



На правах рукописи

Сошников Николай Михайлович

**ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА БЕЛОГО
И ПЕСТРОГО ТОЛСТОЛОБИКОВ В ОНТОГЕНЕЗЕ
В БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ УСЛОВИЯХ ЗАПАДНО-ПОДСТЕПНЫХ
ИЛЬМЕНЕЙ ДЕЛЬТЫ р. ВОЛГИ**

Специальность 03.03.01 «Физиология»

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание учёной степени
кандидата биологических наук

2 1 ОКТ 2010

Астрахань, 2010

Работа выполнена на кафедре ветеринарной медицины Астраханского государственного университета.

Научный руководитель:

доктор биологических наук, профессор,
Заслуженный деятель науки
Российской Федерации

Воробьев Владимир Иванович

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук,
профессор

Пономарев Сергей Владимирович

доктор биологических наук,
профессор

Егоров Михаил Алексеевич

Ведущая организация:

Калмыцкий государственный университет

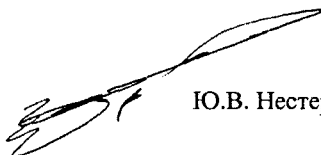
Защита состоится 29 октября 2010 г. в 16.00 часов на заседании диссертационного совета ДМ 212.009.01 при Астраханском государственном университете по адресу: 414000, г. Астрахань, пл. Шаумяна 1. Естественный институт АГУ.

Автореферат разослан 19 сентября 2010 г.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке АГУ по адресу: 414000, Астрахань, пл. Шаумяна, 1.

Текст автореферата размещен на официальном сайте Астраханского государственного университета: <http://www.aspu.ru>

Учёный секретарь
диссертационного совета,
доктор биологических наук



Ю.В. Нестеров

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. Катастрофическое снижение запасов ценных видов рыб в Волго-Каспийском бассейне в последние десятилетия поставило вопрос о необходимости искусственного воспроизводства рыбы в рыбоводных хозяйствах и многочисленных естественных водоемах дельты р.Волги. При этом рыбное хозяйство Астраханской области, как и всей Российской Федерации, испытывает острый дефицит в посадочном материале. Однако, все эти проблемы невозможно решить без детального изучения функционального состояния и видовых особенностей взрослых рыб и исследования физиологических процессов в раннем онтогенезе, а также выяснения вопросов влияния различных концентраций жизненно важных микроэлементов на физиолого-биохимические показатели рыб при низком их уровне в среде отдельных субрегионов. При этом белый и пестрый толстолобики в физиологическом плане не достаточно изучены и, особенно, фитофаг. Поэтому знание физиологии растительноядных рыб, функциональных особенностей в условиях их акклиматизации, создание лучших геохимических условий, особенно в период раннего онтогенеза, позволит дополнительно получать большее количество физиологически качественной молоди рыб.

Целью работы явилось изучение физиолого-биохимических показателей белого и пестрого толстолобиков в биохимических условиях западно-подступных ильменей дельты р. Волги, а также выяснение влияния различных дозировок микроэлементов (Mn, Cu и Fe) на функциональное состояние рыб в раннем онтогенезе.

Для достижения этой цели были поставлены задачи:

1. Исследовать гематологические показатели белого и пестрого толстолобиков, их аминокислотную картину, уровень биосинтеза нуклеиновых кислот, спектр активности фермента гликолиза лактатдегидрогеназы и ее изоформ, динамику физиологически важных металлов (Mn, Cu и Fe) у рыб в онтогенезе.
2. Выяснить функциональные особенности утилизации физиологически важных микроэлементов организмом белого и пестрого толстолобиков в зависимости от возраста, вида и пола рыб в биохимической ситуации западно-подступных ильменей Астраханской области, где они акклиматизируются и выращиваются до товарных навесок.
3. Изучить влияние различных дозировок марганца, меди и железа на физиологические показатели эмбрионов и личинок белого и пестрого толстолобиков в биохимических условиях низкого уровня марганца и меди в водных экосистемах.

Научная новизна: в работе впервые дана физиологическая, в т. ч. гематологическая, аминокислотная характеристика белого и пестрого толстолобиков, а также показана динамика нуклеиновых кислот и изменение активности изоформ лактатдегидрогеназы рыб в процессе онтогенеза. Исследовано влияние марганца, меди и железа на физиологические процессы у белого и пестрого толстолобиков в биохимической ситуации западно-подступных ильменей Астраханской области.

Положения, выносимые на защиту:

1. Гематологические показатели, аминокислотный спектр, активность изоформ лактатдегидрогеназы, биосинтез нуклеиновых кислот белого и пестрого толстолобиков определяются возрастом, полом, видом рыб и хорошо активизируются биотическими количествами марганца и меди, если основные компоненты экосистем слабо ими обеспечены, что следует учитывать, особенно при проведении акклиматизационных работ в аквакультуре.
2. Белый и пестрый толстолобик ассимилируют различные количества физиологически важных элементов (Mn, Fe и Cu) в зависимости от биогеохимической ситуации водных экосистем западно-подstepных ильменей Астраханской области, вида рыб, пола, сезона года и гидрохимических показателей.

Теоретическая значимость. Опираясь на разработанную академиком В.В. Ковальским (1974), Р.Н. Одынец и др. (1975, 1976, 1981), М.А. Риш (1983, 1985, 1991), В.В. Ермаковым (1974, 1999, 2008) и В.И. Воробьевым (1968, 1980, 1982, 1993, 2007, 2008, 2009) физиолого-биогеохимическую парадигму выбора перспективных микроэлементов в конкретных биогеохимических условиях и определения их дозирования, мы комплексно изучили физиолого-биохимические показатели белого и пестрого толстолобиков в онтогенезе (гематологические параметры, аминокислотная характеристика органов и тканей белого и пестрого толстолобиков, обмен микроэлементов, биосинтез нуклеиновых кислот и активность изоформ лактатдегидрогеназы - металлсодержащего фермента гликолиза), а также исследовали показатели роста и развития эмбрионов, личинок и молоди под влиянием марганца, меди и железа в биогеохимических условиях западно-подstepных ильменей Астраханской области.

Практическое значение. Предложен ряд биотических дозирования марганца и меди для применения их в процессе аквакультуры в условиях западно-подstepных ильменей Астраханской области для улучшения физиологических процессов эмбриогенеза, сокращения времени инкубации оплодотворенной икры, увеличения процента выхода личинок лучшего физиологического качества. Эти основные положения диссертации могут быть использованы при изучении курсов физиологии и этологии с/х животных, биохимии, диагностики и гидробиологии студентами вузов специальности «ветеринария» и биологических специальностей.

Апробация результатов исследований. Основные материалы диссертации должны на: Международной научной конференции «Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий», Астрахань, 2008.

Научной конференции «Человек и животные», 15–16 апреля, Астрахань, 2008. Всероссийской научной конференции молодых ученых «Актуальные проблемы современных аграрных технологий», 23–24 апреля. – Астрахань, 2008. Всероссийской конференции молодых ученых с элементами научной школы и Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса. – Астрахань, 2009. 6-ая Международная биогеохимическая школа «Биогеохимия в народном хозяйстве: фундаментальные основы ноосферных технологий», Материалы докладов. – Астрахань, 2008.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 9 работ, в т.ч. одна - в издании перечня ВАК РФ.

