

О. А. Левина, Г. Ф. Металлов, С. В. Пономарев

**ОЦЕНКА БИОГЕННОЙ НАГРУЗКИ
И ЭФФЕКТИВНОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ РУССКОГО ОСЕТРА
ПРИ СОЛОНОВАТОВОДНОМ РЕЖИМЕ
В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОБЕСПЕЧЕНИЯ**

Объектом исследования при изучении влияния различной степени солености водной среды на работу установки замкнутого водообеспечения и интенсивность роста рыб являлась молодь русского осетра (*Acipenser gueldenstadtii* Brandt et Ratzeburg, 1833). Солёную среду (3; 5 и 7 ‰) создавали с использованием раствора хлорида натрия, осмотическая сила которого соответствовала солености воды в Северном Каспии – от 0 до 7 ‰. Температурный и кислородный режим изменялся в пределах 20,0–22,0 °С и 85,0–100,0 % насыщения. Максимальная скорость роста рыб отмечалась при солености 5 и 7 ‰ – увеличение составляло 8,0–21,0 %. Интенсивный темп роста подтверждает, что выращивание в солонатоводных условиях способствует более эффективному использованию компонентов пищи в желудочно-кишечном тракте рыб. Показатели крови соответствовали параметрам, характерным для рыб в естественной среде обитания: гемоглобин – 30,0–45,0 г/л, уровень холестерина и общего белка – не выше 3,5 ммоль и 26,0 г/л. Уровень липидов был высоким – 4,8–6,5 г/л, что характерно для рыб, питающихся полнорационными сухими кормами. Осмоляльность сыворотки крови рыб, составлявшая от 219,0 ± 2,41 до 239,0 ± 0,94 ммоль/кг H₂O, соответствовала показателям осетровых разных возрастных групп в опреснённой зоне Северного Каспия. Однако повышение температуры воды и увеличение солености до 7 ‰ отражались на работе биологического фильтра, вызывая повышение уровня аммонийного азота в воде, что снижало выживаемость на 10,0 %. Показатели гидрохимического состояния замкнутой экосистемы находились в пределах нормативных значений при солености водной среды не более 5 ‰, которую и следует признать оптимальной для создания солонатоводного режима в установках замкнутого водообеспечения при выращивании осетровых рыб.

Ключевые слова: установка замкнутого водообеспечения, осетроводство, соленость, русский осетр, гидрохимические показатели, рыбоводные показатели.

Введение

Возросшая антропогенная нагрузка на морские экосистемы, в том числе южных морей Российской Федерации (перелов, морская нефтегазодобыча, отъём пресной воды на орошение и др.) способствовала деградации среды обитания и снижению количества промысловых запасов осетровых в этих водоёмах. Истощение ценных биоресурсов стимулировало развитие новой отрасли рыбного хозяйства – аквакультуры, в частности товарного осетроводства.

К настоящему времени разработана биотехника выращивания различных видов и гибридных форм осетровых рыб в условиях прудовых, садковых и бассейновых хозяйств с целью получения товарной продукции. Особым направлением в технологии воспроизводства рыб является использование установок замкнутого водообеспечения (УЗВ), которые позволяют создавать оптимальные гидролого-гидрохимические параметры для конкретного вида рыб вне зависимости от условий внешней среды. Это способствует увеличению объемов производства рыбы и получению качественной рыбоводной продукции, снижению затрат на корма [1, 2].

Индустриальное выращивание осетровых рыб проводят, как правило, в пресноводных условиях, соблюдая оптимальный температурный и кислородный режимы. Многочисленные исследования и производственный опыт показывают, что выращивание рыб, в том числе и осетровых, в ограниченных объёмах пресной воды может изменять их функциональное состояние.

Между тем осетровые – эвригалинные виды, особое значение для нормального роста и развития которых имеет соленость водной среды, что подтверждается многолетними исследованиями по распределению, развитию и интенсивности роста осетровых рыб в море [3–13].

Изучение воздействия солевой среды на физиологическое состояние и рыбоводные параметры позволит создать технологию выращивания осетровых рыб и их гибридов в условиях солонатоводного режима в УЗВ.

Целью нашего исследования стало изучение влияния различной степени солености водной среды на эффективность выращивания молоди русского осетра (*Acipenser gueldenstadtii* Brandt et Ratzeburg, 1833).

Материалы и методы исследования

Исследования влияния различной степени солености водной среды (3; 5 и 7 ‰) на эффективность выращивания молоди русского осетра в УЗВ проводили при постоянном контроле температурного и кислородного режимов с применением термооксиметра CyberScan DO 300; динамику водородного показателя контролировали рН-метром HANNA; измерение концентрации биогенных элементов в воде фиксировали с помощью тестов фирмы Tetra.

