

ТОВАРНАЯ АКВАКУЛЬТУРА И ИСКУССТВЕННОЕ ВОСПРОИЗВОДСТВО ГИДРОБИОНТОВ

COMMODITY AQUACULTURE AND ARTIFICIAL REPRODUCTION OF HYDROBIONTS

Научная статья
УДК 639.3.034.2
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-43-52>
EDN IOWVUE

Биотехнология воспроизводства и выращивания рыбопосадочного материала балхашской маринки (*Schizothrax argentatus*) в промышленных условиях

**Ольга Александровна Шарипова^{1✉}, Сауле Жангировна Асылбекова²,
Еркынбек Ерикович Куматаев³, Ильяс Серикович Махметов⁴**

^{1, 3, 4}Балхашский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»,
Балхаш, Республика Казахстан, oshar1969@mail.ru✉

²ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»,
Алматы, Республика Казахстан

Аннотация. Одним из основных способов сохранения редких видов рыб признано искусственное воспроизводство. Сотрудниками Балхашского филиала Научно-производственного центра рыбного хозяйства Республики Казахстан проведены работы по воспроизводству и выращиванию балхашской маринки на собственном рыбноводном участке с использованием установки замкнутого водоснабжения. Рассмотрены технологические приемы изъятия производителей балхашской маринки из природной среды, преднерестового их содержания в бассейнах, гормонального стимулирования нереста, прижизненных методов отбора половых продуктов, искусственного оплодотворения, инкубации икры, выращивания жизнестойкого материала для проведения зарыбления нативного водоема. Отлов необходимого количества производителей проводили в р. Токрыаун (Северное Прибалхашье). После адаптации и карантинирования к самкам была применена 2- и 3-кратная схема гормональной стимуляции ацетонированным гипофизом карпа. Самцов инъецировали однократно. Половые продукты получили от самки, инъецированной 3 раза, через 15 ч, от дважды проколотой – через 21 ч. Продолжительность осеменения для маринки составила 2 мин. Процесс обесклеивания длился 40 мин при постоянном перемешивании и частичной подмене раствора. Инкубацию икры проводили в аппаратах Вейса, полностью защищая икру от света. При высоком качестве репродуктивных продуктов оплодотворение икры составило 90 %. Время инкубации при температуре воды 19,5–20,0 °C соответствовало 3–4 сут (60–78 градусодням). Выход предличинки составил 19–20 %. В промышленных условиях выдерживание личинок продолжалось 4–5 сут. При кормлении личинок маринки, для повышения их выживаемости, целесообразно использовать только декапсулированные яйца артемии. Мальковый период развития балхашской маринки начался на 30–35 сут. В рацион мальков постепенно вводили сухие корма компании Aller Aqua. При оптимальных абиотических и биотических условиях темп роста мальков достаточно высокий, средние показатели коэффициента массонакопления и удельной скорости роста достигали 0,075 и 7,32 % в сут соответственно. В конце сентября

в оз. Балхаш были выпущены сеголетки маринки со средней штучной навеской 11,0 г. Полученные результаты исследований послужат теоретическими и практическими основами для разработки адаптированных технологий искусственного воспроизводства редких и эндемичных видов рыб и внедрения их на рыбоводных предприятиях.

Ключевые слова: балхашская маринка, установка замкнутого водоснабжения, производители, аппарат Вейса, инкубация, рыбопосадочный материал, зарыбление

Благодарности: исследование финансируется Министерством экологии и природных ресурсов Республики Казахстан (грант № BR10264236).

Для цитирования: Шарипова О. А., Асылбекова С. Ж., Куматаев Е. Е., Махметов И. С. Биотехнология воспроизводства и выращивания рыбопосадочного материала балхашской маринки (*Schizothrax argentatus*) в индустриальных условиях // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2023. № 2. С. 43–52. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-43-52>. EDN IOWVUE.

Original article

Biotechnology of reproduction and cultivation of fish stock of Balkhash marinka (*Schizothrax argentatus*) in industrial conditions

Olga A. Sharipova^{1✉}, Saule Zh. Assylbekova², Erkyzbek E. Kumataev³, Ilyas S. Makhmetov⁴

²Balkhash Branch of Research and Production Center of Fisheries, LLP,
Balkhash, Republic of Kazakhstan, oshar1969@mail.ru✉

^{1,3,4}Fisheries Research and Production Center, LLP,
Almaty, Republic of Kazakhstan

