

Н.Б. Булавина¹ , Г.М. Маратова^{2*} ,
С.Ж. Асылбекова¹ , К.Б. Исбеков¹ 

¹Научно-производственный центр рыбного хозяйства, Казахстан, г. Алматы

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Казахстан, г. Алматы

*e-mail. guldana.maratova.91@mail.ru

ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ ПО РЕАКЦИЯМ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

В статье приведены данные по оценке адаптационных качеств молоди осетровых рыб по реакциям центральной нервной системы при помощи теста «открытое поле». Применяемый тест позволяет оценить выраженность и динамику поведенческих реакций у молоди осетровых рыб в стрессогенных условиях. Тест проводили как индивидуально, так и в группе по несколько особей. Наиболее приемлемым вариантом оказалась группа из пяти особей любого вида осетровых, так как анализ по видеосъемке легко выполним и количество особей позволяет сократить серию экспериментов. Полученные данные по оценке адаптационных качеств молоди осетровых рыб (стерляди, русского осетра, белуги) по реакциям центральной нервной системы в целом показывают, что молодь стерляди обладает высокой подвижностью и острой реакцией на такие раздражители как яркий свет и высокочастотный звук, молодь белуги и русского осетра обладают остротой реакции на низко- и высокочастотные звуки. Все вышесказанное положительно характеризует предназначенную молодь для зарыбления естественных водоемов. Апробированные методики оценки качества выпускаемой молоди легко применимы в условиях осетровых рыбоводных хозяйств и рекомендуются к применению на осетровом заводе, так как можно по выборке дать оценку всей партии зарыбляемых рыб.

Ключевые слова: оценка; стерлядь; молодь; реакция; центральная нервная система; адаптация.

N.B. Bulavina¹, G.M. Maratova^{2*}, S.J. Asylbekova¹, K.B. Isbekov¹

¹Scientific and Production Center of Fishery, Kazakhstan, Almaty

²Kazakh National Agrarian Research University, Kazakhstan, Almaty

*e-mail. guldana.maratova.91@mail.ru

Evaluation of the adaptive qualities of the fry of sturgeon fishes by the reactions of the central nervous system

The article presents data on the assessment of the adaptive qualities of sturgeon fry according to the reactions of the central nervous system using the “open field” test. This test makes it possible to assess the severity and dynamics of elementary behavioral acts in fish under stressful conditions. The test was carried out both individually and in a group of several individuals. The most acceptable option turned out to be a group of five individuals of any sturgeon species, since video analysis is easy to perform and the number of individuals makes it possible to shorten the series of experiments. The obtained data on the assessment of the adaptive qualities of juveniles according to the reactions of the central nervous system as a whole show that sterlet juveniles have high mobility and an acute reaction to such stimuli as bright light and high-frequency sound, beluga and Russian sturgeon juveniles have a sharp reaction to low- and high-frequency sounds. All of the above positively characterizes the fingerlings intended for stocking natural water bodies. The proven methods for assessing the quality of released fry are easily applicable in the conditions of sturgeon fish farms and are recommended for use at a sturgeon hatchery, since it is possible to evaluate the entire batch of stocked fish from a sample.

Key words: assessment; starlet; juveniles; reaction; central nervous system; adaptation.

Н.Б. Булавина¹, Г.М. Маратова^{2*}, С.Ж. Асылбекова¹, К.Б. Исбеков¹

¹Балық шаруашылығының ғылыми-өндірістік орталығы, Қазақстан, Алматы қ.

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Қазақстан, Алматы қ.

*e-mail. guldana.maratova.91@mail.ru

Орталық жүйке жүйесінің реакциялары бойынша бекіре шабақтарының бейімделу сапасын бағалау

Мақалада «ашық өріс» сынағы арқылы орталық жүйке жүйесінің реакциялары бойынша бекіре шабақтарының бейімделу қасиеттерін бағалау деректері берілген. Бұл сынақ стресстік жағдайларда балықтардың қарапайым мінез-құлық әрекеттерінің ауырлығы мен динамикасын бағалауға мүмкіндік береді. Тест жекелей және бірнеше топтан тұратын особьтарға жүргізілді. Ең қолайлы нұсқа кез келген бес бекіре тұқымдас балықтан тұратын топ болып шықты, өйткені бейне талдау жүргізу оңай және даралар саны эксперименттер қатарын қысқартуға мүмкіндік береді. Шабақтардың бейімделу қасиеттерін жалпы орталық жүйке жүйесінің реакциялары бойынша бағалау туралы алынған мәліметтер сүйрік балығының шабақтары жоғары қозғалғыштыққа, тікелей жарық пен жоғары жиіліктегі дыбыстарға, ал қортпа және орыс бекірелері төмен және жоғары жиіліктегі дыбыстарға өткір реакцияға ие. Жоғарыда аталған көрсеткіштер бойынша барлық шабақтармен табиғи суайдындарды балықтандыруға болады. Шығарылған шабақтардың сапасын бағалаудың дәлелденген әдістері бекіре тұқымдас балық өсіретін шаруашылықтар жағдайында оңай қолданылады және бекіре тұқымдас балық өсіру зауытында пайдалануға ұсынылады, өйткені сынама бойынша балықтандыратын балықтардың барлық партиясын бағалауға болады.