Солёную среду создавали с использованием раствора хлорида натрия, осмотическая сила которого соответствовала солености воды в Северном Каспии – от 0 до 7 ‰. Концентрацию соли контролировали рефрактометром Kelilong RHS-10ATC.

Рост и выживаемость выращиваемой рыбы оценивали согласно общепринятым в рыбоводстве методам [14].

Физиологическое состояние оценивали по гематологическим (скорость оседания эритроцитов, гемоглобин) и биохимическим (общий белок, общие липиды, холестерин) показателям [15–20].

Состояние водно-солевого обмена рыб оценивали по уровню осмоляльности сыворотки крови, который определяли криоскопическим методом с помощью осмометра ОМКА 1Ц-01 [21]. В качестве стандарта применяли раствор NaCl с концентрацией 400,0 ммоль/кг H₂O. Результаты определения выражали в ммоль/кг H₂O.

Результаты исследования представлены в виде среднего значения показателя и его стандартной ошибки ($M \pm m$). Оценку достоверности проводили с использованием *t*-критерия Стьюдента [22].

Результаты исследования

В условиях эксперимента *осмоляльность водной среды* составила 65,0 ммоль/кг H₂O (3 ‰), 134,0 ммоль/кг H₂O (5 ‰), 193,0 ммоль/кг H₂O (7 ‰), для пресной воды – 20,0 ммоль/кг H₂O. Осмоляльность воды в Северном Каспии варьирует от 92,0 до 230,0 ммоль/кг H₂O.

Во всех вариантах эксперимента *температурный и кислородный режим* изменялся в пределах 20,0–22,0 °С и 85,0–100,0 % насыщения. Исследование воды в рыбоводных емкостях не выявило отклонений от нормы исследуемых гидрохимических показателей (табл. 1). Тем не менее отмечено, что с увеличением солености водной среды увеличивается рН.

Таблица 1

Гидрохимические показатели при разной степени солености водной среды

Показатель	Степень солености, ‰			
	0	3	5	7
Водородный показатель (рН), ед.	7,35 ± 0,11	7,42 ± 0,13	7,51 ± 0,08	8,27 ± 0,09***
Взвешенные вещества, мг/дм ³	2,71 ± 0,42	2,54 ± 0,14	1,90 ± 0,23	2,27 ± 0,25
Химическое потребление кислорода, мгО ₂ /дм ³	29,50 ± 0,74	27,94 ± 0,21*	30,71 ± 0,36	28,59 ± 0,37
Окисляемость перманганатная, мгО ₂ /дм ³	5,64 ± 0,18	5,02 ± 0,24*	4,91 ± 0,14**	5,59 ± 0,19
Железо общее, мг/л	0,120 ± 0,01	0,115 ± 0,1	0,122 ± 0,01	0,114 ± 0,01
Фосфаты, мг/л	0,119 ± 0,12	0,120 ± 0,12	0,118 ± 0,12	0,129 ± 0,13

* $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Изъятие из воды токсичных продуктов метаболизма протекает в аппаратах биологической очистки за счет биоценоза активного ила. *Водородный показатель* влияет на скорость роста микроорганизмов, участвующих в процессе биологической фильтрации, тем самым оказывая воздействие на эффективность работы биофильтра.

Водородный показатель морской воды не является благоприятным для жизнедеятельности нитрифицирующих бактерий биофильтра, и при его значении выше 9,5 ед. клетки активного ила гибнут [23, 24]. Оптимальный диапазон рН для нормального развития нитрифицирующих бактерий – 6,5–7,5 ед. При ощелачивании (более 10,0 ед.) или закислении (менее 6,0 ед.) водной среды скорость реакции нитрификации значительно снижается.

Процесс биологической очистки дополнительно оценивали по количеству азотных соединений. В зависимости от рН и температуры воды при оптимальном кислородном режиме наблюдалось увеличение содержания аммонийного азота (рис. 1).

