

8. Сидорова А.И. Структурно-функциональные характеристики популяции байкальского вселенца *Gmelinoides fasciatus* Stebbing (Crustacea: amphipoda) на северной границе ареала (Онежское озеро): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Петрозаводск, 2013. – 26 с.

**POPULATION STATUS
OF AMPHIPODS *GMELENOIDES FASCIATUS* STEBBING
(*CRUSTACEA: AMPHIPODA*)
IN PETROZAVODSK BAY OF ONEGA LAKE**

© 2015 A.S.Lobanova

Petrozavodsk State University
(Petrozavodsk, Russian Federation)

Annotation. Observations were conducted indices of abundance and biomass in the two habitats (Moscowskaya – affected by stormwater and Mutton coast – recreation area). Indicators of values obtained from municipal water intake compared with the baseline conditions (Mutton coast) is 2–3 times lower.

Keywords: Stormwater; Lake Onega; amphipods; *Gmelinoides fasciatus*; abundance; biomass; an invasive species.

* * *

**ВЛИЯНИЕ АСТАТИЧНЫХ РЕЖИМОВ pH
НА ЭМБРИОНАЛЬНО-ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ КАРПА
(*CYPRINUS CARPIO* L.)**

© 2015 С.В.Лукиянов, В.А.Кузнецов

Мордовский государственный университет
(г. Саранск, Российская Федерация)

Аннотация. Рассматриваются особенности протекания раннего развития карпа в условиях колебаний pH. Показано благоприятное влияние суточных колебаний pH с амплитудой в 1 ед.

Ключевые слова: карп; *Cyprinus carpio* L.; эмбрионы; личинки; концентрация ионов водорода (pH).

Для любого организма по каждому из абиотических факторов существуют благоприятные интервалы интенсивностей – экологические оптимумы. С другой стороны многочисленными экспериментами показано, что для организмов наилучшей является среда с изменяющимися характеристиками, а не условия со стабильными оптимальными значениями факторов.

В результате обобщения большого фактического материала в недавнем обзоре [1] нами предложено использовать понятие динамического экологического оптимума. Мы понимаем динамический или астатический оптимум как периодическое отклонение фактора за пределы зоны оптимума в зоны нормы или в одну из этих зон. Это приводит к включению адаптационных механизмов, работа которых связана с определенными энергозатратами, но вследствие гиперкомпенсации энергетических трат и перестройки метаболизма происходит оптимизация жизнедеятельности организма в целом [1, 2, 3].

Существование астатических оптимальных режимов показано для многих групп животных. Однако по-прежнему мало экспериментальных данных о влиянии астатических режимов на животных в ранние периоды онтогенеза. Большинство таких исследований касаются колебаний температуры. Влияние колебаний рН на рыб в эмбрионально-личиночный период в научной литературе практически не рассмотрено. Едва ли не единственной подобной работой является, выполненное авторами исследование на щуке [4]. В нем показано, что периодические колебания рН среды обитания оказывали положительное влияние на развитие эмбрионов и предличинок. Наиболее благоприятными являлись колебания рН на 2 ед. около константного оптимума, где ускорение развития у эмбрионов достигало 1,24 раза при снижении смертности по сравнению с инкубацией в наилучших постоянных условиях рН. Наилучшие показатели развития предличинок отмечались при колебаниях рН в пределах 7,0–8,0 ед., где рост превосходил таковой в контроле в 1,09 раза, ускорялось развитие в 1,18 раза, и снижался отход на 12% [4].

Целью данной работы стало рассмотрение эмбрионально-личиночного развития карпа в условиях колебаний рН.

Для экспериментов использовалась икра карпа (*Cyprinus carpio* L.), полученная от одной самки и оплодотворенная сухим способом рыбаками рыбхоза «Левженский» (Рузаевский район, Мордовия). Инкубация оплодотворенной икры во всех опытах производилась в трех повторностях в чашках Петри, что является обычным в лабораторных исследованиях эмбриогенеза рыб. В опытах использовалась водопроводная вода, которую предварительно отстаивали и аэрировали. Экспериментальные значения рН водной среды достигались добавлением в воду необходимого количества HCl и NaOH. Контроль за значением рН осуществляли с помощью рН-метра Эксперт-001–2(0.1) (Россия, НПП «Эконикс-Эксперт») с точностью 0,05 ед. Для изучения развития карпа при колебаниях величины рН икру инкубировали при гидрион-режимах 7,5–8,5, 7,0–8,0, 6,5–8,5 и 6,0–9,0 ед. (через тире указаны нижнее и верхнее значения рН, соответственно, в альтернирующих режимах). Изменение значения рН в переменных гидрион-режимах достигалось полной сменой воды в чашках Петри на воду с альтернативной концентрацией ионов водорода. Во избежание эффекта «хендлинга» во всех случаях с контрольными режимами осуществляли манипуляции сходные с таковыми в опытных. Смена воды в чашках Петри во