Түйін сөздер: бағалау; сүйрік; шабақтар; реакция; орталық жүйке жүйесі; бейімделу.

Введение

Растущая нагрузка на естественные популяции гидробионтов часто приводит к негативным изменениям их структуры, снижению численности, иногда даже к полному исчезновению. Весьма показательна ситуация, сложившаяся в настоящее время с представителями отряда осетрообразных Урало-Каспийского бассейна.

Для восстановления численности осетровых рыб в Урало-Каспийском бассейне необходимо повышать эффективность естественного и искусственного воспроизводства. Многими авторами проанализировано современное состояние естественного воспроизводства осетровых рыб и показано, что в силу целого ряда причин его эффективность сведена к нулю, в таких условиях возрастает роль и значение искусственного воспроизводства, эффективность которого в последние годы снижается по причине возрастающего дефицита производителей осетровых рыб природных популяций. Своевременное формирование продукционных стад в прудах на 2-х осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ) позволяет обеспечивать рыбоводные процессы по искусственному воспроизводству качественными самками и самцами в условиях снижения их численности в природных водоемах. Помимо этого, необходимо проводить анализ пригодности, полученной от таких производителей молоди,

предназначенной для выпуска в естественные водоемы.

Эффективность зарыбления естественных водоемов молодь осетровых рыб во многом зависит от состояния и качества получаемой молоди, ее жизнестойкости и физиологической полноценности. В связи с этим актуальной проблемой является оценка состояния выпускаемой молоди и способность ее к адаптации в условиях естественных водоемов. Одним из направлений решения вышеуказанной проблемы приобретает разработка и адаптация прижизненных методов оценки качества молоди осетровых рыб, планируемой к зарыблению. Одним из таких методов является оценка адаптационных качеств молоди по реакциям центральной нервной системы (ЦНС), позволяющий оценить реактивность молоди на внешние стимулы (зрительные, тактильные, гидродинамические), её пригодность для выживания в естественной среде.

Многими учеными тест «открытое поле» применяется для определения влияния биологических, физических и химических факторов (половые и типологические различия, сезонность, изоляция, пренатальная гипокинезия, ионизирующее и неионизирующее излучения, фитопрепараты и т.п.) на врожденные формы поведения грызунов и птиц [1-2].

Системная реакция на стресс, направленная на устранение или ослабление стресса, сопро-

вождается изменениями поведенческих, вегетативных, двигательных, сенсорных, когнитивных и других функций организма [1-10]. В тесте «открытое поле» изменения в исследовательском поведении являются фундаментальным изменением, обычно характеризующейся двигательной гиперактивностью и повышенным целенаправленным поведением в ответ на сигналы окружающей среды. В то время как двигательные нарушения часто упоминаются в качестве клинических проявлений этих расстройств, относительно немногие эмпирические исследования количественно оценивали исследовательское поведение человека. В этой статье представлен обзор литературы, характеризующей двигательное и исследовательское поведение, связанное с биполярным расстройством, а также генетические и фармакологические модели этого заболевания на животных. Несмотря на сложную оценку исследовательского поведения грызунов, объективная количественная оценка двигательной активности человека была ограничена в основном исследованиями актиграфии с низкой межвидовой трансляционной ценностью. Более того, симптомы, которые отражают кардинальные особенности биполярного расстройства, оказалось трудно установить на предполагаемых

моделях этого заболевания на животных. Однако в последнее время новые инструменты, такие как Human Behavioral Pattern Monitor, обеспечивают многомерные трансляционные показатели двигательной и исследовательской активности, позволяя лучше понять нейробиологию, лежащую в основе психических расстройств [11, 12, 13].

Материалы и методы

Объекты исследований – молодь 3 видов осетровых рыб: белуга *Huso huso*, русский осетр *Acipenser gueldenstaedtii* и стерлядь *A. ruthenus*, полученная в условиях осетрового рыбоводного завода РГКП «Урало-Атырауский осетровый рыбоводный завод» (далее ОРЗ).

Исследования проводились на базе РГКП «Урало – Атырауский осетровый рыбоводный завод» в Атырауской области Республики Казахстан.

Цель исследований: Оценка качества полученной при искусственном воспроизводстве молоди осетровых рыб на ОРЗ.

