

ОЦЕНКА ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ, ВЫРАЩЕННЫХ В УСТАНОВКАХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ БЕЛАРУСИ

С. В. Роговцов, Н. В. Барулин

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
barulin@list.ru

VIABILITY ASSESSMENT OF THE YOUNG STURGEON GROWN IN THE CLOSED WATER SUPPLY INSTALLATIONS OF BELARUS

S. V. Rahautsou, N. V. Barulin

Belarusian State Agricultural Academy, barulin@list.ru
(Поступила в редакцию 25.05.2012)

Реферат. В работе приводятся данные исследований оценки жизнестойкости молоди осетровых рыб, выращенных в условиях замкнутого водоснабжения. Проведенные исследования установили, что молодь осетровых рыб, выращенная в условиях УЗВ, характеризовалась более высокими значениями жизнестойкостями к экстремальным факторам водной среды, таким как дефицит кислорода, высокая температура воды и длительное отсутствие пищи, по сравнению с молодью, выращенной на естественном температурном и водном режимах. Однако у молоди, выращенной в УЗВ, наблюдались нарушения в поведенческих и адаптивных тестах, что говорит о неполноценности выращенной молоди в отношении нормального функционирования всех компонентов системы регуляции.

Ключевые слова: осетровые, молодь, установка замкнутого водообеспечения, жизнестойкость.

Abstract. The paper contains viability assessment research data of young sturgeon grown in a closed water system. The studies revealed that young sturgeon grown in closed water supply conditions is characterized by higher viability values to extreme factors of the water environment, such as the lack of oxygen, high water temperatures and prolonged lack of food, compared with the young specimen grown at natural temperature and water conditions. However, the young specimen grown in the closed water supply conditions have violations observed in behavioral and adaptive tests, suggesting the inferiority of the grown young species in respect to the normal functioning of all regulation system components.

Keywords: sturgeon, young species, closed water supply systems, viability.

Введение

Для повышения эффективности заводского воспроизводства осетровых, в рыбоводных хозяйствах в существующую биотехнику вносят коренные изменения. Проводятся мероприятия по сокращению количества и рациональному использованию производителей, снижению потерь на всех этапах биотехнического

процесса, повышению жизнестойкости выпускаемого посадочного материала [1, 2]. Проблемой товарного осетроводства является получение жизнеспособной молоди для товарного осетроводства и адаптация ее к искусственным условиям содержания. Однако интенсивное выращивание молоди неизбежно ведет к существенному изменению условий содержания, увеличению стрессовых нагрузок на организм рыб и, как следствие, ухудшению их физиологического состояния. Особенно напряженные условия складываются в УЗВ [3].

Наиболее традиционным способом оценки качества молоди осетровых и лососевых рыб, выращенной на рыбоводных заводах, является ее размерно-весовая характеристика. В индустриальном осетроводстве долгое время шла дискуссия о стандарте заводской молоди. Ряд исследователей [4] считали, что стандартную навеску заводской молоди осетровых рыб можно снизить до 1–2 г, поскольку мальки такого веса уже прошли начальные этапы развития и имеют хорошо развитые наружные приспособления — жучки. Другие [5] предлагали выращивать молодь до более высоких навесок (3 г и выше), так как крупная молодь менее доступна для хищников, и возрастает вероятность ее выживания в естественном водоеме. Кроме того, основная гибель в естественных условиях приходится не на эмбриональный период, а на ранние стадии развития личинок и молоди. Отсюда следует, что для увеличения вероятности выживания до промыслового возраста необходимо выпускать в естественные водоемы не личинок, а подросшую жизнестойкую молодь.

Между тем вес молоди не может адекватно характеризовать качество выращенной молоди, ее биологическую полноценность, в основе которой лежит физиолого-биохимическая сформированность организма, определяющая возможности его адаптации к абиотическим и биотическим факторам водной среды, их резким изменениям, которые неизбежно возникают при смене среды обитания молоди, выращенной на заводах [6]. Следовательно, под качеством заводской молоди осетровых следует понимать степень ее жизнестойкости, т. е. устойчивости к разнообразным факторам внешней среды. Значит, основным критерием оценки заводской молоди должен быть оптимальный уровень ее жизнестойкости. Жизнестойкость — фундаментальное свойство биологической системы на любом этапе онтогенеза. Особая значимость этого свой-

ства определяется еще и тем, что жизнестойкость или устойчивость биологической системы относится ко всей системе в целом, хотя определить нарушения этой устойчивости можно по одной из многих функциональных систем.