Abstract. Artificial reproduction is one of the most popular ways to preserve rare fish species. Researchers of the Balkhash branch of the Research and Production Center for Fisheries of the Republic of Kazakhstan carried out the reproduction and cultivation of Balkhash marinka at their own fish farm using a recirculating water supply system. There have been considered the technological methods of removing the marinka spawners from the natural environment, their pre-spawning maintenance in fish tanks, hormonal stimulation of spawning, intravital methods for selecting reproductive products, artificial insemination, incubation of eggs, growing viable material for stocking a native reservoir. The catch of the required number of spawners was carried out from the river Tokyraun (Northern Balkhash). After adaptation and quarantine, female species were exposed to 2x and 3x hormonal stimulation with acetonated carp pituitary. Males were injected once. Reproductive products were obtained from a female injected 3 times, after 15 hours; from a female 2x injected – after 21 hours. Duration of insemination for marinka was 2 minutes. The degluing process lasted 40 minutes with constant stirring and partial replacement of the solution. The eggs were incubated in Weiss apparatus, completely protected from light. With a high quality of reproductive products, the fertilization of eggs was 90%. The incubation time at a water temperature of 19.5-20.0 °C continued 3-4 days (60-78 degree days). The yield of prelarvae made 19-20%. Under industrial conditions, keeping the larvae lasted 4-5 days. When feeding marinka larvae, in order to increase their survival, it is advisable to use only decapsulated Artemia eggs. The juvenile period of development of Balkhash marinka began on the 30-35th day. Aller Aqua dry food was gradually introduced into the diet of fry. Under optimal abiotic and biotic conditions, the fry growth rate reached 0.075 and 7.32%/day. At the end of September marinka underyearlings with an average weight of 11.0 g were released into Lake Balkhash. The research results will serve as a theoretical and practical basis for the development of adapted technologies for the artificial reproduction of rare and endemic fish species and their introduction at fish farms.

Key word: Balkhash marinka, recirculating aquaculture system, spawners, Weiss apparatus, incubation, fish stock, stocking with fish

Acknowledgments: the study is funded by the Ministry of Ecology and Natural Resources of the Republic of Kazakhstan (Grant No. BR10264236).

For citation: Sharipova O. A., Assylbekova S. Zh., Kumataev E. E., Makhmetov I. S. Biotechnology of reproduction and cultivation of fish stock of Balkhash marinka (*Schizothrax argentatus*) in industrial conditions. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing industry.* 2023;2:43-52. (In Russ.). <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2023-2-43-52>. EDN IOWVUE.

Введение

При постоянно возрастающем антропогенном воздействии на водные ресурсы искусственное воспроизводство становится наиболее актуальным направлением в комплексе работ по сохранению редких и исчезающих видов рыб.

Балхашская маринка является эндемиком Или-Балхашского бассейна. Она представлена двумя морфологическими типами: балхашской (*Schizothorax argentatus axargentatus*, Kessler, 1889) и илийской (*Schizothorax argentatus pseudaksaiensis*, Herzenstain, 1889). Илийская маринка с 1991 г. внесена в Красную книгу, а балхашская маринка относится к категории видов, находящихся в критическом состоянии.

Балхашская маринка была распространена по акватории бассейна, включая все типы водных объектов – от горных ручьев до крупных водоемов [1]. В прошлом столетии маринка в промысловых уловах занимала одну из лидирующих позиций и очень ценилась местным населением. В 1930–1958 гг. уловы маринки в среднем составляли 1,5 тыс. т в год. Но в последующие годы уловы пошли на убыль, и к середине 70-х гг. маринка перестала быть объектом промысла [2]. Комплекс антропогенных факторов (изменение состава ихтиофауны в связи с акклиматизацией новых видов, ухудшение гидрологического режима в результате зарегулирования стока р. Или, загрязнение акватории бассейна вредными веществами промышленных и сельскохозяйственных сбросов) стал лимитирующим для сохранения и устойчивого существования аборигенных видов рыб бассейна, в том числе и балхашской маринки. В настоящее время ее популяция сохранилась в р. Токрыаун (Северное Прибалхашье) благодаря отсутствию акклиматизантов (особенно хищных видов рыб), проникновение которых стало невозможным из-за естественной изолированности реки от оз. Балхаш [1].

В 60-х гг. прошлого века ученые Казахского научно-исследовательского института рыбного хозяйства проводили первые опыты по искусственному воспроизводству балхашской маринки на р. Или и Лепсы [3, 4]. Рыбоводные работы включали искусственное оплодотворение естественно нерестящихся рыб, а также применение гипофизарных инъекций для стимулирования нереста производителей. Результаты исследований показали принципиальную возможность искусственного разведения балхашской маринки [4]. Но работы в данном направлении долгие годы не проводились.

На современном этапе восстановление популяции балхашской маринки возможно путем разработки и внедрения биотехнологии воспроизводства и вы-

ращивания рыбопосадочного материала для последующего зарыбления Или-Балхашского бассейна.

Цель исследований – разработать биотехнологические приемы получения рыбопосадочного материала балхашской маринки в промышленных условиях для реинтродукции в Или-Балхашский бассейн.

Для достижения цели и решения поставленных задач исполнители проводили следующие рыболовные работы: отлов производителей балхашской маринки в нерестовый период, преднерестовое их содержание и отбор подходящих для размножения самок и самцов, гормональное стимулирование, получение половых продуктов прижизненным методом, оплодотворение, инкубация икры, выращивание личинок и мальков, зарыбление нативного водоема сеголетками.