Объём собранного и проанализированного материала по оценке качества полученной при искусственном воспроизводстве молоди осетровых рыб указан в таблице 1.

Таблица 1 – Объём собранного и проанализированного материала на РГКП «Урало-Атырауский осетровый завод» в 2022 году по оценке качества рыбопосадочного материала

Показатель	Вид рыбы, количество исследуемых рыб, шт		
	Стерлядь	Русский осетр	Белуга
Тест «открытое поле»	75	10	10
Рыбоводно-биологические показатели	340	105	22
Всего	415	115	32

Отбор и определение таких показателей воды как температура и содержание растворенного в воде кислорода, при проведении экспериментов проводилось по общепринятым методикам [1, 2]. Измерение температуры воды и содержания кислорода в воде проводили при помощи анализатора «МАРК-302Э». При анализе гидрохимических условий проведения экспериментов использовали зарубежную научно-методическую литературу [2, 3, 4, 5].

Обзор литературы

Результаты и их обсуждение

Мониторинг качества молоди осетровых рыб является одним из важнейших элементов искусственного воспроизводства осетровых в условиях товарных хозяйств и хозяйств воспроизводственного комплекса и его необходимо проводить не только перед выпуском молоди

в естественные водоемы, но и в течение всего технологического цикла выращивания или воспроизводства осетровых рыб [5].

В ходе мониторинга качества молоди осетровых рыб необходимо осуществлять контроль за соответствием всех рекомендованных нормативов. Помимо этого, полифункциональная оценка необходима для отбора молоди рыб в ремонтные стада в целях пополнения и обновления, выпуска молоди (зарыбления) и получения товарной осетровой продукции и пищевой икры. В случае товарного выращивания молодь осетровых рыб должна иметь высокие темпы роста, хорошую упитанность, пониженный кормовой коэффициент, в таких условиях жесткость отбора по адаптивным фитнес показателям не требуется. Доместикационный эффект особей осетровых рыб в ремонтно-маточных стадах на осетровых заводах и хозяйствах, а также полученного от них потомства, обусловлен проводимым искусственным отбором, ориентированного на приспособленность к искусственным условиям и может неблагоприятно отразиться на выживании молоди и состоянии популяций в естественных условиях при ее зарыблении в естественные водоемы. Кроме того, доместикация может привести к ослаблению показателей реакции молоди на внешние раздражители, выражающемуся в снижении резистентности к заболеваниям и неблагоприятным экологическим воздействиям и т.д. Применяемые или рекомендуемые прижизненные методы оценки качества молоди осетровых рыб, выпускаемых с ОРЗ должны соответствовать следующим основным требованиям [5, 6, 7]:

- включать показатели вкуче характеризующих функциональное состояние выпускаемой молоди осетровых рыб;

- подразумевать сокращение временных отрезков проведения экспериментов, снижать травматизацию и гибель исследуемой молоди осетровых рыб;

- предусматривать возможность оценки информации о перспективах дальнейшего выживания, нормального развития, воздействии на жизнеспособность и генетическую структуру популяции осетровых;

- включать систему показателей, экологически адекватно связанных с основными факторами, определяющими выживаемость молоди после её выпуска в естественные водоемы [5].

Всем вышеперечисленным требованиям отвечает прижизненный тест «открытое поле». Всего исследовано 562 особи. В тесте «Открытое поле» оценивались следующие показатели:

- фоновая активность молоди осетровых рыб;
- ориентировочная активность молоди осетровых рыб;

- показатель реактивности молоди осетровых рыб;

- показатель активации молоди осетровых рыб.

При проведении эксперимента (теста «открытое поле») определяли остроту реакции молоди из тестируемой выборки на различные раздражители (свет и звук разной частоты). Сначала определяли величину двигательной активности (количество пересечений линий координатной сетки) в первые 30 секунд после воздействия первого раздражителя – низкочастотного прямоугольного сигнала (частота 20-40 Гц) определяли, как P1, ед/мин. Затем использовался второй раздражитель (P2, ед/мин) – высокочастотный прямоугольный сигнал (частота 300 Гц). Затем испытывали воздействие постоянного неяркого света (100 лк) – P3, ед/мин (третий раздражитель), после этого применяли воздействие постоянного яркого света (500 лк) – P4, ед/мин (четвертый раздражитель). Последним раздражителем P5, ед/мин был переменный яркий свет [6]. Освещенность измеряли с помощью люксметра у поверхности воды и на краю бассейна (для чистоты эксперимента), затем сравнивали и корректировали яркость при помощи наклона штатива. Воздействие звука измеряли при помощи шумомера.