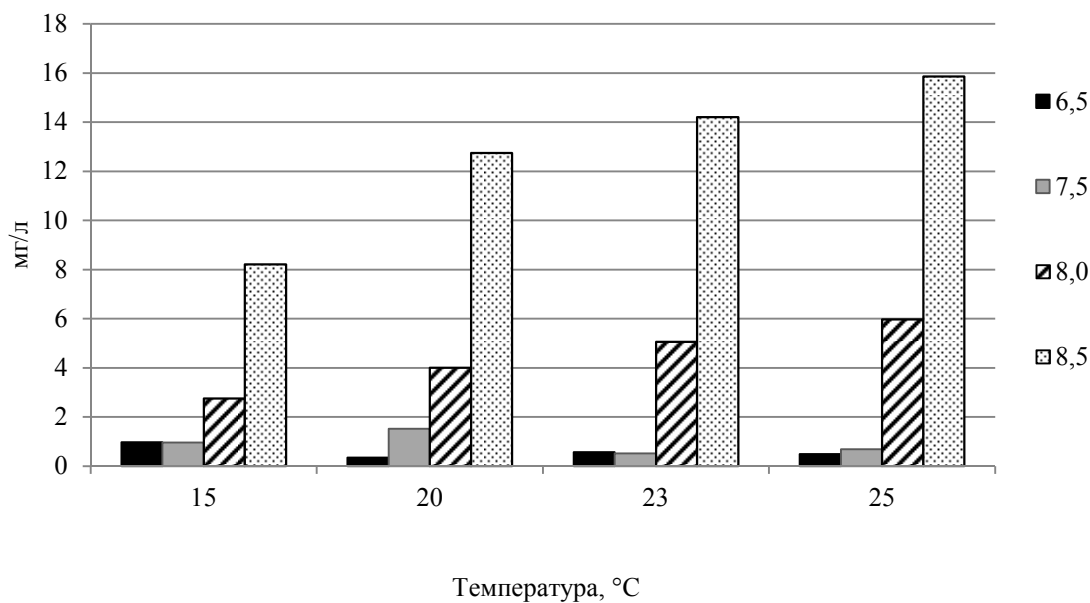


Рис. 1. Количество аммонийного азота в зависимости от рН и температуры воды, мг/л

В условиях эксперимента прослеживались изменения гидрохимического состояния в рыбободных емкостях при различной солености водной среды (рис. 2, 3). Слабощелочная среда при солености 7 ‰ способствовала снижению скорости изъятия аммонийного азота и отрицательно повлияла на эффективность очистки воды. Снижение интенсивности процесса аммонификации повлияло на результат нитрификации.

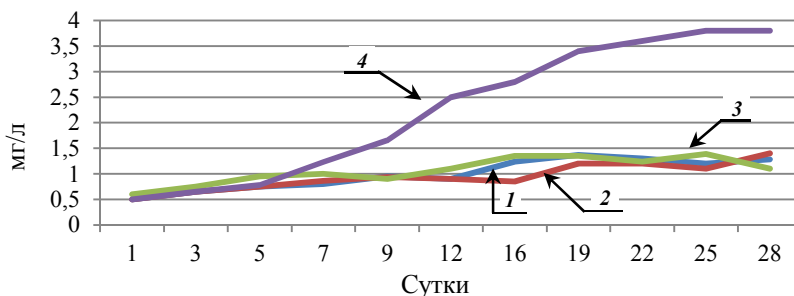
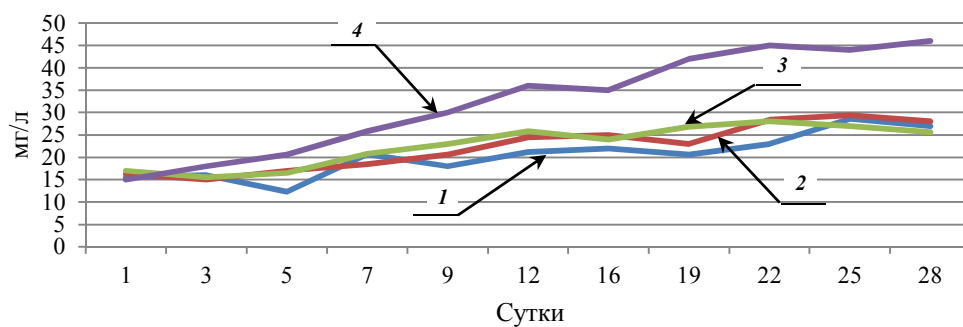
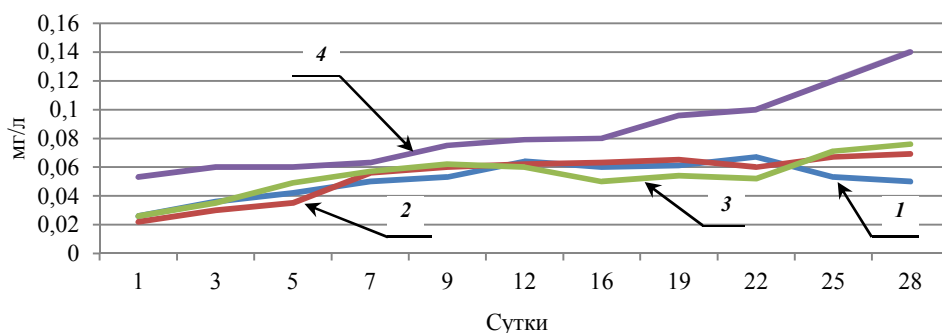


Рис. 2. Динамика аммонийного азота при разной степени солености водной среды, мг/л: 1 – 0 ‰; 2 – 3 ‰; 3 – 5 ‰; 4 – 7 ‰

Количество нитратов и нитритов не превышало предельно допустимых значений. Тем не менее отмечалась явная тенденция к снижению эффективности работы биофильтра с увеличением солености водной среды.