Материал и методы исследований

Работы по воспроизводству и выращиванию балхашской маринки проводились на собственном рыбоводном участке Балхашского филиала ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», который включает отделение для инкубации и выращивания мальков, 2 цеха для содержания средне- и старшевозрастных особей. Каждый цех имеет отдельную установку замкнутого водоснабжения (УЗВ) с бассейнами различного типа: прямоугольные, рабочим объемом 0,61 м³ (мальковое отделение), и круглые объемом 2,5 м³ (отделения для взрослой рыбы).

В конце апреля 2022 г. проведены экспедиционные выезды на р. Токрыаун для оценки нерестовой обстановки и изъятия половозрелых особей балхашской маринки для получения половых продуктов в УЗВ. Географические координаты станций отлова производителей: № 1 – 44°22'38.59" С, 77°32'17.83" В, № 2 – 47°22'7.86" С, 75°32'18.65" В.

Отлов балхашской маринки осуществлялся ставными сетями с ячеей от 20 до 45 мм, проверка сетей осуществлялась каждые 4 ч, чтобы минимизировать травмирование особей. Отловленную рыбу перевозили автотранспортом в полипропиленовых бочках объемом 120 л с постоянной подачей кислорода. Время транспортировки рыбы от места обитания до рыбоводного участка составляло 2 ч. Норму посадки особей в емкость рассчитывали согласно рекомендациям [5].

Во время карантина в бассейны с привезенной рыбой добавляли антибактериальные и противогрибковые препараты: «Антибак 250» в количестве 5 таблеток и «Аquascons метиленовый синий» 100 мл на 2,5 м³ воды. В преднерестовый период самок и самцов содержали отдельно, при отсутствии кормления (рис.).



Балхашская маринка из р. Токыраун

Balkhash marinka from the river Tokyraun

При проведении инкубационных мероприятий и выращивании рыбопосадочного материала в бассейнах рыбоводного участка ежедневно измеряли температуру воды, водородный показатель pH и содержание растворенного кислорода с использованием анализатора растворенного кислорода «Марк 303 М» и pH-метра «Марк 901». Содержание биогенных элементов в воде определяли фотометрическими методами на спектрофотометре DR 3900. Количество органического вещества, ионно-солевой состав воды определяли титриметрическими методами в соответствии с общепринятыми методиками [6, 7].

Гипофизарные инъекции половозрелым особям проводили согласно рекомендациям [8–10]. Прижизненный отбор половых продуктов осуществляли методом ручного сцеживания.

Длительность обесклеивания оплодотворенной икры, при постоянном перемешивании, составляла 40 мин, использовали водный раствор нежирного молока в объемном соотношении 1 : 10. Инкубацию икры проводили в аппаратах Вейса объемом 8 л.

Наблюдение за стадиями эмбрионального развития балхашской маринки проводили с помощью стереоскопического микроскопа МСП 1 [11].

При кормлении личинок использовали декапсулированные яйца артемии, постепенно вводя в рацион сухие стартовые корма компании Aller Aqua. Кормление проводилось круглосуточно через каждые 2 ч. В ранний мальковый период кормили декапсулированными яйцами артемии и стартовым кормом Aller Infa с крупкой размером 0,2 мм, суточная норма – 30 % от ихтиомассы, кратность – 8 раз в сут через каждые 3 ч. В питании подросших мальков использовали корм Aller Futura (0,9–1,6 мм) в количестве 10–15 % от ихтиомассы. Кратность кормления составляла 4 раза в дневное время суток

через каждые 4 ч. Сеголеток кормили производственным кормом Aller Bronze (2 мм) 3 раза в день.

Контрольное взвешивание молоди осуществляли еженедельно на электронных весах AR 5120 с точностью 0,01 г.

Учитывая высокий темп роста личинок и мальков, рассчитывали показатели общепродукционного коэффициента массонакопления (K_M) и удельной скорости роста (Specific Growth Rate (SGR)) [12–14]. При кормлении мальков стартовыми и производственными кормами рассчитывали кормовой коэффициент [15].

В конце сентября пробная партия сеголеток маринки, полученных в УЗВ, была выпущена в оз. Балхаш (залив Шубартюбек, координаты – 46°45'50.35" С, 74°40'00.92" В).

Результаты и обсуждение

Размножение является сложным периодом в жизни производителей и одной из самых важных технологических фаз искусственного воспроизводства рыб.

При преднерестовом содержании самки и самцы были помещены отдельно, период адаптации длился 5 суток, кормление не проводилось. Для получения половых продуктов отбирались производители с правильной формой тела, развитой мускулатурой, сформированными плавниками, отсутствием признаков заболеваний и травм, с яркой окраской, характерной для брачного периода. В зависимости от стадии зрелости гонад и температурного режима к самкам применена 2- и 3-кратная схема гормональной стимуляции ацетонированным гипофизом карпа. Самцы хорошо созревали после однократного введения препарата.

Основные технологические и биологические показатели при проведении инкубационных мероприятий представлены в табл. 1.