Объем и структура диссертации. Диссертация изложена на 123-х страницах, включает 20 таблиц, 7 рисунков. Состоит из введения, 7-ми глав, выводов, списка использованной литературы, включающего 245 источников, в т. ч. 39 зарубежных, и приложения.

Материал и методы исследования

Сбор материала проводился в 2007 – 2009 гг. на базе ильменя Берюн-Цаган (западно-подступные ильмени Астраханской области), площадью 240 га, глубиной 1,2 – 2,2 м, который включает зимовальный пруд, выростной и нагульный водоемы, зарастаемость макрофитами до 45%, т.е. является рыбоводным хозяйством озерного типа по классификации А.Ф. Сокольского (1995). Пробы грунта, воды, фито-, зоопланктона и макрофитов отбирали по общепринятым методикам (Киселев, 1969; Еременко, 1969; Воробьев, 1993). Гидрохимические показатели и изучались по Н.С. Строганову (1969). Из рыб объектами изучения являлись белый толстолобик – *Hypophthalmichthys molitrix Valenciennes* и пестрый толстолобик – *Aristichthys mobilis Vallienciennes*. Физиологическое состояние рыб оценивали на материале, полученном при еженедельном облове водоема. Определялись следующие физиологические показатели: масса, длина, возраст, стадии зрелости половых желез, этапы эмбрионального и постэмбрионального развития (Крыжановский и др., 1949; Васнецов, 1963; Соин, 1963; Лужин, 1977). Из рыб объектами изучения являлись белый толстолобик – *Hypophthalmichthys molitrix Valenciennes* и пестрый толстолобик – *Aristichthys mobilis Vallienciennes*. Выбор этих видов обусловлен их недостаточной изученностью и большой ролью в проведении рыбоводных работ в фермерских хозяйствах в биогеохимических условиях западно-подступных ильменей дельты р. Волги. Физиологическое состояние рыб оценивали на материале, полученном при еженедельном облове водоема. Определялись следующие физиологические показатели: масса, длина, возраст, стадии зрелости половых желез, этапы эмбрионального и постэмбрионального развития (Крыжановский и др., 1949; Васнецов, 1963; Соин, 1963; Лужин, 1977).

Свободные аминокислоты органов и тканей рыб определяли на анализаторе Nd-1200E. Гематологические показатели: количество эритроцитов, лейкоцитов и лейкоцитарная формула определялись по А.А. Кудрявцеву и др. (1969), гемоглобин – с помощью эритрогемометра по В.И. Лукьяненко (1983), СОЭ – в аппаратах Панченкова, общий белок сыворотки крови – рефрактометрически, нуклеиновые кислоты – по А.С. Спирину (1971). Изоферментный спектр лактатдегидрогеназы, определяли с помощью электрофореза в полиакриламидном геле в однородной буферной системе в модификации А.И. Груздева (1977). Количественный анализ денситограмм, полученных с помощью микрофотометра МФ-4 осуществлялся путем определения площадей, соответствующих отдельным изоформам. Микроэлементы (Fe, Cu, Mn и в отдельных случаях, Zn) в грунте, воде, кормовых организмах, икре, личинках, рыбах определяли атомно-абсорбционным методом (Славин, 1972; Прайс, 1976) на спектрофотометре ААС-I и «HITACHI» в количестве 1210-ти проб.

Полученную от одной самки икру белого толстолобика оплодотворяли, делили на две равные части и помещали в эмалированные тазы, где производилось ее отмывание с добавлением солей марганца, меди и железа в дозах 0,01; 0,05; 0,1; 1,0; 2,0 в опытных сериях. Одна часть икры использовалась для опытных серий, а вторая – служила контролем. За развивающейся икрой в кристаллизаторах постоянно велось наблюдение – определяли процент оплодотворения, стадию развития, процент развития на отдельных этапах и процент выклева.

Для изучения физиологических особенностей личинок белого и пестрого толстолобиков при воздействии на них различных дозировок микроэлементов в воде мы использовали те же соли металлов, что и для оплодотворенной развивающейся икры рыб. У полученных личинок изучали длину, массу, физиологическую жизнестойкость и другие физиологические параметры. Для этого личинок из опытных (с растворами микроэлементов) и контрольных партий помещали в кристаллизаторы с водой по 200 экземпляров в каждый и определяли момент начала массовой гибели личинок (личинки в кристаллизаторах не питались). Смена растворов в опытных и контрольных сосудах проводилась через каждые два часа. Всего было проведено 240 серий опытов. Продолжительность жизни личинок отсчитывалась с момента начала опыта. Токсической считалась концентрация $L=50$, т.е. такая, при которой наступала гибель 50% личинок (Строганов, 1971).

Полученные данные обработаны с использованием программного пакета по стандартной программе обработки статистического материала «D'STAT», Microsoft Excel 97 Pro, Statgraf, Statistica. Достоверность различий оценивали по t-критерию Стьюдента (при уровне значимости 0,01 – 0,05).

Результаты исследований и их обсуждение

Физиологическая характеристика белого и пестрого толстолобиков в онтогенезе в биогеохимических условиях западно-подступных ильменей дельты р. Волги

Железа в грунте ильмена Берюн-Цаган Астраханской области обнаружено от 27500 до 36000 мг/кг, марганца – 380 – 540, а меди – 8 – 26 мг/кг сухого вещества. Железа в воде содержится 0,012-0,108, марганца – 0,002 – 0,071 и меди – 0,0002 – 0,001 мг/л., т.е. железо находится на нижней границе «нормы», а количество меди и марганца меньше средних данных по Российской Федерации (Ковальский, 1974; Воробьев, 1993; Матвеев и др., 1997). В зоопланктоне (общие пробы) железа в среднем – 20600 мг/кг, а марганца и меди, соответственно, $54 \pm 3,0$ и $12 \pm 1,4$ мг/кг. Общие пробы фитопланктона, пищи белого толстолобика, слабее обеспечены железом (130 – 210 мг/кг) и медью (28 – 42 мг/кг), чем организмы зоопланктона, основного корма пестрого толстолобика, что отмечают и другие авторы (Ковальский, 1974; Воробьев, 1982, 1993, 2007; и др.).

Сопоставляя полученные результаты и литературные данные (Ковальский, 1974; Воробьев, 1993, 2007; Искра, 2002 и др.) по содержанию микроэлементов в основных компонентах водной экосистемы водоема Берюн-Цаган приходится

заключить, что изучаемая экосистема Западно-подстепных ильменей слабее обеспечена марганцем и медью, чем ее аналоги из каналов р. Волги (Воробьев, 2008), а также рек Дальнего Востока и Китая (Еременко, 1979, 1989; Джао-Джи Гун, 2005) - материнских водоемов растительоядных рыб, акклиматизируемых в водоемах Астраханской области. Это обстоятельство предопределило выбор Мп и Си для изучения их влияния на физиологические процессы раннего онтогенеза рыб. А железо, уровень которого в лиманских водоемах был вполне достаточным, взяли для использования в экспериментах только с учетом его физиологической роли, т.е. без учета биогеохимии этого металла.