Тест проводили как индивидуально, так и в группе по несколько особей, помещая исследуемый объект (молодь осетровых рыб) соответственно методике в специальный бассейн с нанесенной координатной сеткой. Для этого использовался круглый бассейн (диаметром 1 м), дно которого разделено на 24 сектора, после выпуска объекта регистрировали количество пересечений рыбой линий дна за определенный период времени.

В течение эксперимента контролировали термический и кислородный режимы. Показатели варьировали в оптимальных пределах [2, 3]. При понижении уровня растворенного в воде кислорода открывали водоподачу с одновременным сбросом излишек воды.

Для обеспечения чистоты эксперимента и точного подсчета использовали камеру для записи всех экспериментальных групп, затем записи просматривались и подсчитывалось количество пересечений.

На оценку одной партии молоди уходило примерно 13 минут. Апробируемый способ нес-

ложен, однако такой анализ требует подготовки и соблюдения аналогичности в условиях проведения (при воздействии светом спектр должен быть одинаковым для всех партий рыб, звуковая волна также должна иметь одинаковую частоту и уровень шума). Тест «открытое поле» в условиях ОРЗ проводился впервые, поэтому для оптимизации процессов проводили эксперименты на группах с разным количеством испытуемой молодежи – индивидуально, по три, пять и десять особей. Отработанная схема проведения теста «Открытое поле» с указанием таймингов приведена в таблице 2.

Основные показатели рассчитывали по формулам:

$$ПА\% = ОА/ФА \times 100\% \quad (1)$$

$$ПР = РА/ФА \times 100\% \quad (2)$$

где, ПА% – показатель активации, ОА (ед. мин.) – ориентировочная двигательная активность, ФА (ед. мин.) – фоновая двигательная активность, ПР% – показатель реактивности, РА (ед. мин.) – реактивность [5].

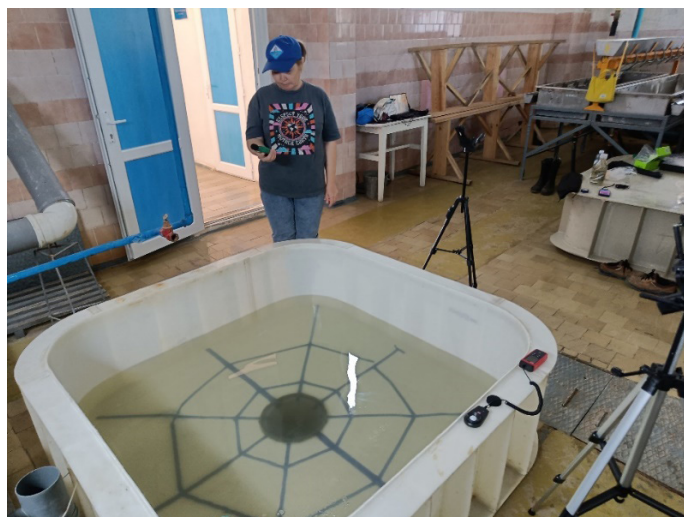
Таблица 2 – Хронологическая схема проведения теста «Открытое поле»

Время, мин	Стрессоры (раздражители)
1-3	Период адаптации
3-5	Воздействие низкочастотного прямоугольного сигнала (частота 20-40 Гц)
5-7	Воздействие высокочастотного прямоугольного сигнала (частота 300 Гц)
7-9	Воздействие постоянного неяркого света (100 лк)
9-11	Воздействие постоянного яркого света (450 лк)
11-13	Воздействие переменного яркого света (яркий – 450 лк, затемненный – 70 лк)

Для проведения анализа была разработана специальная форма фиксации первичных данных (таблица 3).

Таблица 3 – Предлагаемая форма ведения наблюдений и анализа теста «Открытое поле» на молоди осетровых рыб

Дата проведения	Вид рыбы	Наименование показателя	Тайминг	Метод получения	Полученное значение
8.07.2022 г	стерлядь	Ориентировочная двигательная активность (ОА, ед/3 мин)	Первые 3 мин	Наблюдение	95
		Ориентировочная двигательная активность (ОА, ед/мин)	Количество пересечений в мин	Расчет	32
		Фоновая активность (ФА, ед/мин) 1 мин после адаптации	Усредненное количество пересечений в мин (после адаптации)	Расчет (общ. групповой показатель)	21
		Реактивность низкочастотный звук (РА, ед/30 сек)	Первые 30 сек после воздействия	Наблюдение	10
		Реактивность низкочастотный звук (РА, ед/мин)	Количество пересечений в мин	Расчет	20
		Реактивность высокочастотный звук (РА, ед/30 сек)	Первые 30 сек после воздействия	Наблюдение	18
		Реактивность высокочастотный звук (РА, ед/мин)	Количество пересечений в мин	Расчет	36
		Реактивность постоянный свет 100 люмен (РА, ед/30 сек)	Первые 30 сек после воздействия	Наблюдение	4
		Реактивность постоянный свет 100 люмен (РА, ед/мин)	Количество пересечений в мин	Расчет	8
		Реактивность постоянный свет 450 люмен (РА, ед/30 сек)	Первые 30 сек после воздействия	Наблюдение	19
		Реактивность постоянный свет 450 люмен (РА, ед/мин)	Количество пересечений в мин	Расчет	38
		Реактивность кратковременные вспышки света 450 люмен (РА, ед/30 сек)	Первые 30 сек после воздействия	Наблюдение	11
		Реактивность кратковременные вспышки света (РА, ед/мин)	Количество пересечений в мин	Расчет	22