Таблица 1

Table 1

Рыбоводно-биологические показатели при воспроизводстве балхашской маринки в промышленных условиях

Fish breeding and biological indicators in the reproduction of Balkhash marinka in industrial conditions

Показатель	Значение
Преднерестовое содержание производителей	
Отход производителей при транспортировке, %	1
Температура воды в бассейнах, °С	19,0–20,0
Соотношение полов, самки/самцы	1 : 2
Плотность посадки производителей, кг/м ³	10
Отход самок при преднерестовом содержании, %	5
Отход самцов при преднерестовом содержании, %	0
Продолжительность периода, сут	5
Получение половых продуктов	
Температура воды в период гормональной стимуляции, °С	19,0–20,0
Масса самок, кг	1,063–1,110
Масса самцов, кг	0,510–0,680
Возраст самок, лет	9–10
Возраст самцов, лет	7–8
Кратность гипофизарных инъекций: – для самок, 1 партия / 2 партия, количество инъекций; – для самцов, количество инъекций	3 / 2 1
Расход гипофиза: – для самок, 1 партия / 2 партия, мг/кг; – для самцов, мг/кг	0,3–3,0–2,0 / 0,3–3,0 1,5
Время между инъекциями самкам: – между предварительной и разрешающей, ч; – между разрешающей и дополнительной, ч	12 24
Созревание самок после инъекций, %	75
Оплодотворение икры, 1 партия / 2 партия, %	90 / 65
Выживаемость производителей после нереста: – самки, %; – самцы, %	80 100
Рабочая плодовитость самок, шт.	24 600–29 440
Диаметр зрелых икринок, мм	2,0 ± 0,3
Концентрация обесклеивающего раствора (молоко), мл/1 л воды	100
Инкубация икры	
Температура при инкубации, °С	19,5–20,0
Максимальное количество икринок при загрузке в аппарат Вейса, шт.	35 000
Скорость потока воды: – первые 10 ч инкубации, л/мин; – последующие, л/мин	0,6–0,8 1,0–1,2
Продолжительность инкубации: – 1 партия, сут/градусодни; – 2 партия, сут/градусодни	4/78 3/60
Выход живых постэмбрионов, %	19–20
Выдерживание предличинок	
Температура воды в бассейнах, °С	19,0–20,0
Длина предличинок, мм	4,0–5,0
Продолжительность выдерживания, сут	4–5
Плотность посадки предличинок, тыс. шт./м ³	10,0

Время от последней инъекции до овулирования икры составило для самки, инъецированной трижды, 15 ч, для дважды проколотой – 21 ч.

В соответствии с готовностью производителей к нересту проводили прижизненный отбор проб методом ручного сцеживания. Процесс отцеживания икры и спермы до их смешивания длился

5 мин. Продолжительность осеменения составила 2 мин. После добавления к икре спермы приступили к перемешиванию перьями, для повышения активности спермы дважды добавляли воду с интервалом времени 30 с. Для обесклеивания использовали раствор нежирного молока, длительность процедуры

Sharipova O. A., Assylbekova S. Zh., Kupaev E. E., Makymetov I. S. Biotechnology of reproduction and cultivation of fish stock of Balkhash marinka (*Schizothorax argenteus*) in industrial conditions

при постоянном перемешивании и подмене раствора составляла 40 мин.

Инкубацию икры осуществляли в аппаратах Вейса, полностью защищая икру от света.

В период инкубации температурные значения воды соответствовали 19,5–20,0 °С, содержание растворенного кислорода оптимальное – 8,2–8,7 мг/дм³ (90–97 % насыщения).

Оплодотворение в первом случае составило 90 %. Низкий процент (65 %) оплодотворения во втором случае объясняется слабой репродуктивной способностью самцов. В зависимости от температурного режима процесс инкубации продолжался 3–4 сут (60–78 градусодней).

Эмбриональное развитие балхашской маринки включает все этапы эмбриогенеза рыб семейства карповых. Эмбрионы в процессе развития проходят ряд критических стадий, когда наблюдается повышенная чувствительность к абиотическим факторам среды: дробление бластодиска, стадия гастрюляции, перед и во время выклева. Поэтому необходимо создать оптимальные условия для развития икры: поддерживать в аппаратах Вейса определенный расход воды, не допускать резких перепадов температуры воды, контролировать качество водной среды (особенно содержание кислорода), оберегать икру от света и механических воздействий, удалять пустые оболочки икринок.

В первые 12 ч инкубации отход икры составил всего 5 %. В период дробления бластодиска отход увеличился до 15 %, на стадии гастрюляции – до 30 %, на заключительном этапе перед выклевом – до 30 %. Выход живых постэмбрионов составил 19–20 %. Предличинки балхашской маринки прозрачные, пигментации нет. Они питаются за счет большого желточного мешка, малоподвижны. Выдерживание предличинок проводили в затемненных условиях. С переходом личинок на смешанное питание (в возрасте 4–5 сут) закончился эмбриональный период развития маринки.