Анализ лейкоцитарной формулы белого толстолобика позволяет сделать выводы, что из зернистых форм наиболее многочисленными являются группы нейтрофилов, их максимальный уровень отмечен в крови рыб трехлетнего возраста. Нами в онтогенезе выявлена тенденция снижения с возрастом рыб уровня базофилов и эозинофилов ($P < 0,05$). Наиболее многочисленными из лейкоцитов в крови исследуемых рыб являются лимфоциты. Доля моноцитов в крови рыб выше у сеголеток (1,8%), что согласуется с данными, полученными при исследовании гематологической картины карпа, сома, буффало и белого амура (Головина, 1977; Головина, Тромбицкий, 1989; Jeney, 1982).

Летом количество белка сыворотки крови несколько снижалось, а осенью возрастало, приближаясь к его количеству в весенний период ($P < 0,05$).

Наименьший уровень гемоглобина в крови белого толстолобика наблюдается у сеголеток, а максимальный обнаружен у рыб двухлетнего возраста. Мы склонны объяснять это повышением числа эритроцитов с возрастом, интенсивным питанием, двигательной активностью, увеличением массы и необходимостью потребления большого количества кислорода для окисления питательных веществ, а также наступлением половой зрелости. С возрастом, происходит некоторое снижение насыщенности эритроцитов гемоглобином, однако, уровень его у производителей достаточно высокий по сравнению с сеголетками (табл.1).

Таблица 1

Гематологические показатели белого толстолобика

Возраст	Число экземпляров	Эритроциты, млн/мм ³	Лейкоциты, тыс/мм ³	Гемоглобин, Г %	Гематокрит, %	СО ₂ , мм/ч	Лейкоформула, %				
							Б	Э	Н	Л	М
0+	112	1,36±0,12	19,5±0,84	5,18±0,96	29,98±1,15	3,2±0,61	0,4	0,0	2,50	95,40	1,70
1+	29	1,68±0,09	32,09±1,06	8,6±0,24	34,00±1,04	3,3±0,27	0,3	0,5	3,60	94,20	1,40
2+	34	1,98±0,16	36,45±1,08	10,57±0,43	35,62±0,58	3,6±0,08	0,3	0,7	3,80	94,70	0,50
6	25	1,85±0,04	50,24±1,02	6,96±0,34	37,02±1,43	3,1±0,03	0,0	0,2	2,50	95,90	1,40
7	31	2,4±0,36	59,92±2,02	8,17±0,15	37,99±1,58	3,0±0,17	0,0	0,1	1,90	97,50	0,50

Количество сывороточных белков стабильно увеличивается с возрастом от 3,04 у сеголеток до 6,58 г % у производителей. СОЭ колеблется от 3,0 (7 лет) до 3,6 (2+) мм/час.

Необходимо отметить, что снижение содержания гемоглобина у пестрого толстолобика, происходящее в период интенсивного роста, часто совпадает с уменьшением концентрации сывороточных белков и реже – со снижением количества эритроцитов. Причиной последнего могло быть, например, ухудшение газового режима водоема, вызывающее гипергидратацию крови. Случаи снижения концентрации гемоглобина у карпа и белого амура под влиянием дефицита кислорода наблюдал ранее Н.С. Самилкин (1975) и В.И. Воробьев и А.В. Самилкин (1980).

Таблица 2

Гематологические показатели пестрого толстолобика в онтогенезе

Возраст	Время вылова	Эритроциты, млн/мм ³	Лейкоциты, тыс/мм ³	Гемоглобин, г %	Общий белок, %	СОЭ мм/ч
		<i>M ± m</i>	<i>M ± m</i>	<i>M ± m</i>	<i>M ± m</i>	<i>M ± m</i>
Сеголетки	8.10.2004	1,860±0,126	29,88±2,21	9,25±0,05	4,80±0,32	2,1±0,0
Годовики	3.04.2005	2,007±0,405	20,06±3,50	7,32±0,80	3,04±0,03	1,8±0,6
Годовики	24.03.2005	1,342±0,585	47,04±9,22	10,25±0,74	3,06±0,54	3,2±0,2
Годовики	26.03.2005	1,602±0,082	35,97±5,76	8,72±0,08	4,01±0,20	1,9±0,3
Годовики	8.04.2005	1,866±0,440	67,03±14,32	9,36±0,92	3,19±0,22	2,8±0,4
Годовики	20.04.2005	1,750±0,234	42,01±8,00	8,56±0,84	4,21±0,08	2,5±0,7
Двухлетки	15.07.2006	1,780±0,150	34,04±4,50	9,30±0,32	5,04±0,062	2,4±0,8
Трехлетки	13.07.2007	1,803±0,045	35,70±4,80	6,02±0,84	5,49±0,48	2,6±1,7
Трехлетки	28.08.2008	1,621±0,275	42,26±5,16	9,42±0,69	5,62±0,13	2,2±0,8
Четырехлетки	30.08.2008	1,902±0,062	38,23±2,53	5,91±0,52	5,49±0,18	3,4±0,1
Шестилетки	15.04.2008	1,862±0,310	49,05±6,17	11,09±1,84	6,17±0,24	2,2±0,5
Семилетки	29.04.2009	1,976±0,286	41,42±5,37	10,08±0,86	6,58±0,82	3,2±0,7

По-видимому, в данном случае мы столкнулись с региональными особенностями сезонной изменчивости кроветворения рыб, что несомненно связано с биогеохимической обстановкой лиманских водоемов.

В целом пестрый толстолобик имел более высокие гематологические показатели, чем белый, что коррелирует с более интенсивным темпом роста пестрого и предопределяется, видимо, спектром питания и содержанием в пище железа, меди и марганца – элементов необходимых для гемопоэза и метаболизма.

У самок фитофага в мышцах находится гораздо больше свободных аминокислот, чем у самцов (табл.3). У самок в мышцах не обнаружены свободный тирозин триптофан и фенилаланин. У пестрого толстолобика в мышцах самцов нет растворимого лизина, гистидина, метионина и триптофана – мажорных компонентов из числа растворимых аминокислот (табл.4).

Гонады самок фитофага богаче спермы самцов свободным цистинном, глютаминовой кислотой, лизином, гистидином, лейцином и изолейцином. В печени самцов пестрого толстолобика не обнаружен свободный гистидин, а у самок его достаточно много (табл.4).

Вероятно, большой процент растворимых аминокислот в мышцах самок свидетельствует о преобладании процессов распада белка мышц в их организме в период формирования половых продуктов.

Анализируя аминокислотную картину органов и тканей исследуемых растительноядных рыб, следует отметить, что содержание свободных аминокислот у пестрого толстолобика превышает аналогичный показатель у фитофага, во всех изучаемых органах, что видимо, объясняется видовыми различиями и спектром питания гидробионтов.

Причем, в мышцах самок у пестрого толстолобика мы обнаружили вдвое больше растворимых аминокислот, чем у белого, а у самцов – почти в три раза. Аналогичные различия установлены и в количестве свободных аминокислот в крови рыб, что свидетельствует о видовых физиологических особенностях растительноядных рыб.

