



## Аквакультура и технологии воспроизводства

УДК 639.371.5.03

### ТЕХНОЛОГИИ ИСКУССТВЕННОГО ВОСПРОИЗВОДСТВА ЧЕРНОМОРСКО-АЗОВСКОЙ ШЕМАИ *ALBURNUS LEOBERGI*

© 2018 Г. В. Головки, Г. И. Карпенко, Л. И. Зипельт

*Азовский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства, Ростов-на-Дону 344002, Россия*  
*E-mail: golovko\_g\_v@azniirkh.ru*

**Аннотация.** Проведен анализ технологий воспроизводства черноморско-азовской шемаи *Alburnus leobergi*, разработанных с 1929 г. по настоящее время. Первая технология включала минимальное количество этапов жизненного цикла шемаи: вылов зрелых производителей на нерестилищах во время икрометания, получение половых продуктов, инкубацию икры на венниках, в корзинах и аппаратах Сес-Грина в речных условиях и выпуск эмбрионов и личинок в реки. Современные технологии воспроизводства шемаи осуществляют контроль всех этапов жизненного цикла: заготовку производителей в период осенней и весенней анадромных миграций, получение икры с применением гормональной стимуляции и без нее, инкубацию икры и выдерживание эмбрионов, выращивание молоди, выпуск в естественный водоем, а также доместикацию производителей, формирование индустриальных маточных стад и товарное выращивание. Для каждой из описанных технологий воспроизводства шемаи отмечены существенные различия, приведены нормативы и эффективность их применения.

**Ключевые слова:** черноморско-азовская шемая, *Alburnus leobergi*, технологии воспроизводства, жизненный цикл, искусственное воспроизводство, нормативы

### TECHNOLOGIES FOR ARTIFICIAL REPRODUCTION OF THE AZOV-BLACK SEA SHEMAYA *ALBURNUS LEOBERGI*

G. V. Golovko, G. I. Karpenko, L. I. Zipelt

*Azov Sea Research Fisheries Institute, Rostov-on-Don 344002, Russia*  
*E-mail: golovko\_g\_v@azniirkh.ru*

**Abstract.** Analysis of reproduction techniques for the Azov-Black Sea shemaya *Alburnus leobergi* from the simplest, developed in 1929, to the present ones, which control all the life cycle stages, is carried out. The first technology in use involved a minimum number of life cycle stages of the cultured species: capture of mature

breeders on their spawning grounds during their spawning season, obtaining of reproductive products, egg incubation on besoms, wicker baskets and Seth Green incubators in the river environment, and release of embryos and larvae in rivers. Modern technologies of shemaya reproduction involve control over all the life cycle stages, from collection of breeders during autumn and spring anadromous migrations, through their domestication, obtainment of eggs with or without hormonal stimulation, incubation of eggs and retaining of embryos, rearing of juveniles and their release into a natural water body, and down to composition of industrial broodstocks and commercial rearing. All technologies for shemaya reproduction are described with regard to their differences between each other, reproduction techniques standards and their efficiency.

**Keywords:** Azov-Black Sea shemaya, *Alburnus leobergi*, reproduction techniques, life cycle, artificial reproduction, standards

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время черноморско-азовская шемайя (*Alburnus leobergi* Freyhof, Kottelat, 2007) является редким видом, занесенным в Красную книгу России [1], Ростовской области [2] и Краснодарского края [3]. Впервые о необходимости искусственного разведения шемаи в связи с ее высокой пищевой ценностью и неблагоприятными условиями естественного размножения было заявлено Н.Я. Данилевским около 150 лет назад [4]. В 1929 г. в России был осуществлен первый опыт искусственного воспроизводства черноморско-азовской шемаи [5]. В последующем осуществлялись исследования биологии вида, разрабатывались элементы разных технологий искусственного разведения и проводились воспроизводственные работы. В XXI веке научные исследования продолжились в направлении дальнейшего совершенствования: сотрудниками НИИ Волгоградского отделения ГосНИОРХ на базе ФГУП «Медведицкий экспериментальный рыбопродуктовый завод» были проведены работы по доместикации «диких» производителей с созданием ремонтно-маточного стада из молоди, выращенной в прудовых условиях, а также по формированию генетически гетерогенных аквакультурных маточных стад шемаи [6]. Зарубежные исследования по разведению шемаи в условиях прудовых хозяйств, биологии, физиологии, генетике вида и др. в экологических условиях, отличающихся от естественных условий ареала его обитания, и товарному выращиванию осуществляются в Китае с 2001 г. [7–10].