А



Б

А – подготовительные работы и контрольные замеры основных раздражителей,
Б – проведение оценки адаптационных качеств молоди белуги по реакциям центральной нервной системы

Рисунок 2 – Проведение оценки адаптационных качеств молоди осетровых рыб по реакциям центральной нервной системы на РГКП «Урало-Атырауский осетровый рыбоводный завод»

При апробации разных вариантов наиболее приемлемым оказалась группа из пяти особей любого вида осетровых, так как анализ по видеосъемке легко выполним и количество особей позволяет сократить серию экспериментов (таблица 4).

У протестированной молоди осетровых рыб проводили сбор показателей длины и массы тела (таблица 5).

Молодь стерляди была самой подвижной и наиболее активно реагировала на раздражители, активно перемещаясь по бассейну. Наиболее активно реагируя на яркий свет (PA_4). Понижение активности наблюдалось при воздействии вспышек света и низкочастотным звуком (PA_1), что и отражено в таблице 6.

Ориентировочная двигательная активность (ОА) и фоновая двигательная активность (ФА) у стерляди также имеют самые высокие показатели – 34 ед/мин и 19 ед/мин соответственно, тогда как у белуги и русского осетра она составляет 18 ед/мин и 9 ед/мин (у русского осетра) и 12 ед/мин (у белуги) соответственно.

У молоди русского осетра наблюдалось повышение активности при воздействии яркого света до 24 ед/мин по сравнению с фоновой активностью в 2,6 раза и при воздействии низкочастотного звука (22 ед/мин), чего не наблюдалось у молоди стерляди. Также, как и у стерляди повышение активности наблюдалось и при воздействии высокочастотного звука и составила 17 ед/мин.

Таблица 4 – Количество протестированной молоди различных видов осетровых рыб РГКП «Урало-Атырауский осетровый рыбоводный завод»

Вид рыбы	Количество особей в группе	Количество испытанных групп
Стерлядь	1	1
	3	3
	5	5
	10	4
Русский осетр	5	2
Белуга	5	2

Таблица 5 – Показатели длины и массы тела тестируемой молоди осетровых рыб на РГКП «Урало-Атырауский осетровый рыбоводный завод»

Вид рыбы	Средний вес, г	Длина тела, см
Стерлядь	11,07	15,2
Русский осетр	13,3	15
Белуга	15,8	18,3

Таблица 6 – Результаты теста «Открытое поле» на молоди различных видов осетровых рыб на РГКП «Урало-Атырауский осетровый рыбоводный завод»

Показатель	Русский осетр	Стерлядь	Белуга
Ориентировочная двигательная активность (ОА), ед/мин			
ср	18	34	18
мин	11	29	15
макс	22	40	20
Фоновая двигательная активность (ФА), ед/мин			
ср	9	19	12
мин	8	16	10
макс	11	22	15
Реактивность на низкочастотный звук (РА ₁), ед/мин			
ср	22	22	23
мин	18	16	20
макс	32	26	28
Реактивность на высокочастотный звук (РА ₂), ед/мин			
ср	17	32	16
мин	10	22	12
макс	24	42	20
Реактивность на свет 100 лк (РА ₃), ед/мин			
ср	15	12	22
мин	10	8	20
макс	24	16	24
Реактивность на свет 450 лк (РА ₄), ед/мин			
ср	24	46	26

Продолжение таблицы

Показатель	Русский осетр	Стерлядь	Белуга
мин	14	38	20
макс	32	62	32
Реактивность на кратковременные вспышки света (PA_3), ед/мин			
ср	15	18	12
мин	8	14	8
макс	22	22	16

Молодь белуги активно реагировала только на воздействие яркого света, наблюдалось повышение активности до 26 ед/мин.

Показатель ориентировочной двигательной активности (ОА) характеризует адаптацию рыб к новым условиям и этот показатель весьма высок у стерляди, в сравнении с литературными данными аналогичными показателями обладает дикая форма севрюги [8 – 15]. Данный показатель низок у молоди русского осетра и белуги, однако возможно необходимо провести корреляцию с весовыми показателями, так как молодь стерляди и севрюги обладают схожими размерно-весовыми показателями в отличие от молоди белуги и русского осетра.