Для экспериментальной оценки степени жизнестойкости в практике рыбоводства используют различные экспресс-тесты:

- оценка физиологического состояния молоди осетровых по «фоновым» реакциям пигментных клеток [7];
- эколого-физиологический метод функциональных нагрузок [6];
- гистофизиологические и биохимические методики [8];
- поведенческие методы [8];
- нейрофармакологическое тестирование [9].

Цель наших исследований заключалась в оценке критерия жизнестойкости заводской молоди осетровых рыб, выращенной в установках замкнутого водоснабжения Республики Беларусь.

Материал и методика исследований

Исследования проводились в установке замкнутого водоснабжения ЧПУП «Аквагория» Фермерского хозяйства «Василек» (Дзержинский район, Минская область). В качестве исследуемого материала использовались 50-дневные личинки возвратного гибрида бестера (стерлядь $\times$ бестер (F_1) и ленского осетра.

Жизнестойкость молоди определяли эколого-физиологическим методом функциональных нагрузок, оценкой по «фоновым» реакциям пигментных клеток и поведенческим методом. Экологический метод функциональных нагрузок включал в себя тесты на терморезистентность, устойчивость к дефициту кислорода, устойчивость к голоданию. Поведенческий метод включал тест «открытого поля».

Определение пороговых концентраций осуществляли в стеклянных емкостях с притертыми пробками, в которые вмонтированы откалиброванные датчики на содержание кислорода «Эко-тест-2000». Емкости помещали в термостатируемый аквариум, чтобы избежать резких перепадов температуры. Перед началом опыта определяли исходное содержание растворенного кислорода в воде каждой емкости, а затем в каждую из них помещали по 30 особей стандартной молоди. С течением времени из-за потребления кислорода молодью его концентрация в воде снижалась, что на определенной стадии (пороговое значение концентрации

кислорода) приводило к гибели особей. Критерием гибели молоди являлась остановка движения жаберных крышек. В момент наступления удушья каждой особи фиксировали концентрацию кислорода.

Опыты по определению терморезистентности проводили в 80-литровых аквариумах, в которые были установлены термоводонагреватели, помпа для перемешивания и принудительной аэрации воды, контактный термометр и садочки, в которые помещались подопытные экземпляры молоди. Опыты ставили по следующей схеме. Аквариум заполняли водой, в которой выдерживали молодь в течение 24 часов без пищи. Затем включали нагреватель и в течение 40–50 минут подогревали воду до 31°C. Через короткий промежуток времени температура поднималась до 32°C. Время терморезистентности отсчитывали с момента достижения 32°C. Содержание кислорода в воде аквариума не падало ниже 7 мг/л. Гибель молоди определяли по остановке движения жаберных крышек. В момент гибели каждой особи фиксировали время терморезистентности.

Определение устойчивости к голоданию проводили в лотках с проточной водой. Для исключения попадания корма вместе с водой на входе устанавливали сетки из мелкоячеистого капрона. В ходе опыта контролировали температурный режим, содержание кислорода в воде и pH.

Тест «открытого поля» проводился для выявления адаптивных возможностей центральной нервной системы (ЦНС) молоди осетровых, отражающих ее способность к быстрому реагированию на изменение условий окружающей среды. В опыте определяли остроту реакции молоди из тестируемой выборки на различные раздражители. В процессе теста регистрировали ориентировочную двигательную активность (ОА), фоновую активность (ФА), реактивность (РА). На основе полученных абсолютных характеристик рассчитывали относительные показатели, которые позволяли судить о том, в какой мере рыба способна усиливать (замедлять) двигательную активность под действием сильных сенсорных стимулов: $ПА \% = ОА / ФА \times 100$, где ПА — показатель активации; $ПР \% = РА / ФА \times 100\%$, где ПР — показатель реактивности.

Оценку способности к осуществлению «фоновых» реакций меланофоров молоди осетровых рыб осуществляли по рекомендациям К. Д. Краснодемской [7]. Для предупреждения наступления

стойкой агрегации пигмента в меланофорах воду в испытуемых емкостях постоянно аэрировали. Оценку «фоновых» реакций меланофоров осуществляли по разработанной шкале меланофоровых индексов (от 1 до 5 баллов).

Для сравнения полученных результатов по жизнестойкости молоди в условиях установок замкнутого водоснабжения с показателями жизнестойкости выращенных на естественном температурном и водном режимах, пользовались литературными данными.