Технологии воспроизводства многих видов рыб, в т. ч. и черноморско-азовской шемаи, охватывают различное количество этапов жизненного цикла и характеризуются неодинаковой степенью управления процессами получения молоди. С этой точки зрения рассматриваются все существующие техно-

логии с постепенным включением в технологический процесс новых этапов жизненного цикла шемаи и усовершенствованием технологических элементов, применяемых ранее.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводились на территории ареала черноморско-азовской шемаи и за его пределами (Китай) начиная с 1928 г. по настоящее время. Для исследований были разработаны и использованы традиционные в настоящее время рыбоводные и ихтиологические методики [6–13].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Искусственное воспроизводство черноморско-азовской шемаи началось в начале XX века при нарушении условий размножения в реках, а также в результате интенсивного гидростроительства, которое привело к изменению среды обитания многих видов рыб, лишив их нерестилищ или доступа к ним [14, 15].

### Первый опыт воспроизводства на притоках р. Кубань

В связи с наметившейся тенденцией снижения уловов шемаи кубанскими рыбаками в 1925–1928 гг., в результате снижения запасов в Азовском море, возникла необходимость поиска мероприятий по их восстановлению [5]. Весной 1929 г. был осуществлен эксперимент разведения шемаи специалистом по рыбоводству А.Ф. Ершовым на рыбоводных пунктах рр. Псекупс и Пшиш с использованием производителей со зрелыми половыми продуктами, выловленных на нерестилищах во время икрометания. Полученная от 9 самок и искусственно оплодотворенная икра инкубировалась вначале на вениках, затем в корзинах, а позже в аппаратах Сес-Грина простой конструкции, в ко-

торых икра развивалась, не подвергаясь выеданию [11]. В реки выпускали 2–3-суточных личинок после рассасывания желточного мешка [5, 16]. Норма загрузки икры в аппарат Сес-Грина составляла 55 тыс. шт. Аппараты крепились на рамы, а затем к колу в реке на участке со скоростью течения воды 0,5–1,0 м/с.

Низкая эффективность первого опыта воспроизводства шемаи была обусловлена использованием исключительно самок со зрелыми половыми продуктами и низкой жизнеспособностью 2–5-дневных личинок в речных условиях (табл. 1). Самки с гонадами IV стадии зрелости не использовались, так как не была разработана техника и методика выдерживания производителей в искусственных водоемах с целью их созревания. В то же время процесс заготовки производителей на нерестилищах в период естественного нереста отрицательно сказывался на его эффективности [16].

Результаты исследований показали, что осуществление воспроизводственных работ с шемаей возможно, но их продолжение в масштабе 1929 г. промыслового эффекта не даст, а в целях сохранения численности популяции шемаи в Азовском море на высоком уровне на перспективу потребуются воспроизводство в больших масштабах и что необходимы исследования по выдерживанию самок с незрелыми половыми продуктами до полного созревания в рыбохозяйственных водоемах.

#### **Зачатки экологической технологии воспроизводства на Горяче-Ключевской рыболовной станции**

В 1938–1942 гг. на Горяче-Ключевской рыболовной станции проводили исследования по биологии и экологии шемаи в естественных речных условиях, разрабатывали методику отлова производителей, выясняли места их нереста, осваивали и отрабатывали другие этапы рыболовного процесса и биотехнические приемы [12], необходимые для проектирования и строительства Горяче-Ключевского рыбцово-шемайного питомника. Были разработаны два звена технологического цикла воспроизводства — этап выращивания молоди до стадии малька с высокой выживаемостью (до 50,9 %) и этап длительного выдерживания производителей в прудах [15, 17].