всех вариантах опыта производилась не реже двух раз в сутки. В течение инкубации удаляли погибшие икринки, отмечали стадии и этапы развития, оценивали типичность развития и измеряли длину предличинок с помощью бинокуляра МБС-1 с окуляр-микрометром с точностью $\pm 0,02$ мм. Стадии и этапы развития отмечались по периодизациям Е.Н.Смирновой [5] и Б.Лужина [6].

Карп, как и другие прудовые рыбы, относится к обитателям водоемов щелочного типа. В серии предварительных экспериментов [7] нами показано, что, эмбрионально-личиночное развитие карпа успешно протекало при значении водородного показателя в интервале 7,0–8,5 ед. Причем по многим показателям гидрион-режим 8,0 ед. оказался наилучшим для раннего развития карпа. По этой причине именно этот режим был выбран в качестве контрольного в экспериментах.

Эмбриональное развитие.

Скорость развития в колебательном режиме рН 7,5–8,5 ед. к вылуплению превосходила контрольные значения на 13 ч. (11%; $P < 0,01$). К этапу вылупления быстрее контрольных подошли и эмбрионы из режима колебаний фактора 7,0–8,0 ед., однако разница в этом случае была не столь выражена. Отметим также, что развитие эмбрионов при более значительных амплитудах фактора (6,5–8,5 ед. и 6,0–9,0 ед.) шло темпами близкими к контрольным.

Выживаемость к началу вылупления была высокой (97–100%) во всех режимах, но наибольших значений достигала при колебаниях рН не более, чем на 2 ед. При этом количество аномальных эмбрионов в этих гидрион-режимах было меньшим, чем в контроле, вследствие чего 93–95% эмбрионов в этих условиях характеризовались нормальным строением. При колебаниях рН на 3 ед. (режим 6,0–9,0 ед.) показатели выживаемости (97%) и качества эмбрионов (87% с нормальным строением) в точности соответствовали контрольным значениям.

Вылупление в экспериментальных гидрион-режимах происходило сходно. Зародыши вылуплялись вполне сформированными, значительных различий по продолжительности вылупления не отмечено.

Таким образом, эмбриональное развитие карпа более успешно, чем в статичных оптимальных условиях протекало в режимах колебаний рН, не превышавших 2 ед. Более выраженные колебания фактора приводили к тому, что полученные результаты были близки к контрольным значениям.

Предличиночное развитие.

Зависимость скорости развития от режима колебаний рН, которая отмечалась к концу эмбрионального развития, отмечалась и в постэмбриогенезе. Так, предличинки из режима колебаний 7,5–8,5 ед. на 14,4 ч. (8%; $P < 0,01$) быстрее контрольных достигли стадии наполнения плавательного пузыря. Несколько позднее, но раньше контрольных на 7,8 ч. (5%; $P < 0,05$) к этой стадии подошли особи при колебаниях рН среды в интервале 7,0–8,0 ед. Развитие при более значительных колебаниях фактора шло темпами близкими к контрольным.

Выживаемость предличинок была достаточно высокой во всех режимах (89–96%). В условиях стационарного оптимума (8 ед.) и при колебаниях фактора до 2 ед. значение показателя составляло 93–96%. Впрочем, при этом количество эмбрионов аномального строения в режимах заметно отличалось. Оно было наибольшим (9%) при статичном значении фактора, а минимальным – при колебаниях рН в интервале 7,5–8,5 ед. (3%). В итоге, оказалось, что количество эмбрионов нормального строения во всех переменных гидрион-режимах (кроме 6,0–9,0 ед.) составляло 88–93%, что несколько превышало величину этого показателя в контроле (85%). При колебаниях рН 6,0–9,0 ед. выживаемость и количество предличинок нормального строения были меньшими, чем в контроле (89% и 81%, соответственно).

