

В. Н. Кириллов

МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ АДАПТАЦИИ МОЛОДИ БЕЛОГО АМУРА К РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЯМ СОЛЕННОСТИ ВОДЫ

Введение

Белый амур, являясь типичным представителем растительноядных рыб дальневосточного комплекса, широко используется в качестве объекта поликультуры в южной и умеренной зонах России. При интродукции этого вида пресноводных рыб в рыбохозяйственные водоемы наряду с другими абиотическими факторами необходимо учитывать степень минерализации воды, т. к. этот гидрохимический показатель широко варьирует и изменяется в сезонном аспекте. Особенно это касается стоячих и слабопроточных водоемов Астраханской области, степень минерализации воды в которых, как правило, характеризуется постепенным ростом от весны к осени за счет испарения воды. Поэтому определенный интерес представляют сведения о воздействии данного гидрохимического показателя на жизнедеятельность молоди белого амура, т. к. она чаще всего используется при зарыблении водоемов.

Материалы и методы исследований

Целью работы было изучение влияния солености воды на морфофункциональные показатели личинок и сеголетков белого амура. Эксперименты проводили в лабораторных условиях с учетом общепринятых в водной токсикологии методов исследования [1, 2]. Для создания определенного уровня минерализации в воду экспериментальных аквариумов ежедневно добавляли природную соль из высокоминерализованного ильменя. Контролем служили аналогичные водоемы с отстоянной в течение недели водопроводной водой. В экспериментальные водоемы с личинками соль вносили из расчета 50 мг/л, а в аквариумы с сеголетками – 1 г/л. В процессе экспериментов проводили регулярные наблюдения за жизнедеятельностью подопытного материала. С этой целью исследовали поведение, реакцию на раздражители (звуковой, тактильный), частоту и глубину дыхания, клинические и гематологические показатели по общепринятым методам [3–5]. Полученный цифровой материал обрабатывали статистически.

Результаты исследований и их обсуждение

Личинки. Наблюдения за подопытными личинками белого амура показали, что постепенное ежесуточное увеличение уровня минерализации воды до 100 мг/л не оказывало существенного влияния на их морфофункциональные показатели. В экспериментальных водоемах, при внесении очередной порции соли, они после кратковременного возбуждения быстро успокаивались (3–5 мин) и обычно держались в верхних горизонтах воды компактной стайкой. Как и в контроле, подопытные личинки активно питались, адекватно реагировали на тактильный и звуковой раздражители, а показатели частоты и глубины их дыхательных движений практически не отличались от контрольных показателей (табл. 1).

Таблица 1

Ритм дыхания подопытных личинок белого амура

Концентрация соли, мг/л							
0 (контроль)	50	100	150	200	250	300	350
128 ± 4,9	125 ± 8,1	127 ± 5,7	137 ± 12,1	152 ± 9,2	171 ± 14,9	168 ± 13,7	–

При достижении солености воды 150 мг/л подопытные личинки совершали более активные движения в толще воды, разбившись на несколько групп, но их реакция на раздражители, интенсивность питания, глубина и частота дыхательных движений не отличались от таковых у особей контрольной группы ($p > 0,05$). Увеличение уровня минерализации воды до 300 мг/л привело к полной потере стайного рефлекса у подопытных личинок. У них возросла двигатель-

ная активность, частота дыхания, и, наоборот, снизилась интенсивность питания, реакция на раздражители и появилась аритмия. Дальнейший рост уровня минерализации воды в экспериментальных водоемах обусловил увеличение различий изучаемых функциональных показателей у подопытных особей и особей контрольной группы. При солёности воды более 350 мг/л большинство подопытных личинок находилось у поверхности воды, совершая резкие рывкообразные движения. Они полностью прекратили питаться, не реагировали на раздражители, а у единичных экземпляров периодически отмечалась потеря рефлекса равновесия. Началась гибель личинок, которая на следующие сутки достигла 50 %. В контрольных аквариумах за весь период исследований погибла одна личинка.

Визуальный осмотр погибших и оставшихся живых подопытных особей выявил в их организме ряд морфологических изменений. У них обнаружено повышенное ослизнение жабр и кожи, выраженные деструктивные нарушения покровного и респираторного эпителия, кровоизлияния в жабрах, кожных покровах и паренхиматозных органах.

Сеголетки. В эксперименте с сеголетками белого амура обнаружено, что их устойчивость к изменениям уровня минерализации воды значительно выше, чем у личинок. Негативное воздействие этого фактора среды на их организм начинало проявляться при достижении солёности в воде экспериментальных аквариумов 5 г/л. При этом направленность, продолжительность и характер изменений исследуемых физиологических показателей в их организме зависели от уровня минерализации воды. При внесении очередной порции соли, после периода возбуждения, двигательная активность сеголетков снижалась. Через 8–15 минут они успокаивались, опускались в придонные слои и становились неподвижными. Их плавники были максимально расширены, а на покровах тела отмечалось повышенное ослизнение. Это сопровождалось усилением ответной реакции на звуковой и тактильный раздражители и увеличением частоты дыхания (табл. 2). Такое состояние подопытных рыб, как правило, продолжалось в течение 0,5–1,0 часа, а затем постепенно нормализовалось и приближалось к контролю.