Помимо научных исследований были продолжены воспроизводственные работы, в результате которых за период 1929–1941 гг. в бассейн р. Кубань было выпущено 118,1 млн шт. 2–3-суточных личинок шемаи, инкубированных в аппаратах Сес-Грина [15, 16].

#### **Полуэкологическая технология воспроизводства на Горяче-Ключевском рыбцово-шемайном питомнике**

В 1948 г. началось строительство рыбцово-шемайного питомника на р. Псекупс у г. Горячий Ключ, который вступил в эксплуатацию в 1951 г. В первые годы исследовательских и воспроизводственных работ производителей шемаи вылавливали на нерестилищах, получали зрелые половые продукты и производили осеменение икры [17]. После сооружения земляных прудов был отработан и включен в технологический цикл воспроизводства элемент выдерживания выловленных «диких» производителей шемаи с незрелыми половыми продуктами до их созревания, а затем и зимовки.

Технология воспроизводства шемаи на Горяче-Ключевском рыбопитомнике содержит усовершенствованные первые этапы и расширена этапом выращивания молоди до стадии сеголетка (табл. 1) [15].

Первый этап технологического цикла (заготовка производителей) был усовершенствован: вылов производителей шемаи с нерестилищ был перемещен в места промыслового лова во время анадромных миграций.

Второй этап технологического цикла (перевозка рыб с мест заготовки в питомник) был полностью отработан. Были разработаны нормативы плотностей посадки производителей при перевозке автотранспортом в брезентовых чанах в зависимости от температуры воды (табл. 2) [15].

Третий этап технологического цикла — зимовка производителей — был частично усовершенствован [14] следующими предложениями: поскольку в зимне-весенний период в районе нерестилищ производители шемаи питаются, зимовальные пруды для них должны быть обеспечены небольшой проточностью, либо интенсификацией естественной кормовой базы, либо внесением искусственных кормов, плавающих на поверхности воды, чтобы рыбы в период зимовки могли питаться [18].

Четвертый этап технологического цикла — получение икры — осуществлялся на искусственных нерестилищах двумя способами: естественным нерестом производителей на субстрате и получением икры рыбододами, что позволяло увеличить выход личинок от одной самки. С другой стороны, наличие повторного нереста на искусственных нерестилищах также увеличивало эффективность использования производителей при применении данной технологии.

**Таблица 1.** Этапы жизненного цикла шемаи, контролируемые технологиями воспроизводства с 1929 г. по настоящее время  
**Table 1.** Shemaya's life cycle stages, controlled by reproduction technologies from 1929 to present