Для оценки количественных признаков пользовались описательной статистикой, которая включала в себя такие параметры, как среднее значение, стандартное отклонение, стандартная ошибка среднего, коэффициент вариации. Для определения нормальности распределения совокупности рассчитывали медиану, а также 25-й и 75-й процентиля. Для проверки нулевой гипотезы использовали однофакторный дисперсионный анализ. Для сравнения групп между собой использовали общий критерий Стьюдента, если число сравнений было больше двух — применяли методы множественных сравнений (поправка Бонферрони, критерий Ньюмена-Кейлса, критерий Даннета). Для расчета указанных параметров и критериев использовали компьютерные статистические пакеты STATISTICA 8, BioStat 2009, OriginPro 8, Stat Plus 2007.

Результаты исследований и их обсуждение

Известно [6], что резкие перепады температуры и дефицит кислорода сами по себе оказывают мощное отрицательное влияние на рост и развитие, численность и продуктивность различных видов рыб и их кормовых организмов. Поэтому актуальными являются исследования, направленные на изучение пределов устойчивости гидробионтов к экстремальным значениям экологических факторов водной среды. Концентрация растворенного кислорода — важнейший фактор водной среды, который как в искусственных условиях, так и в условиях заводского подраживания молоди рыб подвержен значительным колебаниям. В случае дефицита растворенного в воде кислорода у заводской молоди может наблюдаться ряд морфологических отклонений: уродства головы, микроцефалия (снижение размеров мозга), недоразвитость жабр, дефекты органов обоняния и др. Чаще всего такая рыба сильно отстает в размерно-весовых показателях от нормально развивающихся осо-

бей [10]. Более того, значительный недостаток растворенного в воде кислорода способен вызвать массовую гибель молоди.

Проведенные опыты показали (табл. 1), что средний порог устойчивости к дефициту кислорода личинок возвратного гибрида бестера составил 2,1 мг/л; у ленского осетра этот показатель составил 1,58 мг/л, а в литературных данных [6] пороговая устойчивость к дефициту кислорода для заводской молоди осетра составила 2,1 мг/л.

Таблица 1 — Показатели жизнестойкости молоди осетровых рыб, выращенной в условиях замкнутого водоснабжения

№ п/п	Вид	Оксирезистент- ность, мг/л	Голодание, часы	Терморезистентность, мин.
1	Стерлядь Х бестер (F ₁)	2,1±0,02	307±1,10	145,27±1,10
2	Ленский осетр	1,58±0,05	384±3,15	210,0±1,62
3	Осетр [6]	2,1	384	188

Устойчивость заводской молоди осетровых рыб к голоданию является одним из параметров оценки качества всей технологии подращивания [6]. Проведенные опыты по определению устойчивости молоди к голоданию показали (табл. 1), что средняя продолжительность голодания личинок возвратного гибрида бестера составила 307 часов; у ленского осетра этот показатель составил 384 часа, что соответствует стандартным значениям.

Температура водной среды уже в течение длительного периода признается ключевым экологическим фактором управления ростом и воспроизводством рыбы [11, 12]. Температурный режим оказывает влияние на физиологическое состояние молоди осетровых на всех этапах ее выращивания в заводских условиях, и, в первую очередь, во время длительной задержки молоди в прудах, когда он подвержен значительным колебаниям [6].

Проведенные опыты показали (табл. 1), что среднее время выживания молоди возвратного гибрида бестера (стерлядь Х бестер (F₁)) составляет 145 мин. Как видно из диаграммы (рис. 1), уровень терморезистентности 145 мин. оказался пороговым для 46,67% исследуемых особей возвратного гибрида бестера. При этом минимальный уровень составил 135 мин., а максимальный — 155 мин.

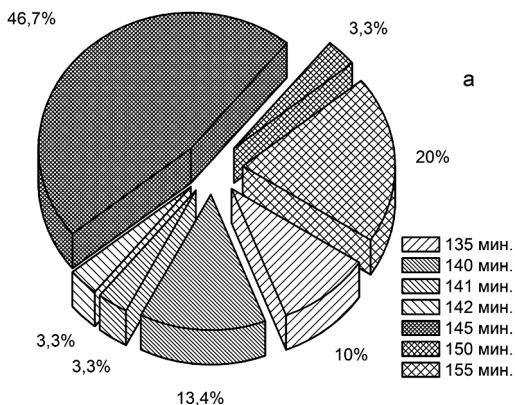


Рисунок 1 — Долевое отношение различных групп терморезистентности у возвратного гибрида бестера

Среднее время выживания личинок ленского осетра составило 210 мин., что превосходит стандартное значение [5] на 11,7%. Уровень терморезистентности 210 мин. оказался пороговым для 20% шт. (рис. 2). Минимальный уровень терморезистентности составил 185 мин., а максимальный — 235 мин.