Личиночный период развития является одним из наиболее ответственных моментов в жизни рыб. На фоне очень быстрого роста практически заканчивается формирование и развитие всех систем

организма, происходит адаптация к экологическим условиям. Именно в это время закладываются основы здоровья особи и ее трофические навыки. Следует подбирать полноценные корма, а также корректно устанавливать периодичность кормления с учетом физиологических потребностей личинок. При переходе на внешнее питание в качестве корма использовали декапсулированные яйца артемии. Суточная норма составляла 40 % от ихтиомассы, кратность кормления – 12 раз в сут, через каждые 2 ч. Спустя 3 недели экзогенного кормления личинок перевели на 8-кратное питание (каждые 3 ч).

При кормлении первой партии личинок, начиная с третьих суток, добавляли 5 % сухого корма Aller Infa с размером крупки 0,2 мм, постепенно увеличивая его количество. Переход на кормление только сухим кормом составил 12 дней. Но при переходе в питании на стартовый корм начался большой отход (до 100–130 личинок в сут), по-видимому, пищеварительная система еще не сформирована и не вырабатывается достаточное количество ферментов. Поэтому вторую партию личинок кормили рачком артемия более длительное время, что положительно отразилось на выживаемости. Масса личинок балхашской маринки в возрасте 10 сут варьировала в пределах 3,2–4,0 мг, длина – 8–11 см. Личинки в возрасте 17 сут достигли 9,8–13,5 мг массы, 12–16 мм длины.

В искусственных условиях выращивания личиночный период развития маринки закончился на 30–35 сут. С появлением на теле чешуи наступил мальковый период.

Ранние мальки приобретают почти все признаки взрослой особи, но еще имеются отличия: более крупные глаза, череп, подвесок и жаберные дуги в основном хрящевые. Подросшие мальки отличаются от взрослых рыб только соизмеримостью отдельных пластических признаков (высота тела, длина туловищного и хвостового отделов, размер головы и др.) к абсолютной длине тела. Характеристика рыбоводных показателей при выращивании мальков в УЗВ представлена в табл. 2.

Таблица 2

Table 2

Рыбоводно-биологические показатели балхашской маринки в мальковый период

Fish breeding and biological indicators of Balkhash marinka in the juvenile period

Показатель	Значение
Температура воды в бассейнах, °С	19,0–25,0
Оптимальная температура воды, °С	22,0–23,0
Исходная масса (ранние мальки), мг	49,5 ± 17,5
Период выращивания, сут	85
Плотность посадки, шт./м ³	500

Окончание табл. 2
 Ending of the Table 2

Показатель	Значение
Суточная доза корма, % от ихтиомассы:	
– ранние мальки;	30
– поздние мальки	15
Кратность кормления, раз/сут:	
– ранние мальки;	8
– поздние мальки	4
Корм:	
артемия;	
Aller Infa, размер фракции, мм;	0,2
Aller Futura, размер фракции, мм	0,9–1,6
Кормовой коэффициент	1,7–2,5
Конечная масса (поздние мальки), г	10,6 ± 1,8
Выживаемость молоди за период, %	90

При кормлении ранних мальков использовали стартовый корм Aller Infa, а также продолжали добавлять декапсулированные яйца рачка артемия для повышения выживаемости молоди. При смешанном питании наблюдался отход лишь единичных экземпляров с физиологическими дефектами развития. Мальков, при достижении массы 600–800 мг, перевели на корм Aller Futura.

В промышленных условиях, при создании оптимальных абиотических и биотических условий, темп роста мальков балхашской маринки был достаточно высокий. Средние значения общепродук-

ционного коэффициента массонакопления (K_M) и удельной скорости роста (SGR) соответствовали 0,075 и 7,32 %/сут.

В период выращивания личинок и мальков ежедневно осуществлялся контроль параметров водной среды. Температурные значения воды при выращивании личинок менялись в диапазоне 18,5–22,0 °С, мальков – 19,0–25,0 °С. Понижение и повышение температуры происходило постепенно, суточные перепады не превышали 1,5 °С.

Основные показатели водной среды представлены в табл. 3.

Таблица 3
 Table 3

Гидрохимические показатели в бассейнах в личиночный и мальковый периоды развития балхашской маринки

Hydrochemical indicators in the pools in the larval and fry periods of development of Balkhash marinka

Показатель	Значение	Допустимое значение
Водородный показатель pH	8,23–8,42	6,5–8,5
Растворенный кислород, мг/дм ³	6,50–8,04	не ниже 6,0
Перманганатная окисляемость, мгО/дм ³	3,6–7,7	10,0
Азот аммонийный, мг/дм ³	0,02–0,26	0,75
Нитриты, мг/дм ³	0,013–0,040	0,30
Нитраты, мг/дм ³	9,4–26,7	40,0
Фосфаты, мг/дм ³	0,12–0,23	0,30
Общее железо, мг/дм ³	0,02–0,03	0,10
Общая жесткость, мг-экв./дм ³	5,89–6,05	6,0
Минерализация, мг/дм ³	770–817	1 000

В УЗВ снижение количества органического вещества и биогенных элементов происходит в результате биохимических процессов, осуществляемых бактериями в биофильтре. При эффективной биологической очистке концентрации органики, соединений азота, фосфора и железа не превышали допустимых уровней. В период выращивания ма-

ринки ионно-солевой состав был стабильный, вода пресная, с минерализацией 770–817 мг/дм³.