Ранний онтогенез является ответственным моментом развития рыб, и именно, в этом периоде наблюдается гибель определенной части развивающейся оплодотворенной икры и молоди личинок. Поэтому важно знать как можно более полную картину физиологического состояния, в том числе динамику микроэлементов (табл. 5) и других физиологических показателей в этот важнейший период жизни рыб.

В период выклева эмбрионы белого толстолобика теряют некоторое количество элементов за счет оболочек и полостной жидкости. Это подтверждает данные В.Ф. Зайцева и О.А. Ходоревского (1980), Э.И. Мелякиной (1984) и В.И. Воробьева (1982, 1993), полученные на осетровых, карпе и белом амуре. Личинки толстолобиков двухсуточного возраста характеризуются более низким количеством железа, марганца и меди, чем эмбрионы. В дальнейшем при развитии личинок, уровень металлов в их организме возрастает, а подращенная молодь утилизирует уже значительные количества исследуемых металлов. Это объясняется тем, что молодь в этом возрасте активно питается и растет, получает микроэлементы не только из воды, как эмбрионы, но и с пищевыми объектами, содержащими относительно большое количество жизненно важных элементов.

Таблица 3

Количество свободных аминокислот в органах и тканях
белого толстолобика (возраст – 4 – 5 лет), мг %

Наименование аминокислот	Самки (n=6)				Самцы (n=5)			
	мышцы	печень	гонады	кровь	мышцы	печень	гонады	кровь
Цистеин	18,52	24,55	31,04	32,34	2,09	16,34	21,16	20,59
Цистин	-	-	12,14	10,16	-	-	-	-
Лизин	52,11	21,16	35,88	37,52	32,15	5,11	9,95	7,21
Гистидин	36,06	27,04	32,52	10,14	24,16	16,69	33,30	36,34
Аргинин	25,08	12,46	19,07	22,33	22,51	22,56	24,15	14,55
Аспарагиновая кислота	24,57	21,13	18,34	17,51	13,14	16,09	15,04	21,13
Серин	8,64	17,88	16,21	19,40	15,13	28,36	11,11	19,99
Глицин	3,99	4,19	6,12	10,15	5,14	22,52	14,97	15,57
Глутаминовая кислота	14,25	42,55	14,66	32,16	6,03	3,33	3,05	8,74
Треонин	5,18	10,07	14,27	20,01	8,83	37,09	21,78	30,03
α-аланин	14,52	28,23	34,34	27,67	8,06	11,57	20,15	15,15
Пролин	2,09	5,16	9,11	15,36	1,09	11,59	10,27	20,09
Тирозин	-	9,96	14,68	21,13	1,08	7,16	12,26	16,78
Метионин	1,09	2,15	5,16	5,55	2,55	1,08	3,01	20,03

Триптофан	-	-	-	-	-	-	-	8,92
Валин	2,24	27,81	11,15	16,58	1,33	22,44	7,73	8,16
Фенилаланин	-	-	27,75	16,40	-	27,56	21,62	14,32
Лейцин	2,01	14,33	11,30	5,17	1,28	12,99	7,33	6,64
Изолейцин	1,27	15,03	16,26	19,82	2,34	13,53	6,04	12,31
Сумма свободных аминокислот	211,62	283,7	360	339,4	146,91	276,01	242,92	296,55

Таблица 4

**Содержание свободных аминокислот у пестрого толстолобика,
мг % (возраст 4 – 5 лет)**

Наименование аминокислот	Самки (n=8)				Самцы (n=7)			
	мышцы	печень	гонады	кровь	мышцы	печень	гонады	кровь
Цистин	52,54	30,55	60,32	24,62	51,16	82,91	20,42	11,33
Лизин	16,28	20,09	36,87	9,58	-	36,07	20,05	10,04
Гистидин	29,04	31,67	51,12	21,05	-	-	19,08	38,22
Аргинин	179,95	19,52	37,22	24,16	153,13	36,37	33,15	29,03
Аспарагиновая кислота	42,78	51,20	58,54	71,88	103,52	38,55	39,15	51,16
Серин	46,62	24,31	29,82	19,11	10,88	23,62	32,12	28,30
Глицин	30,03	5,07	11,71	17,96	8,87	23,12	10,06	21,19
Глутаминовая кислота	49,81	22,43	47,37	43,04	76,35	45,66	21,52	68,42
Треонин	28,95	9,56	20,40	16,99	20,24	18,15	32,99	19,97
α-аланин	38,44	31,41	24,05	24,63	39,03	42,64	10,09	42,42
Пролин	13,92	13,14	15,19	18,03	7,96	11,05	16,22	15,66
Тирозин	-	44,22	5,02	-	23,24	25,02	-	14,42
Метионин	10,03	10,10	-	-	-	19,88	-	28,27
Триптофан	-	-	-	7,07	-	-	-	42,03
Валин	5,17	10,75	14,14	22,14	10,89	14,98	18,01	28,25
Фенилаланин	29,06	19,99	48,23	62,23	30,01	39,17	42,75	76,73
Лейцин	13,05	10,03	29,66	38,07	16,64	26,14	8,81	45,91
Изолейцин	12,76	13,58	24,85	41,42	15,32	34,01	7,26	40,34
Сумма свободных аминокислот	598,43	367,62	514,51	461,98	567,24	517,34	331,68	611,69

Анализируя аминокислотную картину органов и тканей исследуемых растительноядных рыб, следует отметить, что содержание свободных аминокислот у пестрого толстолобика превышает аналогичный показатель у фитофага во всех изучаемых органах, что, видимо, объясняется видовыми различиями и спектром питания гидробионтов. Причем в мышцах самок пестрого толстолобика мы обнаружили вдвое больше растворимых аминокислот, чем у самок белого толстолобика, а у самцов – почти в три раза больше. Аналогичные различия установлены и в количестве свободных аминокислот в крови рыб (табл. 3 и 4), что свидетельствует о видовых физиологических особенностях рыб.

Сведения о микроэлементном составе органов и тканей рыб (табл.5) могут оказаться полезными, как с позиции оценки качества рыбной продукции (ветеринарно-санитарная экспертиза), так и для поисков физиологических критериев качества половых продуктов производителей (Воробьев, 1982, 1993, 2008; Запелухин, 2009) и физиологической характеристики роста и развития растительноядных рыб, выращиваемых в биогеохимических условиях западно-подступных ильменей Астраханской области.

Микроэлементы в половых продуктах белого толстолобика (табл. 5) располагались в порядке убывающей концентрации следующим образом: Fe > Mn > Cu. Причем икра фитофага, как и у карпа, и белого амура (Самилкин, 1975; Мелякина, 1984; Воробьев, 1993; Д. Воробьев и др., 2008) содержала железа и марганца достоверно ($P < 0,05$) меньше, чем сперма, а меди в икре фитофага было больше ($P < 0,05$). Вероятно, это обстоятельство является общебиологической закономерностью содержания металлов в половых продуктах.

Сопоставляя количество элементов в развивающейся оплодотворенной икре фитофага, взятой на разных стадиях эмбриогенеза, следует отметить факт статистически достоверного ($P < 0,05$) увеличения марганца и железа при плавном снижении ($P < 0,05$) уровня меди в течение всего периода эмбрионального развития белого толстолобика до выклева личинок, что можно объяснить уровнем дыхательных (окислительно-восстановительных) процессов, имеющих место в активно развивающейся икре и развитием эмбрионов белого толстолобика.