а



б

Рис. 3. Эффективность процесса нитрификации в экспериментальных бассейнах: а – нитраты; б – нитриты; 1 – 0 ‰; 2 – 3 ‰; 3 – 5 ‰; 4 – 7 ‰

Таким образом, данные гидрохимического анализа замкнутой экосистемы находились в пределах нормативных значений при солености водной среды не более 5 ‰. Полученные результаты позволили оценить эффективность выращивания молоди русского осетра при моделировании солоноватоводных условий (рис. 4).

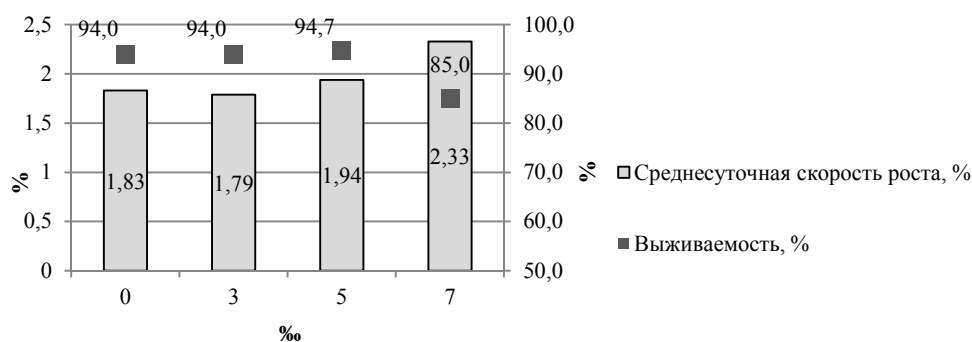


Рис. 4. Прирост живой массы молоди русского осетра в солоноватоводных условиях УЗВ

Минимальная скорость роста наблюдалась при выращивании русского осетра в воде соленостью 0 и 3 ‰. При солености 5 и 7 ‰ данный показатель увеличился на 8,0–21,0 %. Од-

нако такие показатели солености на протяжении длительного периода способствовали негативному изменению гидрохимических условий, увеличению токсичности аммонийного азота, что снизило выживаемость рыб на 10,0 %.

Физиологическое состояние культивируемых рыб оценивали на основе анализа метаболической функции крови. Изменение обменных процессов у рыб при выращивании в солоноватоводных условиях можно рассматривать как положительную тенденцию в стабилизации их функционального состояния. *Показатели крови* молоди русского осетра, выращиваемой при солености 5–7 ‰, приближались к параметрам, характерным для рыб в естественной среде обитания.

Для дыхательных процессов рыб, выращиваемых в соленой воде, условия являются более благоприятными, т. к. количество углекислоты в ней невелико. Количество CO₂ зависит от рН, а повышение кислотности воды способствует снижению интенсивности газообмена и учащению дыхательного ритма. Более высокий уровень гемоглобина наблюдается у рыб в солоноватоводных условиях (30,0–45,0 г/л), что подтверждается литературными данными [25, 26].

При проведении *биохимического анализа крови* во всех вариантах эксперимента отмечается высокий уровень липидов (4,8–6,5 г/л), что характерно для рыб, питающихся полнорационными сухими кормами. В условиях Северного Каспия данный показатель варьирует в пределах 3,0–4,0 г/л. При равных условиях содержания единственным фактором, который мог повлиять на динамику общих липидов, была соленость среды. Уровень холестерина и общего белка находился в пределах, характерных для осетровых рыб в Каспийском море, и не превышал 3,5 ммоль/л и 26,0 г/л.

Водно-солевой обмен оценивали по концентрации осмотически активных веществ сыворотки крови, которая связана с соленостью среды (табл. 2).

Таблица 2

**Изменение осмоляльности сыворотки крови русского осетра
в зависимости от степени солености водной среды**

Период	Степень солености, ‰			
	0	3	5	7
	Осмоляльность, ммоль/кг H ₂ O			
Начало эксперимента	221,0 ± 1,65	219,0 ± 2,41	226,0 ± 0,95	224,0 ± 2,91
Конец эксперимента	239,0 ± 0,94	227,0 ± 1,57	228,0 ± 1,83	234,0 ± 1,28

Осмоляльность сыворотки крови рыб в условиях эксперимента соответствовала показателям разновозрастных групп осетровых в опреснённой зоне Северного Каспия – 230,0–270,0 ммоль/кг H₂O. Некоторое повышение осмотического давления внутренней среды организма – естественное состояние водно-солевого обмена у каспийских осетровых рыб, т. к. поддерживать гипертоничность в слабосоленой среде значительно легче, чем в пресной по причине излишней гидратации организма.