Заболевания маринки при выращивании в УЗВ не зафиксированы. В условиях аквакультуры отсутствуют факторы естественного отбора, которые свойственны природным популяциям (условия среды обитания, пищевая конкуренция, пресс хищников и др.), поэтому отдельные рыбы могут

Sharipova O. A., Assylbekova S. Zh., Kupaev E. E., Makhrimov I. S. Biotecchnology of reproduction and cultivation of fish stock of Balkhash marinka (*Schizothorax argalianus*) in industrial conditions

иметь аномалии строения. В нашем случае у единичных экземпляров наблюдалось искривление скелета (хвостовой стебель), что, по-видимому, обусловлено патологиями в эмбриональный период развития и механическими повреждениями.

В рамках реализации проекта перед исполнителями стояла задача – подготовить жизнестойкий рыбопосадочный материал для зарыбления нативного водоема.

Для определения жизнеспособности молоди, полученной в УЗВ, изучили флуктуирующую асимметрию (ФА), которая позволяет оценить отклонения в развитии. Возникновение дефектов связано с нестабильностью организма в части продуцирования нормального фенотипа в связи с генетическими и экологическими нарушениями в период раннего онтогенеза [16, 17]. Для оценки ФА сравнивали число тычинок справа и слева на первой жаберной дуге, число лучей в парных плавниках (грудных и брюшных). Асимметрия в строении балхашской маринки не установлена, что свидетельствует о стабильности развития молоди и отсутствии экологических факторов стресса. Данный метод, эффективный и нетравматичный, может быть использован как элемент программы мониторинга молоди, полученной искусственным путем.

Местом зарыбления был выбран залив Шубартюбек, расположенный вдоль северного берега Западного Балхаша. Береговая линия залива изрезана, имеются удобные для адаптации сеголеток маринки участки с высшей водной растительностью и слабым ветровым перемешиванием водных масс. Время доставки посадочного материала автотранспортом от рыбоводного цеха составляет не более 30 мин.

Сравнительный анализ воды в УЗВ и озере показал, что химический состав отличается по жесткости, содержанию главных ионов. Минерализация озерной воды в 2 раза выше. Был проведен эксперимент на определение адаптационной способности и степени выживаемости молоди в природной воде. В емкость с озерной водой были отсажены мальки, продолжительность опыта составляла 3 недели. В первые двое суток мальки неохотно брали корм, но на общее состояние и двигательную активность изменения водной среды не повлияли. После адаптации рыбы питались активно, абсолютные и относительные показатели роста опытной партии значительно ниже показателей контрольной. Выживаемость в обеих партиях составила 100 %.

Перед зарыблением была проведена бонитировка, в результате которой отобраны особи балхашской маринки для формирования ремонтного стада в УЗВ и подготовлен рыбопосадочный материал. В конце сентября в оз. Балхаш были выпущены се-

голетки, средняя штучная навеска составляла 11,0 г. Рыбы перевозились в полиэтиленовых пакетах (рукавах) с закачиванием кислорода. Во время транспортировки отход не наблюдался, состояние рыб хорошее. Температурный режим в месте зарыбления и бассейнах УЗВ был идентичным – 19,0 °С, поэтому адаптационные манипуляции при выпуске сеголеток не проводили. Зарыбление озера балхашской маринкой осуществлялось комиссионно, в соответствии с требованиями «Правил проведения работ по зарыблению водоемов, рыбохозяйственной мелиорации водных объектов».

Заключение

Результаты рыбоводных работ показали принципиальную возможность получения жизнеспособного потомства балхашской маринки в УЗВ.

В зависимости от стадии созревания гонад к самкам применена 2- и 3-кратная схема гормональной стимуляции нереста. Самцов достаточно инъектировать однократно. При высоком качестве репродуктивных продуктов оплодотворение икры составило 90 %. Время инкубации в аппаратах Вейса при температуре 19,5–20,0 °С соответствовало 3–4 сут (60–78 градусодням). Эмбрионы в процессе развития проходят ряд критических стадий: на этапах дробления бластодиска отход увеличился до 15 %, на стадии гастрюляции – до 30 %, на заключительном этапе перед выклевом – до 30 %. Выход предличинки составил 19–20 %. В индустриальных условиях выживание предличинки продолжалось 4–5 сут.

В питании личинок целесообразно использовать только декапсулированные яйца рачка артемия. В рацион мальков постепенно вводили стартовый корм Aller Infa с размером фракции 0,2 мм, заменяя им артемию. По мере роста молоди переходили на использование в питании стартовых и производственных кормов более крупной фракции, удовлетворяющих физиологические потребности растущего организма.