Рост предличинок в колебательных условиях рН происходил несколько более интенсивно. Об этом можно судить по их длине на стадии заполнения плавательного пузыря. К указанному моменту в переменных гидрион-режимах 7,0–8,0 и 6,5–8,5 ед. длина превышала контрольное значение на 3% ($P < 0,01$). В двух других переменных режимах рН длина их также была выше таковой в контроле, хотя различия и не были достоверными.

Таким образом, эмбрионально-личиночное развитие карпа в условиях колебаний рН до 2 ед. протекало более успешно, чем при оптимальных статичных значениях фактора (8,0 ед.). В этом случае предличинки не только имели более высокий темп развития, чем в статичных условиях, но и к концу периода эндогенного питания характеризовались бóльшими размерами при наибольшем количестве зародышей нормального строения. Для проведения инкубации икры и содержания предличинок более значительные колебания фактора (6,0–9,0 ед.) в целом были менее благоприятны, чем контрольные условия со статичной рН 8,0 ед. Данные колебательные условия рН негативно отразились на выживаемости и темпе развития предличинок при их практически равных размерах.

Подводя общий итог, отметим, что при создании оптимальных условий для развития рыб необходимо устанавливать оптимальную динамику фактора, а не только стационарные оптимальные значения, поскольку для раннего онтогенеза рыб оптимум заключается в обеспечении для развивающегося организма колебательных условий, а не в строгом поддержании константных оптимальных значений факторов.

Литература

1. Кузнецов В.А., Зданович В.В., Лобачёв Е.А., Лукиянов С.В. К вопросу об астатическом экологическом оптимуме // Успехи современной биологии. – 2015. – Т. 135, №5. – С. 437–452.
2. Константинов А.С., Вечканов В.С., Кузнецов В.А. Некоторые особенности роста молоди рыб в рН-градиентном поле // Вестник Московского университета. Сер. 16. Биология. – 1995. – №4. – С. 28–32.

3. Кузнецов В.А. Астатичность факторов среды как экологический оптимум для гидробионтов: Дис. ... д-ра биол. наук. – Саратов, 2005. – 319 с.

4. Кузнецов В.А., Константинов А.С., Лукиянов С.В. Влияние колебаний рН на эмбрионально-личиночное развитие щуки *Esox lucius* L. // Успехи современной биологии. – 2009. – Т. 129, №3. – С. 1–8.

5. Смирнова Е.Н. Развитие культурного карпа в зародышевый период // Эколого-морфологические и эколого-физиологические исследования развития рыб. – М.: Наука, 1978. – С. 56–72.

6. Лужин Б. Зародышевое развитие карпа // Рыбоводство и рыболовство. – 1977. – №2. – С. 11–12.

7. Лукиянов С.В. Влияние колебаний абиотических факторов (рН, соленость, температура) на рыб в эмбрионально-личиночный период развития: Дис. ... канд. биол. наук. – Саранск: Мордов. гос. ун-т, 2010. – 145 с.

THE INFLUENCE OF FLUCTUATING REGIMES OF PH ON EMBRYO-LARVAL DEVELOPMENT OF CARP (*CYPRINUS CARPIO* L.)

© 2015 S.V.Lukiyanov, V.A.Kuznetsov

Ogarev Mordovia State University
(Saransk, Russian Federation)

Annotation. Special features of the early development of common carp under pH fluctuations are considered. Shows the favorable influence of diurnal oscillations of pH with amplitude of 1 units.

Keywords: common carp; *Cyprinus carpio* L.; embryo; larvae; concentration of hydrogen ions (pH).

* * *

ИЗУЧЕНИЕ СООБЩЕСТВ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ВОРОНЫ В 2014 ГОДУ

© 2015 А.С.Мещеряков¹, А.В.Третьякова¹,
К.А.Потребников², Д.С.Степаненко¹

¹Тамбовский государственный университет имени Г.Р.Державина
(г. Тамбов, Российская Федерация);

²Тамбовмаш
(г. Тамбов, Российская Федерация)

Аннотация. В статье приводятся результаты изучения сообществ донных беспозвоночных реки Вороны.

Ключевые слова: донные беспозвоночные; биоразнообразие; реки.