Заключение

По результатам исследования можно сделать следующие выводы:

- выращивание осетровых в солоноватоводных условиях способствует более эффективному использованию компонентов пищи в желудочно-кишечном тракте рыб, что подтверждается интенсивным темпом их роста;
- полученные нами данные в совокупности с результатами исследований, характеризующих механизм осморегуляции осетровых рыб, свидетельствуют о том, что в слабосоленой воде (3–7 ‰) осетровым рыбам значительно легче поддерживать внутренний солевой баланс, поскольку в пресной воде организм рыб затрачивает часть энергии на защиту от излишней гидратации;
- оптимальной при выращивании осетровых рыб в условиях солоноватоводного режима в УЗВ является соленость 5 ‰.

Повышение эффективности товарного осетроводства и получение физиологически полноценной молоди, выращиваемой с использованием современных технологий, остается одной из актуальных проблем. Ввиду биологических особенностей осетровых важным технологическим приемом является создание солоноватоводного режима выращивания. Однако необходимо учи-

тывать, что солёность воды оказывает воздействие на все абиотические факторы среды, в том числе увеличивается рН и снижается скорость реакции нитрификации.

При интенсивном рыбоводстве важно соблюдать биологическое равновесие и предотвращать появление в воде аммонийного ($\text{NH}_4/\text{NH}_4^+$) и нитритного (NO_2) азота. Нарушение процессов аммонификации и нитрификации негативно отражается на эффективности работы биологического фильтра в системе замкнутого водообеспечения, что приводит к появлению в воде опасных токсических концентраций аммонийного и нитритного азота, оказывающих пагубное воздействие на организм рыб.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хрусталеv Е. И. Полициклические технологии выращивания молоди ценных видов рыб // Рыбное хозяйство. 2009. № 2. С. 64–66.
2. Сулов А. Э., Маковская А. И. Энергосберегающие технологии водоподготовки для систем замкнутого водообеспечения предприятий аквакультуры // Транспорт и сервис. 2013. № 1. С. 123–133.
3. Беляева В. Н. Размещение в естественных водоёмах молоди осетровых, выращенной на рыбных заводах дельты Волги // Тр. Центр. НИИ осётр. хоз-ва: Осетровые СССР и их воспроизводство. 1967. Т. 1. С. 140–147.
4. Лезега М. И. Отношение каспийских осетровых к солёности // Разработка биологических основ и биотехника развития осетрового хозяйства в водоёмах СССР. Астрахань, 1968. С. 32–33.
5. Кокоза А. А., Левин А. В., Пыжов Н. В. Выживаемость молоди осетровых, выращиваемых на рыбных заводах дельты Волги // Рыбное хозяйство. 1984. № 8. С. 43–45.
6. Шелухин Г. К., Металлов Г. Ф., Гераскин П. П. Влияние температурно-солевого режима каспийской воды на молодь русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* // Вопросы ихтиологии. 1990. Т. 30, вып. 2. С. 296–304.
7. Сливка А. П., Зыкова Г. Ф., Красиков Е. В., Фёдоров В. А., Шведов В. В., Чуканов В. А. Качественная структура, динамика численности, распределение, состояние запасов осетровых в Каспийском море // Рыбохозяйственные исследования на Каспии. Результаты НИР за 1999 год. Астрахань, 2000. С. 154–160.
8. Никольский Г. В. Экология рыб. М.: Высш. шк., 1974. 368 с.
9. Краюшкина Л. С. Особенности осмотической и ионной регуляции у морских проходных осетров – коротконосого *Acipenser brevirostrum* и острорылового *A. oxyrinchus* (*Acipenseridae*) // Вопросы ихтиологии. 1998. Т. 38, № 5. С. 684–692.
10. Наточин Ю. В. Ионорегулирующая функция почки. Л.: Наука, 1976. 267 с.
11. Наточин Ю. В., Лукьяненко В. И., Лаврова Е. А., Металлов Г. Ф. Катионы сыворотки крови осетровых в морской и речной периоды жизни // Вопросы ихтиологии. 1975. Т. 15, вып. 5 (94). С. 890–895.
12. Наточин Ю. В., Лукьяненко В. И., Шахматова Е. И., Лаврова Е. А., Металлов Г. Ф. Двенадцатилетний мониторинг (70–90-е годы) физико-химических параметров сыворотки крови у русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* // Вопросы ихтиологии. 1995. Т. 35, вып. 2. С. 253–257.
13. Металлов Г. Ф., Пономарёв С. В., Аксёнов В. П., Гераскин П. П. Физиолого-биохимические механизмы эколого-адаптационной пластичности осморегулирующей системы осетровых рыб. Астрахань: Изд-во АГТУ, 2010. 191 с.
14. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
15. Van Kampen E. J., Zijlstra W. G. Standardization of hemoglobinometry. II. The hemoglobincyanide method // Clin. Chim. Acta. 1961. Vol. 6. P. 538–545.
16. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor // Ann. Clin. Biochem. 1969. Vol. 6. P. 24–27.
17. Fishbach F., Dunning M. A manual of laboratory diagnostic tests. Lppincott Williams & Wilkins, 2004. 1291 p.
18. Zöllner N., Kirsch K. Z. Über die quantitative Bestimmung von Lipoiden (Mikromethode) mittels der vielen Lipoiden (allen Bekannten Plasma-Lipoiden) gemeinsamen Sulfo-Phospho-Vanilin-Reaktion // Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin. 1962. Vol. 135, no. 6. P. 545–561.
19. Knight J., Anderson S., Rawle J. Chemical basis of the sulfo-phospho-vanillin reaction for estimating total serum lipids // Clin. Chem. 1972. Vol. 18. P. 199–202.
20. Филиппович Ю. Б., Егорова Т. А., Севастьянова Г. А. Практикум по общей биохимии. М.: Просвещение, 1975. 318 с.
21. ГОСТ Р 55578-2013. Продукты пищевые специализированные. Метод определения осмоляльности. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200105942>.
22. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 293 с.
23. Жигин А. В. Замкнутые системы в аквакультуре: моногр. М.: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2011, 2011. 664 с.