«Дикие» производители "Wild" breeders			Инкубационный период Incubation period					Стадия развития при выпуске в естеств. водоем Developmental stage while releasing into a natural water body	Формирование ремонтно-маточного стада Broodstock composition						
Осень; III-IV стадии зрелости половых продуктов Autumn, III-IV maturity stages of reproductive products	Зимовка / Wintering	Весна; III-V стадии зрелости половых продуктов Spring, III-V maturity stages of reproductive products	Способ получения икры Method of egg obtainment	Способ оплодотворения Method of egg fertilization	Гормональные инъекции Hormonal injections	Инкубация икры Egg incubation	Выдерживание эмбрионов Retention of embryos		Сеголетки / Fingerlings	Годовики / Yearlings	2-годовики / 2-yearlings	3-годовики / 3-yearlings	4-годовики / 4-yearlings	Повторное использование Repeated use	Маточное стадо Broodstock
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Притоки р. Кубань, 1929 г. Tributaries of the Kuban River, 1929															
-	-	+	иск. art.	иск. art.	-	веники, корзины, ап. Сес-Грина besoms, wicker baskets, Seth Green incubators	ап. Сес-Грина Seth Green incubators	эмбрионы, 2-5-суточные личинки embryos, 2-5 day larvae	-	-	-	-	-	-	-
Горяче-Ключевская рыбодовная станция, 1938-1942 гг. Goryachy-Klyuch fish breeding station, 1938-1942															
-	-	+	иск. art.	иск. art.	-	ап. Сес-Грина Seth Green incubators	ап. Сес-Грина Seth Green incubators	1-2-месячные личинки 1-2 month larvae	-	-	-	-	-	-	-
Рыбодово-шемайный питомник на р. Псекупс у г. Горячий Ключ, 1949-1953 гг. Vimba bream and shemaya hatchery on the Psekups River at Goryachy Klyuch, 1949-1953															
+	+	-	иск. art.	иск. art.	-	ап. Вейса Weiss apparatuses	личиночные ванны larval vats	мальки fy	-	-	-	-	-	-	-
			ест. нерест nat. spawning grounds	ест. nat.	-	искусственные нерестилища artificial spawning grounds	мальки fy	-	-	-	-	-	-	-	-
Нерестово-выростное хозяйство на оз. Соленое, 1964-1976 гг. Spawning and rearing farm on the Solenoe Lake, 1964-1976															
+	+	+	ест. нерест nat. spawning grounds	ест. nat.	-	искусственные нерестилища artificial spawning grounds	мальки fy	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 1 (окончание)  
Table 1 (finished)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Карповые хозяйства нижнего Дона, 1995–2015 гг. Carp fish farms of the Lower Don, 1995–2015															
+	+	+	иск. art.	иск. art.	+	Ап. Ющенко Yushchenko incubators	мальки fyu	-	-	-	-	-	-	-	-
Медведицкий ЭРЗ, 2011–2013 гг. Medveditskiy experimental fish breeding farm, 2011–2013															
+	+	+	иск. art.	иск. art.	+	Ап. Ющенко Yushchenko incubators	мальки fyu	+	+	+	+	+	+	+	+
Китайские провинции, 2001–2017 гг. China provinces, 2001–2017															
+	+	+	иск. art.	иск. art.	+	ведра buckets	контейнеры containers	мальки* fyu*	+	+	+	+	+	+	+

\* Мальки не выпускаются в естественный водоем, а используются для формирования ремонтно-маточного стада и товарного выращивания.

\* Fry is not released into a natural water body, but used for broodstock composition and commercial rearing.

**Таблица 2.** Норма посадки рыба и шемаи при транспортировке**Table 2.** Limits of vimba bream and shemaya stocking during transportation

Длительность транспортировки, час. Transportation duration, hr	Температура воды, °С Water temperature, °C	Кол-во воды, л/кг массы рыбы Volume of water, l per kg of fish weight	Отход рыбы, % Fish loss, %
12	0–2	6	5,5
12	4–5	6	0
6	6–10	7	0–4,3
6	11–12	9	2,8–15,2
6	13–14	11	2,4–22,1

Пятый этап технологического цикла (инкубация икры и выдерживание эмбрионов) в первые годы существования питомника осуществляли в аппаратах Сес-Грина, установленных в р. Псекупс. Затем стали использовать аппараты Вейса и личиночные

ванны, что позволило снизить отход эмбрионов с 32,9 до 24,9 % (табл. 3). Икра перед выклевом помещалась в ванны, после выклева эмбрионов и перехода в толщу воды личинок пересаживали в выростные пруды [19].

**Таблица 3.** Биотехнические нормативы выращивания молоди шемаи на рыбаково-шемайных питомниках [14, 15]**Table 3.** Biotechnical standards for rearing of shemaya juveniles within vimba bream and shemaya hatcheries [14, 15]