Заключение

Многими отечественными и зарубежными исследованиями показана связь пространственного и предметного зрения, оптического момента и акустической сигнализации с экологией молоди рыб, и с той ролью, которую органы зрения и чувства боковой линии, воспринимающей низкочастотные инфразвуковые колебания, играющие в общем рецепторном комплексе молоди осетровых рыб. Эти показатели играют роль в проявлении рыб реореакции и реакции рыб на свет, в пищевом, оборонительном и других типах поведения, характерных для рыб в естественных условиях [8]. Острота реакций на такие показатели характеризуют адаптивный потенциал молоди рыб. В результате одомашнивания происходит притупление реакций на раздражители, что очевидно связано с привыканием к стрессовым ситуациям являющихся следствием рыбоводных процессов и мероприятий. Полученные данные по оценке адаптационных качеств молоди по реакциям

центральной нервной системы в целом показывают, что молодь стерляди обладает высокой подвижностью и острой реакцией на такие раздражители как яркий свет и высокочастотный звук, молодь белуги и русского осетра обладают остротой реакции на низкочастотные и высокочастотные звуки. Все вышесказанное положительно характеризует предназначенную молодь для зарыбления естественных водоемов. В свете расширения охвата искусственного воспроизводства в Казахстане данные исследования являются актуальными и возможно необходимо расширить спектр анализируемых реакций, например, воздействие электрических полей, химических веществ, температуры и пр. Апробированные методики оценки качества выпускаемой молоди легко применимы в условиях осетровых рыбоводных хозяйств и рекомендуются к применению на осетровом заводе, так как можно по выборке дать оценку всей партии зарыбляемых рыб.

Благодарность

Выражаем благодарность за возможность проведения работ РГКП «Урало-Атырауский осетровый рыбоводный завод».

Конфликт интересов

Все авторы прочитали и ознакомлены с содержанием статьи и не имеют конфликта интересов.

Источник финансирования

Данные исследования финансируются Министерством экологии и природных ресурсов Республики Казахстан (Грант № BR10264236).