24. Демина М. В., Ионова Н. В. Рекомендации по проведению гидробиологического контроля на сооружениях биологической очистки с аэротенками. Пермь: ОГУ «Аналитический центр», 2004. 52 с.

25. Хрусталёв Е. И., Величко М. С., Хайновский К. Б. Особенности выращивания сеголетков стерляди в бассейнах и садках при высоком фоне температуры и активной реакции воды // Рыбное хозяйство. 2008. № 2. С. 80–81.

26. Сементина Е. В., Серпунин Г. Г., Савина Л. В., Величко М. С. Влияние солёности на гематологические показатели молоди стерляди // Тр. VI Междунар. науч. конф., посвящ. 50-летию пребывания КГТУ на Калининград. земле: Инновации в науке и образовании – 2008. Калининград, 2008. Ч. 1. С. 104–106.

Статья поступила в редакцию 3.10.2017

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

Левина Ольга Александровна – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; младший научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории «Осетроводство и перспективные объекты аквакультуры»; levina90@inbox.ru.

Металлов Геннадий Федорович – Россия, 414056, Ростов-на-Дону; Южный научный центр Российской академии наук; г-р биол. наук; ведущий научный сотрудник отдела водных биологических ресурсов бассейнов южных морей; Genmet@mail.ru.

Пономарев Сергей Владимирович – Россия, 414056, Астрахань; Астраханский государственный технический университет; г-р биол. наук, профессор; зав. кафедрой аквакультуры и рыболовства; kafavb@yandex.ru.



O. A. Levina, G. F. Metallov, S. V. Ponomarev

ASSESSMENT OF NUTRIENT LOAD AND EFFICIENCY OF THE RUSSIAN STURGEON FARMING IN BRACKISH WATER REGIME IN A CLOSED WATER SUPPLY SYSTEM

Abstract. Fry of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstadtii* Brandt et Ratzeburg, 1833) was an object of research in the course of studying the influence of different concentration of water salinity onto the operation of a closed water supply unit and on the intensity of fish growth. Salt medium (3; 5; and 7‰) was made using sodium chloride solution, whose osmotic force corresponded to water salinity in the Northern Caspian - from 0 to 7‰. Temperature and oxygen condition changed within 20.0-22.0°C and 85.0-100.0% of saturation. Maximum fish growth was registered in salinity of 5 and 7‰, increase made 8.0-21.0%. The intensive growth rate proved that sturgeon breeding in brackish waters facilitated more efficient digestion of food components in the fish gastrointestinal tract. Blood indices corresponded to parameters specific for fishes in the natural habitat: haemoglobin - 30.0-45.0 g/l; cholesterol and crude protein - up to 3.5 mmol and 26.0 g/l. Level of lipids was high - 4.8-6.5 g/l, which is characteristic to fish fed with complete dry feed. Osmolality of fish blood serum was within 219.0 ± 2.41 - 239.0 ± 0.94 mmol/kg of H₂O and corresponded to the parameters of sturgeons of different age groups in desalinated area in the Northern Caspian. However, increase of water temperature and salinity up to 7‰ affected operation of biological filter and raised the concentration of ammonium nitrogen in water, which lowered viability to 10.0%. Parameters of hydrochemical condition of a closed ecosystem were within normal values under salinity of aqueous medium up to 5‰, which should be taken as optimal for creating brackish regime in the closed water supply units of sturgeon breeding.