Показатели / Indices	Значение Value
1	2
Плотность посадки производителей в пруды-нерестовики, шт./м <sup>2</sup> Stocking density of breeders in spawning ponds, ind./m <sup>2</sup>	3–4
Рабочая плодовитость на искусственных нерестилищах, тыс. шт. Operational fecundity at artificial spawning grounds, ths. ind.	3,8–4,5 3.8–4.5
Отход икры в аппаратах Сес-Грина, % Egg loss in Seth Green incubators, %	32,9 32.9
Норма загрузки аппаратов Вейса, л Норма загрузки аппаратов Вейса, тыс. шт. Standard stocking rate for Weiss apparatuses, l Standard stocking rate for Weiss apparatuses, ths. ind.	1,5 225 1.5 225
Отход икры в аппаратах Вейса, % Egg loss in Weiss apparatuses, %	24,9 24.9
Расход воды в аппаратах Вейса при содержании кислорода не ниже 3 мг/л, л/мин. Water consumption in Weiss apparatuses, when oxygen content is no lower than 3 mg/l, l/min	1,8 1.8
Размерные характеристики личиночных ванн, м Dimensional specifications of larval vats, m	1,25×0,75×0,15
Плотность посадки личинок в ванны, шт./см <sup>3</sup> Larvae stocking density in vats, ind./cm <sup>3</sup>	до 25 up to 25
Длительность выдерживания эмбрионов в личиночных ваннах, сут. Retention time for embryos in larval vats, days	4
Отход икры за время инкубации, % Egg loss during incubation, %	20,0 20.0
Отход личинок за время выдерживания, % Larvae loss during retention, %	20,0 20.0
Отход мальков за время выращивания, % Fry loss during rearing, %	12,0 12.0
Площадь выростных прудов, га Area of rearing ponds, ha	0,025–5,0 0.025–5.0

Таблица 3 (окончание)

Table 3 (finished)

1	2
Глубина выростных прудов, м Depth of rearing ponds, m	0,7–0,8 0.7–0.8
Естественная продуктивность предгорных наливных прудов при падении горизонтов воды в прудах менее чем 6 см/сутки, кг/га Natural productivity of submontane off-stream ponds under the condition of water level drop in ponds less than 6 cm/day, kg/ha	150,0 150.0
Весовой стандарт выпускаемой молоди, г Weight standard of released juveniles, g	0,6 0.6
Длительность выращивания, мес. Rearing duration, months	5–6
Наиболее благоприятная температура воды при: инкубации икры и выдерживании личинок выращивании мальков спуске прудов Most favorable water temperature for: egg incubation and retention of larvae fry rearing pond release	16,0–20,0 16,0–28,0 12,0–14,0 16.0–20.0 16.0–28.0 12.0–14.0
Высокая прозрачность воды на нерестилищах High level of water transparency on spawning grounds	обязательна mandatory

Шестой этап технологического цикла — выращивание молоди в прудах — также был доработан по следующими вопросам: опыты показали необходимость строительства выростных прудов площадью 4–5 га и глубиной 0,8–1,0 м, в которых возможно применение техники в целях борьбы с зарастанием высшей и погруженной растительностью; обязательное наличие на водовыпуске задвижек, позволяющих регулировать водосброс; наличие в конструкции водовпусков защитных сооружений, не допускающих выхода реофильной молоди из прудов. Были выявлены оптимальные сроки заполнения прудов водой, составляющие 3–6 суток до зарыбления, что позволяет устранить развитие вредной фауны, уничтожающей большое количество личинок; также доказана необходимость наличия рыбозащитных сооружений прудов от хищных и сорных рыб и их икры, попадающих с подаваемой водой [15]. Определено, что темп роста молоди шемаи зависел от развития естественных кормов, формируемых с помощью разработанного метода комплексных удобрений, увеличивающих рыбопродуктивность до 450 кг/га [21].

Основными сооружениями питомника после завершения строительства стали: инкубационный цех, выростные и экспериментальные пруды с регулирующими подачу воды сооружениями, насос-

ная станция с водонапорным бассейном и водопроводом, а также три небольших искусственных нерестилища [5].

Эффективность воспроизводственной деятельности Горяче-Ключевского рыбцово-шемайного питомника можно охарактеризовать следующими показателями: выростная площадь составляла 18,25 га, число выпущенной молоди в период 1959–1963 гг. варьировало от 2,1 до 5,1 млн экз., средняя масса выпущенной молоди шемаи — 0,6–1,4 г, выход молоди — 115,1–279,5 тыс. шт./га, рыбопродуктивность — 69,0–384,3 кг/га.