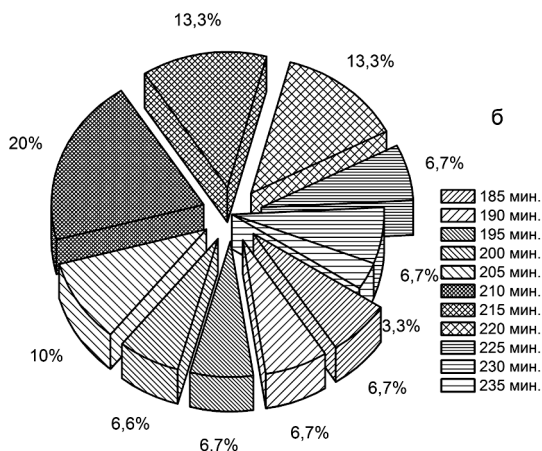


Рисунок 2 — Долевое отношение различных групп терморезистентности у ленского осетра

Данные сравнительного анализа показателей двигательной активности в тесте «открытое поле» молоди осетровых рыб приведены в таблице 2.

Таблица 2 — Показатели двигательной активности молоди осетровых рыб

Вид	ОА, ед./мин.	ФА, ед./мин.	РА, ед./мин.	ПА, %	ПР, %
Ленский осетр	21,80	19,40	17,10	112,30	88,10
Осетр [13]	14,20	11,35	11,20	125,11	98,67

Как видно из представленных в таблице 2 данных, в условиях замкнутого водоснабжения молодь осетровых характеризуется некоторым притуплением реакции в ответ на раздражители, что очевидно связано с привыканием к постоянным стрессовым ситуациям, являющихся следствием рыбоводных процессов в УЗВ.

Способность к осуществлению «фоновых» реакций меланофоров у рыб зависит ряда эндогенных факторов и от внешних условий. Поэтому этот показатель наряду с другими может быть использован при характеристике физиологической полноценности продукции рыбоводных заводов. В осуществлении «фоновых» реакций принимают участие не только меланофоры кожи, но и меланофоры, располагающиеся внутри тела рыб, образующие так называемую перивисцеральную пигментацию (пигментацию внутренних органов) [7]. Состояние меланофоров характеризуется величиной меланофорного индекса (mi), максимальное значение которого, равное 5, соответствует максимальной дисперсии пигмента, а минимальное, равное 1, — максимальной его агрегации.

Результаты проведенных исследований по оценке способности молоди осетровых к осуществлению «фоновых» реакций меланофоров представлены на рисунках 3 и 4.

Результаты проведенной оценки «фоновой» реакции меланофоров установили, что молодь ленского осетра характеризовалась неполной дисперсией пигмента (темная емкость) и сильными нарушениями в агрегации пигмента (белая емкость). Полученные результаты свидетельствуют о нарушениях у молоди осетровых

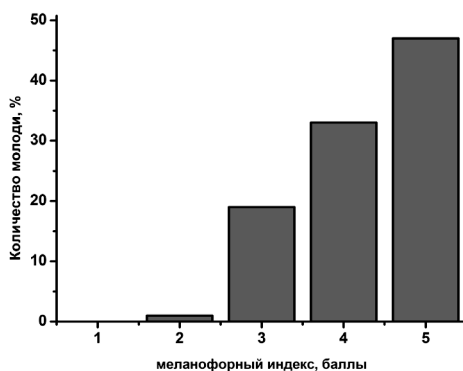


Рисунок 3 — Оценка способности молоди ленского осетра к осуществлению «фоновых» реакций меланофоров (темная емкость)

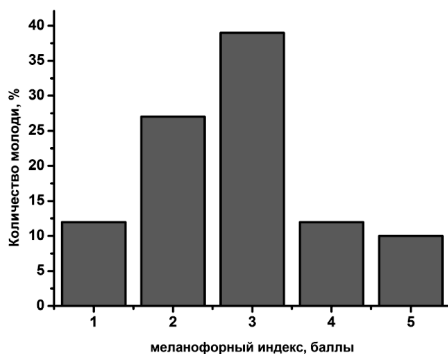


Рисунок 4 — Оценка способности молоди ленского осетра к осуществлению «фоновых» реакций меланофоров (белая емкость)

рыб, выращенных в УЗВ, адаптивных функций и соответственно о нарушениях в нормальном функционировании всех компонентов системы регуляции— определенных отделов нервной, гормональной и нейрогормональной систем.