Таблица 2

Ритм дыхания подопытных сеголетков белого амура

Концентрация соли, г/л									
0 (контроль)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
73 ± 3,1	68 ± 6,1	74 ± 3,2	81 ± 6,9	97 ± 8,1	95 ± 7,3	101 ± 8,2	101 ± 7,2	128 ± 12,1	127 ± 11,1

При достижении уровня солёности воды 9 г/л у подопытных особей наблюдалось увеличение периода повышенной активности, снижение реакции на звуковой, а затем и на тактильный раздражители. Это сопровождалось увеличением частоты и, наоборот, снижением глубины дыхательных движений. В это время некоторые подопытные сеголетки периодически поднимались к поверхности воды и заглатывали воздух. У них появились четко выраженная аритмия дыхания и периодические судороги плавников и туловищной мускулатуры. Они перестали реагировать на раздражители и периодически теряли равновесие. На следующие сутки были обнаружены первые мертвые экземпляры, а к концу дня их количество достигло 50 %. В контрольных водоемах гибели подопытного материала не наблюдалось. Визуальный осмотр подопытных особей выявил в их организме ряд морфофункциональных деструктивных нарушений. Их кожные покровы и жабры были ослизнены и имели ярко выраженные нарушения структуры покровного и респираторного эпителия. В жабрах, почках и печени были обнаружены многочисленные кровоизлияния, изменения их цвета, консистенции и структуры.

Согласно результатам гематологического анализа, постепенное увеличение минерализации воды до 9 г/л оказало существенное влияние на картину крови подопытных сеголетков (табл. 3).

Таблица 3

Гематологические показатели подопытных сеголетков белого амура

Вариант эксперимента	Показатель			
	Гемоглобин, г/%	Эритроциты, млн кл./мл	Лейкоциты, тыс. кл./мл	СОЭ*, мм/г
Контроль	8,9 ± 0,3	1,21 ± 0,09	22,1 ± 1,8	3,1 ± 0,1
Опыт	12,0 ± 0,9	1,79 ± 0,14	25,1 ± 2,6	4,0 ± 0,1

* Скорость оседания эритроцитов.

У подопытных особей кровь была более густой и темной, а форменные элементы более разнообразными по форме и размерам. Цитоплазма эритроцитов в крови подопытных рыб имела неоднородную окраску. В их клетках нередко наблюдались деформация и смещение ядер к оболочке и частичный гемолиз. Аналогичными были изменения и в элементах белой крови, что затрудняло их идентификацию и подсчет лейкоцитарной формулы. Кроме того, в крови подопытных особей наблюдалось достоверное увеличение в сравнении с контролем ($p < 0,05$) числа форменных элементов, количества гемоглобина и СОЭ.

Заключение

Таким образом, минерализация воды при достижении определенного уровня оказывает существенное влияние на жизнедеятельность исследуемых возрастных групп молоди белого амура. Негативное воздействие этого экологического фактора на организм личинок начинает проявляться при солености более 150 мг/л, а на сеголетков – более 5 г/л. В этих условиях адаптация их организма к высокому осмотическому давлению внешней среды обуславливает значительные энергетические траты, основным источником которых являются окислительные процессы пластических веществ. Поэтому возрастающая потребность в кислороде у подопытных особей сопровождается учащением ритма дыхания, увеличением количества гемоглобина и эритроцитов. Смещение обмена веществ в сторону катаболизма в их организме, нарушение процесса осморегуляции и постоянства внутренней среды вызывают взаимообусловленный комплекс морфофункциональных изменений, приводящих к полному истощению рыб и в конечном итоге – к летальному исходу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Строганов Н. С.* Методика определения токсичности водной среды. – М.: Наука, 1971. – С. 14–60.
2. *Лукьяненко В. И., Карпович Т. А.* Биотестирование на рыбах: Метод. рекомендации. – Рыбинск, 1989. – 96 с.
3. *Крылов В. П.* Методические указания по гематологическому исследованию рыб в водной токсикологии. – Л.: ГосНИОРХ, 1974. – 39 с.
4. *Иванова Н. Т.* Атлас клеток крови рыб. – М.: Легкая и пищ. пром-сть, 1983. – 184 с.
5. *Житенева Л. Д., Полтавцева Т. Г., Рудницкая О. А.* Атлас нормальных и патологических изменений клеток крови рыб. – Ростов н/Д.: Ростов. кн. изд-во, 1989. – 112 с.

Статья поступила в редакцию 25.03.2008

MORPHOLOGICAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF ADAPTATION OF WHITE CUPID YOUNG TO VARIOUS LEVELS OF WATER SALINITY

V. N. Kirillov

The results of researches on the influence of water mineralization on the white cupid young are given. It is established, that the increase in concentration of salt in water up to the certain level causes deep adaptable reorganization in an organism of the test fish, causing the complex of the morphological and functional changes resulting in their exhaustion and lethal outcome.

Key words: morphological and functional features, adaptable reorganization, mineralization.