Уточненные в результате научных исследований и воспроизводственных работ нормативные показатели выращивания шемаи в Горяче-Ключевском питомнике представлены в табл. 3.

Существенными недостатками данной технологии, значительно снижающими ее эффективность, являлись:

- необходимость соблюдать определенный режим водоподдачи на нерестилища — поддерживать равномерные скорости течения (0,5–1,2 м/с), поскольку смена скоростей пугает рыбу и она покидает нерестилища, что приводит к резорбции икры;
- необходимость подавать на нерестилища воду, имеющую близкую по значению температуру

с температурой воды в пруде, где они содержатся и созревают, так как производители не выходят на нерестилища с более холодной водой;

- необходимость в чистой воде, т. к. в мутной воде нерест прекращается;
- зависимость длительности нереста шемаи на искусственных нерестилищах от гидрометеорологических условий (погода) и физиологического состояния рыб;
- низкая выживаемость молоди от вселенных личинок в выростных прудах по причине потребления ее молодью сорных рыб.

#### **Экологическая технология воспроизводства на нерестово-выростном хозяйстве на оз. Соленое**

Азовские лиманы являются промежуточным водоемом для молоди шемаи при скате из нерестовых рек в море. Этот факт позволил С.К. Троицкому [22] предложить использовать их акваторию для искусственного выращивания молоди проходных рыб, исключив сложность и технические трудности строительства выростной площади вне лиманов. В 1953 г. в качестве опыта в солоноватоводный Шапаривский лиман были вселены личинки шемаи и рыбца, которые к ноябрю достигли средней массы 4,4 г, что было выше, чем масса молоди в притоках Кубани и в прудах Горяче-Ключевского питомника. Преимуществом использования лиманов было близкое расположение моря, что сокращало численный урон молоди при скате. В результате рекомендации С.К. Троицкого были использованы при строительстве рыбцово-шемайного НВХ с выростным водоемом — лиманом оз. Соленое.

Рыбцово-шемайное хозяйство на оз. Соленое включало маточный пруд площадью 8 га и глубиной 0,3–0,5 м, отстойник, роль которого выполнял прилегающий к хозяйству лиман Погореловский, насосную станцию, искусственные нерестилища конструкции А.Л. Полетаева (нерестовые канавы), личиночный пруд и выростной водоем (оз. Соленое) площадью 250 га.

Для воспроизводства шемаи в данном хозяйстве были использованы элементы технологии, применяемой в Горяче-Ключевском питомнике (табл. 1): первый (заготовка производителей) и второй (перевозка рыб с мест заготовки) этапы технологического цикла полностью ей соответствовали [23].

Третий этап технологического цикла (зимовка производителей) был усовершенствован: производителей выдерживали в маточном пруду (он же

служил зимовальным) в течение 8–9 месяцев с постоянным притоком воды до 0,3 м/с. При содержании производителей в качестве корма применяли смесь комбикорма, мучных сметок и рыбного фарша; при достаточном количестве кормовых организмов в водоеме подкормку не применяли [23].

Четвертый (получение икры) и пятый (инкубация икры и выдерживание эмбрионов) этапы технологического цикла осуществлялись на искусственных нерестилищах без вмешательства рыбоводов на усовершенствованных искусственных нерестилищах.

Шестой этап технологического цикла (выращивание молоди) проходил в лимане оз. Соленое. Оптимальные кормовые условия в нем создавались при определенном режиме заполнения водой: не позднее, чем за две недели до ската в него личинок.

Выращенная молодь рыб проходила через сбросной морской канал длиной всего 3 км и попадала в прибрежную часть Азовского моря, что значительно повышало ее выживаемость во время ската по сравнению с таковой при естественном нересте в притоках р. Кубань.