Личинки, помещенные в кристаллизаторах, в пятидневном возрасте способны, в сравнении с инкубируемой икрой, усваивать больше железа, меди, и, особенно, марганца. Видимо, это связано с началом синтеза гемоглобина и эритроцитов, а также с увеличением уровня окислительно-восстановительных процессов, в которых изучаемые микроэлементы принимают активное участие (Войнар, 1960; Ковальский, 1974; Мелякина, 1984), а, главное, с началом питания после рассасывания желточного мешка личинок.

Накопление всех микроэлементов достигает первого максимума у двадцатидневных личинок в июле месяце. Второй максимум концентрации железа, меди, марганца обнаружен нами у трехмесячных мальков белого толстолобика в сентябре и совпадает по времени с обильным развитием фитопланктона, который аккумулирует большие количества микроэлементов.

В октябре кормовая база прудов стала менее благоприятной для белого толстолобика. Отсюда и общее снижение содержания микроэлементов в их органах и тканях. В ноябре перед зимовкой у сеголеток белого толстолобика обнаружена тенденция к накоплению металлов. После оплодотворения икры пестрого толстолобика к концу первого часа инкубации в ней достоверно ($P < 0,05$) увеличивается содержание железа и меди в сравнении с неоплодотворенной икрой и спермой. Видимо, в этот период икра интенсивно поглощает элементы из воды.

Таблица 5

**Динамика микроэлементов в онтогенезе растительноядных рыб
(мг/кг сухого вещества)**

Характеристика объекта анализа	Белый толстолобик			Пестрый толстолобик		
	железо	марганец	медь	железо	марганец	медь
<i>Половые продукты производителей</i>						
Сперма	21,2±2,3	9,8±1,01	6,15±0,23	52,0±1,7	18,5±0,15	6,04±0,03
Икра	18,1±2,6	6,14±0,07	11,4±0,72	29,4±1,4	8,2 ± 0,29	12,8±0,19
<i>Эмбриогенез</i>						
Дробление	24,4±3,5	19,01±0,15	14,8±0,52	65,5±1,3	20,5±0,27	23,6±1,55

бластодиска						
Гастрюла	32,1±5,6	10,6±0,54	7,79±0,63	36,6±2,2	12,7±0,33	22,4±1,09
Органогенез	38,1±5,6	21,1±0,77	6,16±0,94	47,1±2,3	16,3±1,91	8,33±0,16
Обособление хвостового отдела от желточного мешка	12,5±1,4	14,5±0,58	4,01±0,85	31,6±1,6	8,92±0,82	3,01±0,07
<i>Личинки после выклева</i>						
Первые сутки	10,7±0,9	17,9±0,54	7,09±0,26	8,35±4,4	15,6±0,56	6,98±0,32
Четвертые сутки	9,2±0,4	28,8±1,18	2,08±0,06	70,6±2,2	6,67±0,75	2,01±0,01
Пятые сутки	116±8,2	250±10,6	8,82±0,14	315±9,9	11,3±0,04	9,96±0,27
Десятые сутки	207±6,6	150±11,3	16,3±0,22	342±7,5	61,9±0,71	21,8±1,34
Двадцатые сутки	2998±115	219±7,81	71,2±0,99	466±16	149±7,13	92,6±1,13
<i>Молодь</i>						
1-месяц	1068±70	88,9 ± 3,6	78,9 ± 3,2	1032±42,8	496±7,9	66,9±4,3
2 месяца	201±16	98,1 ± 9,1	90,3 ± 5,5	133 ± 6,31	122±9,5	60,2±1,7
3 месяца	228±20,3	430±31	81,1±3,1	209±15,3	46,9±3,2	12,2±0,55
4 месяца	68,3±3,29	68,3±3,2	74±2,8	64±3,09	51,3±1,6	6,55±0,52
5 месяцев	102±2,04	99±7,5	16,2±1,3	109±8,82	131±6,4	16,91±0,32

К месячному возрасту, количество всех исследуемых нами микроэлементов в организме пестрого толстолобика достигает максимума. Этот период развития приходится на время, когда наблюдается массовое развитие зоопланктона, которым питается пестрый толстолобик.

Динамика микроэлементов в онтогенезе рыб, видимо, объясняется тесной взаимосвязью между содержанием их в основных компонентах экосистем, т.е. биогеохимическим режимом водоемов, обеспеченностью металлами икры и спермы производителей, их физиологическим состоянием, составом пищи, интенсивностью питания и, как следствие, усиления процессов метаболизма при этом, межорганным перераспределением микроэлементов с целью вовлечения металлов в наиболее активно протекающие на определенном этапе развития рыб процессы ана- и катаболизма. Кроме того, следует помнить, что метаболизм металлов у рыб тесно связан и с гидрологическими и гидрохимическими процессами, протекающими в западно-подстепных ильменях, в т.ч. и в изучаемом водоеме Бирюнь-Цаган.

Учитывая, что уровень марганца и меди в основных компонентах экосистем водоемов Лиманских ильменей ниже «эталонных» значений их количества в материнских водоемах Дальнего Востока и Китая, полученные нами результаты динамики указанных металлов, с учетом их роли в организме, можно рассматривать как определенное физиолого-биогеохимическое обоснование для возможности и необходимости исследования влияния этих металлов на процессы раннего онтогенеза растительноядных рыб, с целью обеспечения более комфортных геохимических условий для роста и развития акклиматизированных в условиях Астраханской области белого и пестрого толстолобиков, чьи предки тысячелетиями жили и живут в других геохимических условиях.

Физиологические параметры белого и пестрого толстолобиков в раннем онтогенезе и влияние на них различных доз марганца

Кратковременное (2 – 3 мин.) влияние марганца при обмывании икры по методике Э.И. Мелякиной (1984) изучалось на оплодотворенной икре белого толстолобика. С этой целью икра от одной самки после оплодотворения дели-

лась на опытную и контрольную. Анализ 36-ти серий опытов показал, что дозировка марганца, равная 0,01 мг/л, достоверно не влияет на процент выхода личинок, однако их жизнестойкость повышается в среднем на 12 часов в сравнении с контролем ($P > 0,5$). Применение марганца в количестве 0,05 мг/л увеличило в среднем выход нормально развивающихся эмбрионов на 17 %, из массы – на 19% и жизнестойкость личинок – на 33 часа в сравнении с контролем, где выход личинок составил 52%, их масса в среднем – 2,7 мг, жизнестойкость – 230 часов ($P < 0,05$).

В контрольных икринках на стадии морулы происходит увеличение биосинтеза РНК и ДНК от 1,21 до 1,49 мкг в сравнении с их количеством в неоплодотворенной икре (0,72 мкг). На стадиях сегментации и глазных бокалов содержание нуклеиновых кислот в контроле незначительно уменьшается и стабилизируется (1,20-1,25 мкг). Затем на стадии хвостовой почки и, особенно, перед вылуплением эмбрионов уровень РНК и ДНК скачкообразно повышается до 4,56 мкг.