Мальковый период развития маринки начался на 30–35 сут. В индустриальных условиях темп роста молоди достаточно высокий, средние значения общепродукционного коэффициента массонакопления и удельной скорости роста соответствовали 0,075 и 7,32 %/сут.

Впервые в искусственных условиях был получен рыбопосадочный материал балхашской маринки и проведены мероприятия по зарыблению сеголетками оз. Балхаш.

Материалы, полученные в ходе исследований, послужат теоретическими и практическими основами для разработки и внедрения адаптированных технологий искусственного воспроизводства редких и эндемичных видов рыб.

Список источников

1. Исбеков К. Б., Тимирханов С. Р. Редкие рыбы озера Балхаш. Алматы: ТОО «Издательство LEM», 2009. С. 82–102.
2. Савина Н. О. Биология балхашской маринки // Изв. ВНИРО. 1956. Т. XXXVII. С. 129–148.
3. Попова С. А. Первые итоги искусственного разведения балхашской маринки // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. Алма-Ата: Наука, 1966. Вып. 5. С. 224–230.
4. Попова С. А. Материалы искусственного разведения балхашской маринки и результаты подращивания молоди // Рыбные ресурсы водоемов Казахстана и их использование. Алма-Ата: Наука, 1970. Вып. 6. С. 142–144.
5. Алекин О. А. Методы исследования органических свойств и химического состава воды // Жизнь пресных вод СССР. М.: Изд-во АН СССР, 1959. Т. 4. С. 213–298.
6. Григорьев С. С., Седова Н. А. Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами: учебное пособие. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатГТУ, 2008. Вып. 2, ч. 1. 186 с.
7. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши / под ред. д-ра хим. наук, проф. А. Д. Семенова. Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 542 с.
8. Гербельский Н. Л. Метод гипофизарных инъекций и его роль в рыбоводстве. Гормональная стимуляция полового цикла рыб в связи с задачами воспроизводства рыбных запасов // Тр. ВНИРО. 1975. Т. 111. С. 7–22.
9. Залепухин В. В. Физиолого-биохимическая картина крови карповых рыб в процессе получения икры по-

сле экзогенного стимулирования созревания // Вестн. Астрахан. гос. техн. ун-та. 2005. № 3 (26). С. 104–111.

10. Булавин Е. Ф. Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика развития икры и личинок сазана и карпа при заводском воспроизводстве // Universum: Химия и биологи: электронный научный журнал. 2017. № 5 (35). URL: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/4759> (дата обращения: 12.05.2022).

11. Макеева А. П. Эмбриология рыб. М.: Изд-во МГУ, 1992. С. 126–130.

12. Баранов С. А., Резников В. Ф., Стариков Е. А., Толчинский Г. И. Основные уравнения роста биологических объектов // Биологические ресурсы внутренних водоемов СССР. М.: Наука, 1979. С. 156–168.

13. Купинский С. Б. Продукционные возможности объектов аквакультуры. М.: Экон-Информ, 2010. 139 с.

14. Hopkins K. D. Reporting Fish Growth: A Review of the Basics // Journal of the World Aquaculture Society. 1992. V. 23 (4). P. 173–179.

15. Щербина М. А., Гамыгин Е. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре. М.: Изд-во ВНИРО, 2006. 360 с.

16. Palmer A. R., Strobeck C. Fluctuating asymmetry analyses revisited // Developmental instability: causes and consequences. N. Y.: Oxford University Press, 2003. P. 279–319.

17. Lemberget T., McCormick M. Replenishment success linked to fluctuating asymmetry in larval fish // Ecology. 2009. P. 83–93.

References

1. Isbekov K. B., Timirkhanov S. R. *Redkie ryby ozera Balkhash* [Rare fishes of Lake Balkhash]. Almaty, TOO «Izdatel'stvo LEM», 2009. Pp. 82-102.
2. Savina N. O. *Biologiya balkhashskoi marinki* [Biology of Balkhash marinka]. *Izvestiya VNIRO*, 1956, vol. XXXVII, pp. 129-148.
3. Popova S. A. *Pervye itogi iskusstvennogo razvedeniia balkhashskoi marinki* [First results of artificial breeding of Balkhash marinka]. *Rybnye resursy vodoemov Kazakhstana i ikh ispol'zovanie*. Alma-Ata, Nauka Publ., 1966. Iss. 5. Pp. 224-230.
4. Popova S. A. *Materialy iskusstvennogo razvedeniia balkhashskoi marinki i rezul'taty podrashchivaniia molodi* [Materials of artificial breeding of Balkhash marinka and results of rearing juveniles]. *Rybnye resursy vodoemov Kazakhstana i ikh ispol'zovanie*. Alma-Ata, Nauka Publ., 1970. Iss. 6. Pp. 142-144.
5. Alekin O. A. *Metody issledovaniia organicheskikh svoistv i khimicheskogo sostava vody* [Methods for studying organic properties and chemical composition of water]. *Zhizn' presnykh vod SSSR*. Moscow, Izd-vo AN SSSR, 1959. Vol. 4. Pp. 213-298.
6. Grigor'ev S. S., Sedova N. A. *Biologicheskie osnovy i osnovnye napravleniia razvedeniia ryby industrial'nymi metodami: uchebnoe posobie* [Biological bases and main directions of fish breeding by industrial methods: textbook]. *Petropavlovsk-Kamchatskii*, Izd-vo KamchatGTU, 2008. Iss. 2, part 1. 186 p.