Литература

1. Васильева Л.М., Китанов А.А., Петрушина Т.Н. и др. Биотехнические нормативы по товарному осетроводству, Астрахань: Издательский дом «Астраханский университет», 2010. – 80 с.
2. Богерук А.К. Породы и одомашненные форма осетровых рыб (*Acipenseridae*). М: ФГУП «Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства». 2008. 152 с.
3. Чебанов М.С. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Анкара: ФАО. 2010. 325 с.
4. Sudakova, N.V.; Mikodina, E.V.; Vassiliyeva, L.M. Paradigm changeover in the artificial reproduction of sturgeons (*Acipenseridae*) in the Volga-Caspian basin in the conditions of a shortage of breeders of natural generations. *Agric. Biol.* 2018, 53, 698–711 DOI:10.15389/agrobiology.2018.4.698eng
5. Алёкин О.А. Методы исследования физических свойств и химического состава воды //Жизнь пресных вод СССР /акад. Е.Н. Павловский, проф. В.И. Жадин. – М.-Л., 1959. – Т. IV. ч.2. – 302 с.
6. Bell J.D., Leber K.M., Blankenship H.L., Loneragan N.R., R. Masuda. A new era for restocking, stock enhancement and sea ranching of coastal fisheries resources. *Reviews in Fisheries Science*, 16 (2008), pp. 1-9. DOI: 10.1080/10641260701776951
7. Holčík, J., Klindová, A., Masár, J., & Mészáros, J. (2006). Sturgeons in the Slovakian rivers of the Danube River basin: An overview of their current status and proposal for their conservation and restoration. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 17-22.
8. The Effect of the BCO2 Genotype on the Expression of Genes Related to Carotenoid, Retinol, and α -Tocopherol Metabolism in Rabbits Fed a Diet with Aztec Marigold Flower Extract [Text] Janusz Strychalski, Andrzej Gugolek, Zofia Antoszkiewicz, Dorota Fopp-Bayat, Edyta Kaczorek-Lukowska, Anna Snarska, Grzegorz Zwierzchowski Angelika Król-Grzymała and Paulius Matusевичius. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23(18), 10552; <https://doi.org/10.3390/ijms231810552>
9. Красильникова А.А., Тихомиров А.М. Получение жизнеспособной молоди русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) при использовании криоконсервированной спермы и оценка поведенческих реакций у криопотомства* // Сельскохозяйственная биология, 2018, том 53, ¹ 4, С. 762-768.
10. Павлов Д.С., Касумян А.О. Изучение поведения и рецепции рыб в СССР// Вопросы ихтиологии. Т.27. вып 5. 1987 г.
11. Vernidub, M.F. Exchange of a developing fish embryo upon damage. I. Pasteur-Meyerhof reaction in normal and damaged eggs of some spring-spawning fish [Text]. *Arch. Anat. Histol. Embryol* **1939**, 22, 106.
12. Novossadova, A.V. *Morphological Abnormalities in the Early Ontogenesis of Sturgeons in the Offspring of Cultivated Producers*; Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography: Moscow, Russia, 2013.
13. Randelin, D.A.; Novokshchenova, A.I.; Kravchenko, Y.V. Study of anomalies in the structure of the body and external organs of valuable sturgeon breeds. *Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex. Sci. High. Prof. Educ.* **2018**, 4, 251–256.
14. Детлаф Т.А., Гинзбург А.С. Зародышевое развитие осетровых рыб (севрюги, осетра и белуги) в связи с вопросами их разведения М., Изд-во АН СССР, 1954.216 с.
15. Левин А.В. Экологические аспекты поведения молоди осетровых // Осетровые на рубеже XXI века: Тез. докл. Международн. конф. Астрахань, 2000. С. 70-71.
16. Kaluyev A.V. Stress and grooming. Moscow: Aviks, 2002. 146 p.
17. Судаков С.К., Назарова Г.А., Алексеева Е.В. и др. Определение уровня тревожности у крыс в тестах «открытое поле», «крестообразный приподнятый лабиринт» и тесте Фогеля // Бюл. эксп. биологии и медицины. 2013. Т. 155, № 3. С. 268-270.
18. Амикшеева А.В. Поведенческое фенотипирование: современные методы и оборудование // Вестн. ВОГиС. Т. 13, № 3. С. 529-542.
19. Crawley J.N. Behavioral phenotyping strategies for mutant mice // *euron*. 2008. Vol. 57. P. 809-818.
20. Implementation of the modified-SHIRPA protocol for screening of dominant phenotypes in a large-scale ENU mutagenesis program / Masuya H., Inoue M., Wada Yu., et al. // *Mammalian Genome*. 2005. Vol. 16. P. 829-837.
21. Лебедев И.В. Изучение функций каудальной части гиппокампа у мышей и полевок: автореф. дис. канд. биол. наук. М., 2012. 24 с.
22. Hall C.S. Emotional behavior in the rat. III. The relationship between emotionality and ambulatory activity // *J. comp. physiol. Psychol.* 1936. Vol. 22. P. 345-352.
23. C.S. Hall. Emotional behavior in the rat. III. The relationship between emotionality and ambulatory activity. 1936. *J. comp. physiol. Psychol.* vol. 22, pp. 345-352.
24. Я. Буреш, О. Бурешова, Д. П. Хьюстон. Методики и основные эксперименты по изучению мозга и поведения. 1991. Москва. “Высшая школа”. стр. 119 -122.
25. T.D. Gould (ed.), *Mood and Anxiety Related Phenotypes in Mice*, *Neuromethods* 42, DOI 10.1007/978-1-60761-303-9_1, Humana Press, a part of Springer Science+Business Media, LLC 2009

References

1. Amiksheeva A.V. Povedencheskoe fenotipirovanie: sovremennye metody i oborudovanie // Vestn. VOGiS. Т. 13, № 3. С. 529-542.
2. Aljokin O.A. Metody issledovaniya fizicheskikh svojstv i himicheskogo sostava vody //Zhizn' presnyh vod SSSR /akad. E.N. Pavlovskij, prof. V.I. Zhadin. – М.-Л., 1959. – Т. IV. ch.2. – 302 s.