При применении 0,05 мг/л марганца в опытных сериях икры повышение биосинтеза ДНК и РНК в процессе раннего развития можно заметить лишь в период начала сегментации в сравнении с гастролой и при выклеве – 3,29 мкг. Видимо, ионы марганца, активируют ДНК и РНК – полимеразы и создают условия для синтеза нуклеиновых кислот, способствует тем самым лучшему развитию зародышей в опытных сериях. Повышение количества суммарных ДНК и РНК на 11- 18% в опыте относительно контроля объясняется большим числом клеточных элементов у опытных эмбрионов, т.е. несколько более быстрым развертыванием генетической программы, а не повышением количества нуклеиновых кислот в расчете на одну клетку. Одним из свидетельств этого является более дружный выклев эмбрионов и большая масса опытных личинок в сравнении с контролем ($P < 0,05$).

Установлено, что применения 0,05 мг/л марганца при инкубации икры белого толстолобика увеличивает активность лактатдегидрогеназы в сравнении с контролем на всех исследованных стадиях его развития. При этом марганец повышает усвоение из воды, развивающейся икрой белого толстолобика не только марганца, но и цинка, меди и железа, что согласуется с данными В.И. Воробьева (1982, 1993, 2008) и Э.И. Мелякиной (1984), проводившими эксперименты с микроэлементами на карпе и белом амуре.

Использование различных доз марганца (0,05; 0,1 и 0,5 мг/л) при отмывании икры пестрого толстолобика уже на начальных стадиях эмбриогенеза приводит к увеличению общего количества нуклеиновых кислот в сравнении с контролем ($P < 0,05$). Более высокий уровень синтеза РНК и ДНК наблюдался в опыте с использованием 0,1 мг/л марганца.

В процессе эмбриогенеза пестрого толстолобика нами электрофоретически выявлено 4 изоформы лактатдегидрогеназы. По степени активности в контроле изоферменты располагаются следующим образом: $4 > 5 \geq 3 > 2$. В то же время в опыте, начиная со стадии гастролы, марганец повышает каталитический потенциал изоформ и несколько перестраивает соотношение относительной активности фракций ЛДГ, и они выстраиваются в убывающий ряд так: $4 > 3 > 5 > 2$. У четырехсуточных личинок количество изоформ ЛДГ увеличивается и достигает

девяти. Наблюдаемое явление имеет глубокий генетический и адаптационный смысл, выработанный в процессе эволюции. Кроме того, наличие строго определенного числа изоформ в конкретный период развития рыб, совместно с другими морфофизиологическими признаками, может быть использовано в качестве видового физиологического признака, а, возможно, и популяционного.

Доза 0,05 мг/л марганца оказала наилучшее влияние на развитие личинок пестрого толстолобика при их выдерживании в растворах марганца в кристаллизаторах. На вторые и третьи сутки масса опытных личинок составляла $1,42 \pm 0,03$ мг и $2,51 \pm 0,02$ мг, а в контроле $1,11 \pm 0,03$ и $2,21 \pm 0,02$ мг ($P < 0,05$). Уровень биосинтеза РНК и ДНК и активность изоформ ЛДГ у опытных личинок были выше контрольных показателей.

Вполне возможно допустить, что акклиматизируемые в наших условиях растительноядные рыбы далеко не полностью приспособились к новым биогеохимическим условиям и поэтому в раннем онтогенезе хорошо отзываются на воздействие марганца в условиях его низкого уровня в воде лиманских водоемов.

Изменение физиологических показателей белого и пестрого толстолобиков под влиянием меди

Кратковременное (2 – 3 мин.) воздействие различными дозами серноокислой меди на икру белого толстолобика при ее отмывании по методике Э.И. Мелякиной (1984) с последующей инкубацией в кристаллизаторах без добавления микроэлемента показало что, наиболее эффективными оказались концентрации, равные 0,05 и 0,1 мг/л, а применение 0,5 мг/л меди снижало выход личинок белого толстолобика и их жизнестойкость ($P < 0,05$). Учитывая роль меди в аминокислотном обмене, мы изучили влияние меди (0,05 и 0,1 мг/л) на количество свободных аминокислот развивающейся оплодотворенной икры белого толстолобика на стадии глазных бокалов (табл.6).

Мы не выявили никаких качественных различий в аминокислотном спектре между опытными сериями и контролем, в то время как количественные различия были найдены. Применение 0,1 мг/л меди увеличило в сравнении с контролем количество серосодержащих (цистин, метионин) и циклических (триптофан, тирозин, пролин) аминокислот. Различия по другим аминокислотам были недостоверными ($P > 0,5$). Суммарное содержание свободных аминокислот в опытных и контрольных сериях осталось практически равным ($P > 0,5$).

Повышение количества ряда незаменимых аминокислот (триптофана, метионина и лейцинов) в опытных сериях, скорее всего, связано с изменением гидролиза запасных белков, а не с торможением их использования при построении новых белков на рибосомах, т.к. по морфологическим показателям опытные эмбрионы выглядели не хуже контрольных, что нельзя было бы ожидать при торможении медью процесса белкового биосинтеза. Определенное уменьшение некоторых свободных основных аминокислот можно связать с усилением их использования на образование рибосом, что хорошо согласуется с общим усилением активности, обработанных медью эмбрионов белого толстолобика, наблюдаемым нами визуально во всех сериях опытов с медью.

Мы не выявили никаких качественных различий в аминокислотном спектре между опытными сериями и контролем, в то время как количественные различия были найдены. Применение 0,1 мг/л меди увеличило в сравнении с контролем количество серосодержащих (цистин, метионин) и циклических (триптофан, тирозин, пролин) аминокислот.

Различия по другим аминокислотам были недостоверными ($P > 0,5$). Суммарное содержание свободных аминокислот в опытных и контрольных сериях осталось практически равным ($P > 0,5$).

Повышение количества ряда незаменимых аминокислот (триптофана, метионина, лейцинов) в опытных сериях, скорее всего, связано с изменением гидролиза запасных белков, а не с торможением их использования при построении новых белков на рибосомах, т.к. по морфологическим показателям опытные эмбрионы выглядели не хуже контрольных, что нельзя было бы ожидать при торможении медью процесса белкового биосинтеза. Определенное уменьшение некоторых свободных основных аминокислот можно связать с усилением их использования на образование рибосом, что хорошо согласуется с общим усилением активности, обработанных медью эмбрионов белого толстолобика, наблюдаемым нами визуально во всех сериях опытов с медью.

Мы считаем, что кратковременная (2 – 3 минуты) применение 0,05 до 0,1 мг/л меди является хорошим стимулирующим средством, повышающим эффективность итогов инкубации икры белого толстолобика и качеством получаемых личинок фитофага.

Применение меди в тех же дозах, что и при отмывании икры при выдерживании личинок белого толстолобика до перехода на внешнее питание в кристаллизаторах показало, что в первые 24 часа опытов достоверных отличий по их длине и массе в опыте и контроле нет (длина в опыте – 5,0-5,1 мм, масса – 0,9 мг, в контроле – 5,0 мм и 0,91 мг).