Основные рыбоводные характеристики и показатели деятельности НВХ на оз. Соленое представлены следующими данными: выростная площадь в разные периоды эксплуатации варьировала от 200 до 250 га, проектная мощность достигала 6,25 млн экз. молоди шемаи и рыбца, число выпущенной молоди в период с 1965 по 1985 г. находилось в пределах 0,04–13,76 млн экз., средняя масса молоди — 0,54–1,81 г, выход молоди в период 1965–1975 гг. — от 1,16 до 6,88 тыс. шт./га, рыбопродуктивность составляла 1,68–11,76 кг/га.

Эффективность данной технологии воспроизводства шемаи снижалась из-за некоторых факторов, связанных с искусственными нерестилищами, которые в первые годы эксплуатации (1961–1964 гг.) обуславливали низкие результаты воспроизводственных работ [23]:

- недостаток самцов в некоторые сезоны влиял на повышенное количество неоплодотворенной икры (50–70 %);
- водорослевые обрастания нерестового субстрата препятствовали приклеиванию икры и приводили к низкой эффективности размножения шемаи;
- быстрое загрязнение нерестового субстрата отрицательно влияло на ход развития гонад и приводило к резорбции икры (до 36 %);



- высокая зависимость интенсивности и эффективности размножения производителей от нерегулируемых климатических и гидрологических условий [24];
- низкий выход личинок от отложенной икры в результате потребления ее молодь других видов рыб.

Всего за период 1965–1985 гг. в НВХ на оз. Соленое было выращено и выпущено в Азовское море 97,5 млн молоди шемаи. Исследованиями было выявлено, что молодь массой 0,4–0,6 г была морфологически сформирована и физиологически полноценна [23]. В то же время рыбопродуктивность лимана оз. Соленое оказалась значительно ниже (1,68–11,76 кг/га), чем тот же показатель для

выростных прудов Горяче-Ключевского рыбопитомника за период 1959–1963 гг. (69,0–384,3 кг/га).

Впоследствии некоторые элементы технологии, связанные с искусственными нерестилищами, были усовершенствованы. Стали применять затенения наднерестилищами, использовали створки раковин кардиума в качестве дополнительного к гальке нерестового субстрата, обеспечили оптимальные скорости течения и чистоту нерестового субстрата в сочетании с принятием мер для снижения потерь икры от выедания сорными рыбами. Это дало возможность гарантировать высокую эффективность размножения шемаи [23]. Применение этих разработок позволило выработать биотехнические нормативы естественного нереста шемаи на искусственных нерестилищах НВХ на оз. Соленое (табл. 4).

**Таблица 4.** Нормативы естественного нереста шемаи на искусственных нерестилищах НВХ на оз. Соленое  
**Table 4.** Standard values for natural spawning of shemaya at the artificial spawning grounds of the farm on Solenoe Lake

Нормативные показатели Standard indices	Значения* Values*
1	2
Средняя масса производителей, г Average weight of breeders, g	100
Абсолютная индивидуальная плодовитость, тыс. шт. Absolute individual fecundity, ths. ind.	25
Рабочая плодовитость, тыс. шт. Operational fecundity, ths. ind.	15
Соотношение производителей по полу Sex ratio of breeders	1 : 1
Резерв производителей, % Reserve breeders, %	15
Плотность посадки производителей в маточный пруд, шт./га Stocking density of breeders in broodstock pond, ind./ha	410
Выживаемость от икры до молоди, % Survival rate for the period from eggs to juveniles, %	20
Плотность посева икры на нерестилище, тыс. шт./м <sup>2</sup> Inoculum density of eggs on spawning grounds, ths. eggs/m <sup>2</sup>	7,5 7.5
Средняя масса мальков на выпуске, г Average weight of fry while releasing, g	0,6 0.6
Рыбопродуктивность выростных прудов, кг/га Fish productivity of rearing ponds, kg/ha	200
Отход производителей за транспортировку, % Loss of breeders during transportation, %	5–10
за нерестовую кампанию, % during spawning, %	15
повторно нерестящихся, % repeated spawners, %	40
за зимовку, % during wintering, %	20

Таблица 4 (окончание)

Table 4 (finished)

1	2
Резерв производителей, % Reserve breeders, %	15
Выход молоди с выростной площади, тыс. шт./га Output of juveniles from rearing area, ths. ind./ha	142
Выход молоди от одной самки, тыс. шт. Output of juveniles from one female, ths. ind.	4
Рыбопродуктивность, кг/га Fish productivity, kg/ha	200

\* Нормативы утверждены Начальником Главрыбвода И.В. Никоноровым 24.12.1980 г.