3. Bogeruk A.K. Porody i odomashnennye forma osetrovyh ryb (Acipenseridae). M: FGUP «Federal'nyj selekcionno-geneticheskij centr rybovodstva». 2008. 152 s.
4. Bell J.D., Leber K.M., Blankenship H.L., Loneragan N.R., R. Masuda. A new era for restocking, stock enhancement and sea ranching of coastal fisheries resources. *Reviews in Fisheries Science*, 16 (2008), pp. 1-9. DOI: 10.1080/10641260701776951
5. C.S. Hall. Emotional behavior in the rat. III. The relationship between emotionality and ambulatory activity. 1936. *J. comp. physiol. Psychol.* vol. 22, pp. 345-352.
6. Crawley J.N. Behavioral phenotyping strategies for mutant mice // *euron*. 2008. Vol. 57. P. 809-818.
7. Detlaf T.A., Ginzburg A.C. Zarodyshevoe razvitie osetrovyh ryb (sevrjugi, osetra i belugi) v svjazi s voprosami ih razvedenija M., Izd-vo AN SSSR, 1954. 216 s.
8. Ja. Buresh, O. Bureshova, D. P. H'juston. Metodiki i osnovnye jeksperimenty po izucheniju mozga i povedenija. 1991. Moskva. "Vysshaja shkola". str. 119 -122.
9. Implementation of the modified-SHIRPA protocol for screening of dominant phenotypes in a large-scale ENU mutagenesis program / Masuya H., Inoue M., Wada Yu., et al. // *Mammalian Genome*. 2005. Vol. 16. P. 829-837.
10. Holčík, J., Klindová, A., Masár, J., & Mészáros, J. (2006). Sturgeons in the Slovakian rivers of the Danube River basin: An overview of their current status and proposal for their conservation and restoration. *Journal of Applied Ichthyology*, 22, 17-22.
11. Hall C.S. Emotional behavior in the rat. III. The relationship between emotionality and ambulatory activity // *J. comp. physiol. Psychol.* 1936. Vol. 22. R. 345-352.
12. Kaluyev A.V. Stress and grooming. Moscow: Aviks, 2002. 146 p.
13. Krasil'nikova A.A., Tihomirov A.M. Poluchenie zhiznesposobnoj molodi ruskogo osetra (*Acipenser gueldenstaedtii*) pri ispol'zovanii kriokonservirovannoj spermy i ocenka povedencheskih reakcij u kriopotomstva* // *Sel'skohozjajstvennaja biologija*, 2018, tom 53, ¹ 4, S. 762-768.
14. Levin A.B. Jekologicheskie aspekty povedenija molodi osetrovyh // *Osetrovye na rubezhe XXI veka: Tez. dokl. Mezhdunarodn. konf. Astrahan'*, 2000. S. 70-71.
15. Lebedev I.V. Izuchenie funkcij kaudal'noj chasti gippokampa u myshej i polevok: avtoref. dis. kand. biol. nauk. M., 2012. 24 s.
16. Novossadova, A.V. Morphological Abnormalities in the Early Ontogenesis of Sturgeons in the Offspring of Cultivated Producers; Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography: Moscow, Russia, 2013.
17. Vasil'eva L.M., Kitanov A.A., Petrushina T.N. i dr. Biotehnicheskie normativy po tovarnomu osetrovodstvu, Astrahan': Izdatel'skij dom «Astrahanskij universitet», 2010. – 80 s.
18. Pavlov D.S., Kasumjan A.O. Izuchenie povedenija i recepcii ryb v SSSR // *Voprosy ihtologii*. T.27. vyp 5. 1987 g.
19. Sudakov S.K., Nazarova G.A., Alekseeva E.V. i dr. Opredelenie urovnja trevozhnosti u krysa v testah «otkrytoe pole», «krestoobraznyj pripodnjatyj labirint» i teste Fogelja // *Bjul. jeksp. biologii i mediciny*. 2013. T. 155, № 3. S. 268-270.
20. Sudakova, N.V.; Mikodina, E.V.; Vassilyeva, L.M. Paradigm changeover in the artificial reproduction of sturgeons (*Acipenseridae*) in the Volga-Caspian basin in the conditions of a shortage of breeders of natural generations. *Agric. Biol.* 2018, 53, 698–711 DOI:10.15389/agrobiology.2018.4.698eng
21. T.D. Gould (ed.), *Mood and Anxiety Related Phenotypes in Mice*, *Neuromethods* 42, DOI 10.1007/978-1-60761-303-9_1, Humana Press, a part of Springer Science+Business Media, LLC 2009.
22. The Effect of the BCO2 Genotype on the Expression of Genes Related to Carotenoid, Retinol, and α -Tocopherol Metabolism in Rabbits Fed a Diet with Aztec Marigold Flower Extract [Text] Janusz Strychalski, Andrzej Gugolek, Zofia Antoszkiewicz, Dorota Fopp-Bayat, Edyta Kaczorek-Lukowska, Anna Snarska, Grzegorz Zwierzchowski Angelika Król-Grzymała and Paulius Matusevičius. *Int. J. Mol. Sci.* 2022, 23(18), 10552; <https://doi.org/10.3390/ijms2318105524>
23. Randelin, D.A.; Novokshchenova, A.I.; Kravchenko, Y.V. Study of anomalies in the structure of the body and external organs of valuable sturgeon breeds. *Proceedings of the Lower Volga Agro-University Complex. Sci. High. Prof. Educ.* 2018, 4, 251–256.
24. Vernidub, M.F. Exchange of a developing fish embryo upon damage. I. Pasteur-Meyerhof reaction in normal and damaged eggs of some spring-spawning fish [Text]. *Arch. Anat. Histol. Embryol* 1939, 22, 106.
25. Chebanov M.S. Rukovodstvo po iskusstvennomu vosproizvodstvu osetrovyh ryb. Ankara: FAO. 2010. 325 s