Key words: recircular system, sturgeon breeding, salinity, Russian sturgeon, hydrochemical parameters, fish-breeding indicators.

REFERENCES

1. Khrustalev E. I. Politsiklichnye tekhnologii vyrashchivaniia molodi tsennykh vidov ryb [Polycyclic technologies of farming the young high-value fish species]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2009, no. 2, pp. 64-66.
2. Suslov A. E., Makovskaia A. I. Energoberegaiushchie tekhnologii vodopodgotovki dlia sistem zamknutogo vodoobespecheniia predpriatii akvakul'tury [Energy saving technologies of water conditioning for closed water supply systems in aquaculture businesses]. *Transport i servis*, 2013, no. 1, pp. 123-133.
3. Beliaeva V. N. Razmeshchenie v estestvennykh vodoemakh molodi osetrovyykh, vyrashchennoi na rybovodnykh zavodakh del'ty Volgi [Distribution in the natural water bodies sturgeon fry grown in the fish farms of the Volga Delta]. *Trudy Tsentral'nogo NII osetrovogo khoziaistva: Osetrovye SSSR i ikh vosпроизводство*, 1967, vol. 1, pp. 140-147.
4. Legeza M. I. Otnoshenie kaspiskikh osetrovyykh k solenosti [Response of Russian sturgeon to salinity]. *Razrabotka biologicheskikh osnov i biotekhnika razvitiia osetrovogo khoziaistva v vodoemakh SSSR*. Astrakhan, 1968. P. 32-33.
5. Kokoza A. A., Levin A. V., Pyzhov N. V. Vyzhivaemost' molodi osetrovyykh, vyrashchivaemykh na rybovodnykh zavodakh del'ty Volgi [Viability of sturgeon fry grown in the fish farms of the Volga Delta]. *Rybnoe khoziaistvo*, 1984, no. 8, pp. 43-45.
6. Shelukhin G. K., Metallov G. F., Geraskin P. P. Vliianie temperaturno-solevogo rezhima kaspiskoi vody na molod' russkogo osetra *Acipenser gueldenstaedtii* [The impact of temperature-salinity conditions of the Caspian waters on the young of Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*]. *Voprosy ikhtiologii*, 1990, vol. 30, iss. 2, pp. 296-304.
7. Slivka A. P., Zykova G. F., Krasikov E. V., Fedorov V. A., Shvedov V. V., Chukanov V. A. Kachestvennaia struktura, dinamika chislennosti, raspredelenie, sostoianie zapasov osetrovyykh v Kaspiiskom more [Qualitative framework, population changes, distribution, stocks of sturgeons in the Caspian Sea]. *Rybokhoziaistvennye issledovaniia na Kaspii. Rezul'taty NIR za 1999 god*. Astrakhan, CaspNIRKh, 2000. P. 154-160.
8. Nikol'skii G. V. Ekologiya ryb [Ecology of fishes]. Moscow, Vysshiaia shkola Publ., 1974. 368 p.
9. Kraiushkina L. S. Osobennosti osmoticheskoi i ionnoi reguliatsii u morskikh prokhodnykh osetrov – korotkonosogo *Acipenser brevirostrum* i ostrorylogo *A. oxyrhynchus* (Acipenseridae) [Characteristics of osmotic and ionic regulation in anadromous sturgeon species: short-nosed *Acipenser brevirostrum* and sharp-nosed *A. oxyrhynchus* (Acipenseridae)]. *Voprosy ikhtiologii*, 1998, vol. 38, no. 5, pp. 684-692.
10. Natochin Iu. V. *Ionoreguliruiushchaia funktsiia pochki* [Ion-regulating function of kidneys]. Leningrad, Nauka Publ., 1976. 267 p.
11. Natochin Iu. V., Luk'ianenko V. I., Lavrova E. A., Metallov G. F. Kationy syvorotki krovi osetrovyykh v morskoi i rechnoi periody zhizni [Cations of sturgeon blood serum during the sea and river life periods]. *Voprosy ikhtiologii*, 1975, vol. 15, iss. 5(94), pp. 890-895.
12. Natochin Iu. V., Luk'ianenko V. I., Shakhmatova E. I., Lavrova E. A., Metallov G. F. Dvenadtsatiletnii monitoring (70–90-e gody) fiziko-khimicheskikh parametrov syvorotki krovi u russkogo osetra *Acipenser gueldenstaedtii* [12-year monitoring (1970s-1990s) of physical-chemical characteristics of blood serum of Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii*]. *Voprosy ikhtiologii*, 1995, vol. 35, iss. 2, pp. 253-257.
13. Metallov G. F., Ponomarev S. V., Aksenov V. P., Geraskin P. P. *Fiziologo-biokhimicheskie mekhanizmy ekologo-adaptatsionnoi plastichnosti osmoreguliruiushchei sistemy osetrovyykh ryb* [Physiological and biological mechanisms of ecological adaptive flexibility of the sturgeon osmoregulating system]. Astrakhan, Izd-vo AGTU, 2010. 191 p.
14. Pravdin I. F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb* [Manual on fish study]. Moscow, Pishchevaia promyshlennost' Publ., 1966. 376 p.
15. Van Kampen E. J., Zijlstra W. G. Standardization of hemoglobinometry. II. The hemoglobincyanide method. *Clin. Chim. Acta*, 1961, vol. 6, pp. 538-545.
16. Trinder P. Determination of glucose in blood using glucose oxidase with an alternative oxygen acceptor. *Ann. Clin. Biochem.*, 1969, vol. 6, pp. 24-27.
17. Fishbach F., Dunning M. *A manual of laboratory diagnostic tests*. Lppincott Williams & Wilkins, 2004. 1291 p.
18. Zöllner N., Kirsch K. Z. Über die quantitative Bestimmung von Lipoiden (Micromethode) mittels der vielen Lipoiden (allen Bekannten Plasma-Lipoiden) gemeinsamen Sulfo-Phospho-Vanilin-Reaktion. *Zeitschrift für die gesamte experimentelle Medizin*, 1962, vol. 135, no. 6, pp. 545-561.
19. Knight J., Anderson S., Rawle J. Chemical basis of the sulfo-phospho-vanillin reaction for estimating total serum lipids. *Clin. Chem.*, 1972, vol. 18, pp. 199-202.
20. Filippovich Iu. B., Egorova T. A., Sevast'ianova G. A. *Praktikum po obshchei biokhimii* [Training workshop on general biochemistry]. Moscow, Prosveshchenie Publ., 1975. 318 p.
21. *GOST R 55578-2013. Produkty pishchevye spetsializirovannyye. Metod opredeleniia osmolial'nosti* [Special purpose food products]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/1200105942>.
22. Lakin G. F. *Biometriia* [Biometrics]. Moscow, Vysshiaia shkola Publ., 1990. 293 p.