На третьи сутки жизни личинок стимулирующее влияние меди в дозе 0,05 мг/л относительно контроля более заметно (длина – $7,0 \pm 0,24$ мм и масса – $2,4 \pm 0,11$ мг, а в контроле – $6,2 \pm 0,05$ мм и $2,2 \pm 0,06$ мг). Повышение уровня меди в дозе до 0,5 мг/л несколько снижает длину и массу опытных личинок относительно других применяемых дозировок и контрольных результатов. Увеличение количества меди в дозе опытных серий повышает усвоение личинками белого толстолобика марганца и цинка. Лучшей оказалась доза меди равная 0,05 мг/л, которая обеспечивает и получение более крупных личинок ($P < 0,05$).

Таблица 6

Влияние меди на аминокислотный спектр белого толстолобика
в эмбриогенезе (мг %)

Название аминокислот	Контроль (n=12)	Опыт	
		0,05 мг/л (n=12)	0,1 мг/л (n=12)
Цистин	$2,58 \pm 0,03$	$19,34 \pm 0,72$	$17,33 \pm 1,33$
Лизин	$7,39 \pm 0,16$	$5,14 \pm 0,69$	$3,68 \pm 0,05$
Гистидин	$14,03 \pm 1,28$	$5,28 \pm 0,24$	$6,84 \pm 0,97$
Аргинин	$8,21 \pm 1,42$	$8,99 \pm 2,44$	$9,84 \pm 0,54$
Аспарагиновая кислота	$21,06 \pm 1,57$	$9,05 \pm 0,26$	$10,09 \pm 0,64$
Серин	$11,09 \pm 0,18$	$12,06 \pm 1,64$	$6,62 \pm 0,46$
Глицин	$3,63 \pm 0,21$	$3,09 \pm 0,09$	$4,78 \pm 0,03$
Глутаминовая	$8,52 \pm 0,68$	$9,12 \pm 0,12$	$3,15 \pm 0,3$

кислота			
Треонин	6,09±0,84	10,05±0,61	7,12±0,04
α-аланин	11,05±0,95	6,45±0,06	9,35±0,09
Пролин	2,12±0,03	2,06±0,02	1,03±0,03
Тирозин	3,41±0,04	10,5±0,95	10,9±1,01
Метионин	2,25±0,05	6,42±0,77	12,21±0,79
Триптофан	4,09±0,08	7,46±0,54	20,82±1,76
Валин	8,09±0,09	10,53±1,84	7,85±0,04
Фенилаланин	24,68±3,14	27,54±2,36	23,69±1,93
Лейцин + Изолейцин	32,28±2,40	36,76±1,23	29,69±2,06
Суммарное содержание свободных аминокислот	174,08±18,3	184,12±16	189,4±17

Применение различных количеств меди в целом стимулирует биосинтез РНК и ДНК, но максимальное и достоверное различие с контролем получены при применении дозы меди равной 0,05 мг/л. При этом на третьи сутки уровень нуклеиновых кислот составил 3,072 мкг, а в контроле – 1,561 мкг. Дозировка меди равная 0,1 мкг/л привела к повышению биосинтеза нуклеиновых показателей до 2,51 мкг, а доза 0,5 мг/л снижала эти физиологические параметры до 1,42 мкг.

Кратковременное применение в течение 2 – 3 мин при отмывании икры пестрого толстолобика 0,05–0,5 мг/л меди позволило выявить стимулирующее влияние меди на процессы эмбриогенеза (диаметр развивающихся икринок, % развития оплодотворенной икры, выход личинок, их масса и длина). Опытная икра на стадии гастролы содержала на 20% больше меди, на 18% – цинка и на 11% марганца, чем контрольная. Следовательно, кратковременное (2 – 3 минуты) применение меди в дозе 0,05–0,1 мг/л при отмывании оплодотворенных яиц белого и пестрого толстолобиков в рыбоводных хозяйствах, где уровень меди в воде (поступающей в инкубационные аппараты) аналогичен определенным нами в лиманских водоемах дельты р. Волги (0,0002–0,001 мг/л) или еще ниже, является перспективным мероприятием, повышающим эффективность процессов эмбрионального развития, а выдерживание личинок различных видов толстолобиков в растворах 0,05 мг/л меди улучшает их физиологическое состояние.

Влияние железа на физиологические показатели белого толстолобика в раннем онтогенезе

Железо в воде лиманского ильменя Берюн-Цаган дельты р.Волги находилось на нижней границе «нормы» для пресноводных водоемов России (Еременко, 1979, 1987; Сокольский, 1995; Воробьев, 2008, 2009).

Поэтому мы, учитывая лишь важную физиологическую роль железа в организме, не принимая во внимание его содержание в воде и других компонентах изучаемой экосистемы, исследовали влияние этого металла на развивающуюся оплодотворенную икру и разновозрастных личинок белого толстолобика в 18 сериях опытов с целью выяснения кратковременного воздействия различных доз железа на физиологические показатели фитофага.

Оплодотворенную икру белого толстолобика отмывали водой в течение 2 – 3 минут с добавлением сернокислого железа в концентрациях: 0,1; 0,5; 1,0 и 5,0

мг/л в пересчете на чистый металл. Затем икру помещали в кристаллизаторы, воду в которых азиривали и инкубировали.

Анализ результатов показал, что доза железа, равная 0,1 мг/л, в сравнении с контролем, в среднем увеличила выход личинок фитофага на 7% и на 11% - их жизнестойкость, а концентрация 0,5 мг/л железа – соответственно: 11% и 22%. Увеличение количества железа до 1 мг/л привело к снижению выхода личинок, в сравнении с контролем, на 7% и не повлияло на жизнестойкость личинок. Доза, равная 5,0 мг/л железа, способствовала уменьшению выхода личинок на 9% и жизнестойкости на 14% относительно контроля. После 6 часов инкубации при влиянии 0,5 мг/л железа в опытных партиях развивающейся оплодотворенной икры в среднем содержалось железа $43,2 \pm 3,6$ мг/кг, а в контроле – $22,2 \pm 3,48$ мг/кг.

Доза 1,0 мг/л железа способствовала очень большой ассимиляции этого элемента – до 506 ± 44 мг/кг в опыте, при $32,7 \pm 9,2$ мг/кг в контроле.

Дозировка, равная 5,0 мг/л железа, достоверно увеличила в опытной икре количество меди, цинка, алюминия и понизила в развивающихся яйцах белого толстолобика содержание такого важного микроэлемента, как марганец (в опытных партиях он обнаружен в следовых количествах, а в контроле – $15,7 \pm 1,5$ мг/кг), что является, на наш взгляд, нежелательным явлением.

Под влиянием испытанных нами дозировок сернокислого железа различия жизнестойкости личинок опытных групп с контрольными были недостоверны ($P > 0,5$). Исключение составила трехсуточная личинка при действии на нее 0,05; 0,1 и 0,5 мг/л железа. При дозе 0,05 мг/л железа продолжительность жизни личинок белого толстолобика увеличилась в среднем на 8 часов, а при воздействии 0,1 и 0,5 мг/л – соответственно: 23 и 15 часов в сравнении с контролем ($P < 0,05$), что говорит не только о положительном влиянии указанных доз на трехсуточную личинку, но и о возрастных особенностях личинок к воздействию железа, на что ранее указывали В.И. Воробьев (1982, 1993) и Э.И. Мелякина (1984) для карпа (сазана) и белого амура. Нам представляется, что применение железа в биогеохимических условиях западно-подступных ильменей Астраханской области менее перспективно, чем воздействие на процессы эмбриогенеза растительноядных рыб марганца и меди.