Заключение

Актуальность проблемы оценки жизнестойкости заводской молоди осетровых для современного осетроводства чрезвычайно велика. Речь идет о «качестве» выращиваемой заводами молоди и об эффективности осетроводства в целом, т. к. подращивание жизнестойкой молоди в целях выпуска ее в искусственные и естественные водоемы или в целях дальнейшего товарного выращивания в индустриальных условиях — заключительное звено сложного биотехнического процесса. К решению этой проблемы мы подошли с позиции и методами экологической физиологии.

Проведенные исследования установили, что молодь осетровых рыб, выращенная в условиях УЗВ, характеризовалась более высокими значениями жизнестойкостями к экстремальным факторам водной среды, такими как дефицит кислорода, высокая температура воды и длительное отсутствие пищи, по сравнению с молодью, выращенной на естественном температурном и водном режимах. Однако у молоди, выращенной в УЗВ, наблюдались нарушения в поведенческих и адаптивных тестах, что говорит о неполноценности выращенной молоди в отношении нормального функционирования всех компонентов системы регуляции.

Список использованных источников:

1. Развитие аквакультуры — важный фактор сохранения водных биоресурсов Каспийского моря / М. И. Каршук [и др.]. — Рыбное хозяйство. — 2004. — № 4. — С. 16–18.
2. Белоусов, А. Н. Значение искусственного воспроизводства в сохранении запасов ценных промысловых рыб России / А. Н. Белоусов, И. А. Баранникова. — Рыбное хозяйство. — 2004. — № 1. — С. 50–54.
3. Федосеева, Е. А. Физиологические нормы молоди бестера при различных технологиях выращивания / Е. А. Федосеева, С. С. Астафьева. // Рыбное хозяйство. — 2006. — № 2. — С. 68–69.
4. Махмудбеков, А. А. О стандартном весе молоди осетровых, выпускаемой кюринскими заводами / А. А. Махмудбеков, Р. А. Маилян // Тез. Докл. отчетной сессии ЦНИОРХ. Астрахань, 1966. — С. 57–59.

5. Марти, Ю. Ю. Вопросы развития осетрового хозяйства в Каспийском море / Ю. Ю. Марти // Осетровые и проблемы осетрового хозяйства. — М., 1972. — С. 124–151.

6. Лукьяненко, В. И. Возрастно-весовой стандарт заводской молоди Каспийских осетров / В. И. Лукьяненко, Р. Ю. Касимов, А. А. Кокоза. — Волгоград. — 1984. — 229 с.

7. Краснодарская, К. Д. Методические указания к оценке физиологической полноценности личинок костистых и осетровых рыб, выращиваемых на рыбоводных заводах, по реакциям пигментных клеток (меланофоров) / К. Д. Краснодарская. — С-Пб. — 1994. — 39 с.

8. Никоноров, С. И. Эколого-генетические проблемы искусственного воспроизводства осетровых и лососевых рыб / С. И. Никоноров. — М.: Наука, 1993. — 254 с.

9. Галич, Е. В. Эколого-морфологические особенности развития осетровых рыб р. Кубань в раннем онтогенезе при антропогенной нагрузке: автореф. дис... канд. биол. наук / Е. В. Галич. — Астрахань, 2004. — 25 с.

10. Герасимов, Ю. Л. Основы рыбного хозяйства: учеб. пособие / Ю. Л. Герасимов. — Самара : Самарский ун-т, 2003. — 108 с.

11. Effects of water temperature on experimentally-induced infections of juvenile white sturgeon (*Acipenser transmontanus*) with the white sturgeon iridovirus (WSIV) / L. R. Watson [et al.] // *Aquaculture*. — 1998. — Vol. 166. — P. 213–228.

12. Snieszko, S. The effects of environmental stress on outbreaks of infectious diseases of fishes / S. Snieszko // *J. of Fish Biology*. — 1974. — Vol. 6. — P. 197–208.

13. Чебанов, М. С. Формирование и эксплуатация ремонтно-маточных стад осетровых рыб южного филиала Федерального селекционно-генетического центра рыбоводства / М. С. Чебанова, Е. В. Галич, Я. Г. Меркулов // *Породы одомашенные формы осетровых рыб*. — М.: ООО «Столичная типография», 2008. — С. 52–85.