23. Zhigin A. V. *Zamknutyie sistemy v akvakul'ture* [Closed systems in aquaculture]. Moscow, RGAU-MSKhA imeni K. A. Timiriazeva, 2011, 2011. 664 p.

24. Demina M. V., Ionova N. V. Rekomendatsii po provedeniiu gidrobiologicheskogo kontrolya na sooruzheniiakh biologicheskoi ochistki vody s aerotenkami [Recommendations for hydro-biological monitoring biological treatment plants with aerotanks]. Perm, OGU «Analiticheskii tsentr», 2004. 52 p.

25. Khrustalev E. I., Velichko M. S., Khainovskii K. B. Osobennosti vyrashchivaniia segoletkov sterliadi v basseinakh i sadkakh pri vysokom fone temperatury i aktivnoi reaktsii vody [Characteristics of sterlet yearlings breeding in pools and cribs at high temperature and active reaction of water]. *Rybnoe khoziaistvo*, 2008, no. 2, pp. 80-81.

26. Sementina E. V., Serpunin G. G., Savina L. V., Velichko M. S. Vliianie solenosti na gematologicheskie pokazateli molodi sterliadi [The influence of salinity on hematological parameters of sterlet fry]. *Trudy VI Mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii, posviashchennoi 50-letiiu prebyvaniia KGTU na Kaliningradskoi zemle: Innovatsii v nauke i obrazovanii – 2008*. Kaliningrad, 2008. Part 1. P. 104-106.

The article submitted to the editors 3.10.2017

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Levina Olga Aleksandrovna – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Junior Researcher of Laboratory "Sturgeon Breeding and Prospect Objects of Aquaculture"; levina90@inbox.ru.

Metallov Gennadiy Fedorovich – Russia, 414056, Rostov-on-Don; Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; Doctor of Biology, Leading Researcher of the Division of Aquatic Biological Resources of the Southern Seas Basins; Genmet@mail.ru.

Ponomarev Sergey Vladimirovich – Russia, 414056, Astrakhan; Astrakhan State Technical University; Doctor of Biology, Professor; Head of the Department of Aquaculture and Fishery; kafavb@yandex.ru.