ВЫВОДЫ:

1. В крови белого и пестрого толстолобиков количество форменных элементов, гемоглобина и сывороточного белка имеют тенденцию увеличения с возрастом. В то же время число базофилов и эозинофилов по мере роста рыб уменьшается. В крови сеголеток белого толстолобика моноцитов больше ($P < 0,05$), чем у производителей. Высокий темп роста пестрого толстолобика, относительно белого, сопровождается более значительным уровнем в крови гемоглобина и эритроцитов.
2. Содержание свободных аминокислот в мышцах, гонадах, печени и крови у пестрого толстолобика достоверно ($P < 0,05$) выше, чем у белого. У самок количество свободных аминокислот в мышцах больше ($P < 0,05$), чем у сам-

цов. Гонады самок богаче спермы свободным цистином, глютаминовой кислотой, лизином, гистидином, лейцином и изолейцином.

3. Количество РНК и ДНК в эмбриогенезе белого и пестрого толстолобиков увеличивается от первых стадий развития до выклева личинок. Уровень нуклеиновых кислот и свободных аминокислот возрастает при кратковременном (2 – 3 мин) влиянии марганца (0,1 мг/л) и меди (0,05 мг/л) во время отмывания икры толстолобиков на фоне повышения итогов инкубации, получения большого количества физиологически качественных личинок с большей длиной и массой, содержащих больше не только марганца и меди, но и цинка, относительно контрольных организмов ($P < 0,05$).
4. В эмбриогенезе пестрого толстолобика изоформы ЛДГ по степени активности располагаются так: $4 > 5 \geq 3 > 2$. Марганец в дозе 0,1 мг/л перестраивает соотношение изоформ ЛДГ: $4 > 3 > 5 > 2$ и увеличивает их каталитический потенциал относительно аналогов контроля. У четырехсуточных личинок количество изоформ лактатдегидрогеназы достигает девяти и их активность у опытных гидробионтов выше, чем в контроле. При этом в опытных сериях процент выхода физиологически жизнестойких личинок, их длина, масса и содержание микроэлементов в организме достоверно превышали результаты контрольных показателей ($P < 0,05$).
5. Органы и ткани белого и пестрого толстолобиков, в силу функциональных и видовых особенностей, по-разному утилизируют микроэлементы, что зависит от биогеохимической обстановки водоема, сезона года, спектра питания, возраста рыб и их физиологического состояния.
6. Эффект от применения биотических количеств железа (0,5 мг/л) в процессе инкубации оплодотворенной икры и развития личинок белого толстолобика был меньшим, чем от влияния марганца и меди, что объясняется низким уровнем последних в основных компонентах экосистем водоемов западно-подступных ильменей в весенне-летний период, и подтверждает правильность примененного нами физиолого-биогеохимического подхода при выборе необходимых микроэлементов для применения в аквакультуре.

Предложения производству

Для стимуляции процессов развития оплодотворенной икры и повышения итогов ее инкубации в биогеохимических условиях западно-подступных ильменей Астраханской области и сходных в геохимическом плане водоемах субрегионов с выраженным низким уровнем марганца и меди в весенне-летний период, рекомендуется кратковременное (в течение 2-3 минут), при обмывании икры белого и пестрого толстолобиков, применение марганца в дозе 0,05 – 0,1 мг/л и меди 0,05 мг/л, с целью получения большего числа физиологически качественных и жизнестойких личинок большей длины и массы.

Список работ, опубликованных по теме диссертации

1. Сошников Н.М. Биогеохимическая ситуация ильменя Берюн-Цаган западно-подступной части дельты р. Волги / Н.М. Сошников // Естественные науки.

- Журнал фундаментальных и прикладных исследований. – 2007. – №2 (19). С. 34 – 38.
2. Сошников Н.М. Физиолого-биохимические особенности обмена микроэлементов у разных видов рыб дельты р. Волги. / Н.М. Сошников, Е.Н. Щербакова // АГУ; Материалы IV научной конференции «Человек и животные». – 15 – 16 апреля, Астрахань, 2008. – С. 35 – 36.
 3. Сошников Н.М. Видовые особенности утилизации металлов разными видами рыб субрегиона Западно-подстепных ильменей Астраханской области / Н.М. Сошников // Материалы II Всероссийской научной конференции 26–27, «Экологические проблемы природных и урбанизированных территорий». – Астрахань, 2008. – С. 83.
 4. Сошников Н.М. Влияние марганца на эмбриогенез рыб / Н.М. Сошников, В.И. Воробьев // Всероссийская конференция студентов и молодых ученых с элементами научной школы «Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса»; Материалы докладов. – Астрахань, 2009. – С. 304 – 305.
 5. Сошников Н.М. Исследование липидного обмена у растительноядных рыб в раннем онтогенезе / Н.М. Сошников, А.Б. Шатина, Д.Г. Гундоров, Г.Р. Велес-Пивоварова, Т.Е. Баймухамбетов, Р.Р. Екшембеев, О.Ю. Прокофьева // Всероссийская конференция студентов и молодых ученых с элементами научной школы «Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса»; Материалы докладов, Астрахань. – 2009. – С. 304 – 305.
 6. Сошников Н.М. Влияние железа на физиологическое развитие оплодотворенной икры белого амура. / Н.М. Сошников // Всероссийская конференция студентов и молодых ученых с элементами научной школы «Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса»; Материалы докладов. – Астрахань, 2009. – С. 304 – 305.
 7. Сошников Н.М. Влияние различных дозировок марганца на нуклеиновый обмен развивающейся икры растительноядных рыб / Н.М. Сошников, М.Н. Кучина, В.И. Воробьев // Всероссийская конференция студентов и молодых ученых с элементами научной школы «Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса»; Материалы докладов. – Астрахань, 2009. – С. 304 – 305.
 8. Сошников Н.М. Исследование липидного обмена у растительноядных рыб в раннем онтогенезе / Н.М. Сошников, А.Б. Шатина, Д.Г. Гундоров, Г.Р. Велес-Пивоварова, Т.Е. Баймухамбетов, Р.Р. Екшембеев, О.Ю. Прокофьева // Всероссийская конференция студентов и молодых ученых с элементами научной школы «Актуальные проблемы инновационного развития агропромышленного комплекса»; Материалы докладов. – Астрахань, 2009. – С. 305 – 306.
 9. Сошников Н.М. Особенности миграции микроэлементов в биогеохимических пищевых цепях экосистем западно-подстепных ильменей Астраханской области / Н.М. Сошников // 6-ая Международная биогеохимическая школа «Биогеохимия в народном хозяйстве: Фундаментальные основы ноосферных технологий»; Материалы докладов. – Астрахань, 2008. – С. 98.

Уч.-изд. л. 1,5. Усл. печ. л. 1,4.
Заказ № 2229. Тираж 100 экз.

Оттиражировано в Издательском доме «Астраханский университет»
414056, г. Астрахань, ул. Татищева, 20
Тел. (8512) 48-53-47 (отдел маркетинга), 48-53-45 (магазин);
тел. 48-53-44, тел./факс (8512) 48-53-46
E-mail: asupress@yandex.ru