7. *Rukovodstvo po khimicheskomu analizu poverkhnostnykh vod sushi* [Guidelines for chemical analysis of land surface waters]. Pod redaktsiei d-ra khim. nauk, prof. A. D. Semenova. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1977. 542 p.

8. Gerbel'skii N. L. *Metod gipofizarnykh in'ektsii i ego rol' v rybovodstve*. Gormonal'naia stimulatsiia polovogo tsikla ryb v svyazi s zadachami vosproizvodstva rybnnykh zapasov [Method of pituitary injections and its role in fish farming. Hormonal stimulation of sexual cycle of fish in connection with problems of reproduction of fish stocks]. *Trudy VNIRO*, 1975, vol. 111, pp. 7-22.

9. Zalepukhin V. V. *Fiziologo-biokhimicheskaiia kartina krovi karpovykh ryb v protsesse poluchenii iкры после ekzogennoho stimulirovaniia sozrevaniia* [Physiological and biochemical picture of blood of cyprinids in obtaining eggs after exogenous stimulation of maturation]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*, 2005, no. 3 (26), pp. 104-111.

10. Bulavin E. F. *Sravnitel'naia rybovodno-biologicheskaiia kharakteristika razvitiia iкры i личинок sазана i карпа pri zavodskom vosproizvodstve* [Comparative fish-breeding and biological characteristics of development of eggs and larvae of carp and carp during factory reproduction]. *Universum: Khimiia i biologi: elektronnyi nauchnyi zhurnal*, 2017, no. 5 (35). Available at: <http://7universum.com/ru/nature/archive/item/4759> (accessed: 12.05.2022).

11. Makeeva A. P. *Embriologiya ryb* [Embryology of fish]. Moscow, Izd-vo MGU, 1992. Pp. 126-130.

12. Baranov S. A., Reznikov V. F., Starikov E. A., Tolchinskii G. I. Osnovnye uravneniia rosta biologicheskikh ob"ektov [Basic equations for growth of biological objects]. *Biologicheskie resursy vnutrennikh vodoemov SSSR*. Moscow, Nauka Publ., 1979. Pp. 156-168.

13. Kupinskii S. B. *Produksionnye vozmozhnosti ob"ektov akvakul'tury* [Production capabilities of aquaculture objects]. Moscow, Ekon-Inform, 2010. 139 p.

14. Hopkins K. D. Reporting Fish Growth: A Review of the Basics. *Journal of the World Aquaculture Society*, 1992, vol. 23 (4), pp. 173-179.

15. Shcherbina M. A., Gamygin E. A. *Kormlenie ryb v presnovodnoi akvakul'ture* [Feeding fish in freshwater aquaculture]. Moscow, Izd-vo VNIRO, 2006. 360 p.

16. Palmer A. R., Strobeck C. *Fluctuating asymmetry analyses revisited. Developmental instability: causes and consequences*. New York, Oxford University Press, 2003. Pp. 279-319.

17. Lemberget T., McCormick M. Replenishment success linked to fluctuating asymmetry in larval fish. *Ecologia*, 2009, pp. 83-93.

Статья поступила в редакцию 01.03.2023; одобрена после рецензирования 12.04.2023; принята к публикации 01.06.2023
The article is submitted 01.03.2023; approved after reviewing 12.04.2023; accepted for publication 01.06.2023

Информация об авторах / Information about the authors

Ольга Александровна Шарипова – заведующий комплексной рыбохозяйственной лабораторией; Балхашский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»; oshar1969@mail.ru

Сауле Жангировна Асылбекова – доктор биологических наук, доцент; заместитель генерального директора; ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»; assylbekova@mail.ru

Еркинбек Ерикович Куматаев – директор; Балхашский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»; ee_k77@mail.ru

Ильяс Серикович Махметов – научный сотрудник; Балхашский филиал ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства»; ilyas19_96@mail.ru

Olga A. Sharipova – Head of the Integrated Fisheries Laboratory; Balkhash Branch of Research and Production Center of Fisheries, LLP; oshar1969@mail.ru

Saule Zh. Assylbekova – Doctor of Biological Sciences, Assistant Professor; Deputy General Director; Research and Production Center of Fisheries, LLP; assylbekova@mail.ru

Erkynbek E. Kumataev – Director; Balkhash Branch of Research and Production Center of Fisheries, LLP; ee_k77@mail.ru

Ilyas S. Makhmetov – Researcher; Balkhash Branch of Research and Production Center of Fisheries, LLP; ilyas19_96@mail.ru

