of come crustaceans | 20 |
| S a d o r i n a V.M. Drift daily dynamics of water invertebrates in the rivers of Kolsk peninsular | 22 |
| L i k h a c h e v S.F. Adaptation and behaviour reactions in parasitic Euglenoidea flagellate Parastasia Mikhailow | 25 |
| G a g a r i n V.G., M e d v e d e v F.C. To the fauna of free-living nematodes of the Chana lake system | 27 |
| B o r o d i t c h N.D., B o n d a r e n k o L.F. Morphological changeability of Mysidacea in various parts of their area | 31 |
| C h e r k a s h i n S.A. Formation of avoidance reaction of zinc and phenol in the ontogenesis of mysids and grass shrimp | 35 |
| P o d b o l o t o v a T.I., K r u g l o v a A.N. Adaptation of copepods Mesocyclops leuckarti Claus to inhabitation conditions in Karelia lakes | 39 |
| D o t s e n k o B.N., L v o v a L.M. Behaviour of copepods and cladocerans depending on environment factors | 41 |
| M i n o r a n s k i j V.A., J u m a i l o N.B. Adaptive forms of behaviour of water coleoptera inhabiting irrigating systems | 44 |
| B a s a n o v S.I. On the cause of co-existence of two sympatric epipelagic squids of Ommastrephidae family in the eastern part of the Pacific ocean ... | 48 |

| | |
|---|----|
| N i g m a t u l l i n Ch.M. Behaviour of epipelagic nekton squids of the families Ommastrephidae. Alternative versions | 51 |
| P a r p h e n j u k A.V. Change in behaviour of squid <i>Dosidicus gigas</i> in ontogenesis | 54 |
| G o l o v a n o v V.K. Thermoregulative behaviour of hydrobionts | 56 |
| I s v e k o v E.I. Characteristics of perch reaction to current during individual development | 60 |
| R o m a n e n c o V.I., P e r e s E.M., P u b i e n e s M.A. To determination of temperature optimum of bacteria development in tropical reservoirs ... | 64 |

REVIEW

| | |
|--|----|
| Lukjanenko V.I., Kasimov R.Ju., Kokosa A.A. „Age-weight standart of hatchery fry of Kaspian sturgeons". Volgograd, 1984. 229 p. (V.M. V o l o d i n) | 67 |
|--|----|