\* Standards are adopted by the Head of Glavrybvod (the Main Basin Department for Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources), I.V. Nikonorov, on 24.12.1980.

### Заводская технология воспроизводства на карповых хозяйствах Нижнего Дона

В конце XX века в связи с критической численностью донской части популяции черноморско-азовской шемаи на Нижнем Дону на базе типовых рыбоводных хозяйств по разведению и выращиванию карповых видов рыб было возобновлено воспроизводство шемаи и разработка заводской технологии воспроизводства [17, 20]. В ней было использовано несколько этапов технологий, применяемых ранее (табл. 1). Четвертый и пятый этапы были усовершенствованы новыми элементами и оборудованием: стали реализовывать контроль за получением половых продуктов, применяя гонадотропную стимуляцию созревания половых продуктов гормоном гипофиза карповых рыб и осуществляя инкубацию икры и выдерживание эмбрионов в специализированных аппаратах П.С. Ющенко. Немаловажным фактором для самок шемаи является их способность созреть и овулировать икру без применения гонадотропных стимуляторов, вследствие чего получение половых продуктов от производителей шемаи при заводском способе воспроизводства осуществляется двумя способами [25].

Дополнительным этапом технологического процесса при заводском способе воспроизводства черноморско-азовской шемаи является получение от самок второй порции икры, причем также двумя способами: выдерживанием производителей в садках до созревания половых продуктов при накоплении определенной суммы тепла [26] и с применением гормонального стимулирования созревания половых продуктов [27]. Аппараты конструкции П.С. Ющенко учитывают биологию развития икры рыба, аналогичного по экологии размноже-

ния шемае, и создают условия, имитирующие естественные нерестилища.

Шестой этап технологического цикла (выращивание молоди) был усовершенствован применением разработанной схемы удобрения прудов применительно к специфике почв Ростовской области с учетом сроков и норм внесения удобрений, с использованием высоких плотностей посадки личинок в выростные пруды, а также поликультуры с рыбом. Эти элементы заводской технологии запатентованы в России [27–30].

Эффективность заводской технологии воспроизводства шемаи может быть проиллюстрирована следующими показателями: число выпущенной молоди в период с 2002 по 2015 г. возросло от 0,15 до 3,33 млн экз. в год, средняя масса выпущенной молоди варьировала незначительно — 0,3–0,49 г, выростная площадь возрастала от 0,4 до 8,0 га, рыбопродуктивность изменялась в пределах от 76,0 до 225,0 кг/га. Общее число выращенной заводским способом молоди шемаи в низовье Дона с 1993 по 2015 г. составило 18,6 млн экз.

Основные показатели биотехнических нормативов заводского способа воспроизводства шемаи представлены в табл. 5, 6 [13, 31].

Преимуществами заводской технологии воспроизводства являются:

- отсутствие необходимости капиталовложений для строительства специализированных рыбоводных хозяйств при возможности использовать мощность инкубационных цехов и прудового фонда хозяйств комплексного назначения [25, 30];
- возможность повторного использования самок в воспроизводственном процессе с целью получения икры второй генерации;

**Таблица 5.** Нормативы искусственного воспроизводства черноморско-азовской шемаи по заводской технологии**Table 5.** Standard values for artificial reproduction of the Azov-Black Sea shemaya according to commercial farming method

Показатели Indices	Ед. измерения Measurement units	Нормативы Standards
1	2	3
Сроки заготовки производителей в р. Дон: осенних весенних Terms of breeder procurement in the Don River: autumn spring	месяц month	октябрь–ноябрь март–апрель October–November March–April
Масса половозрелых особей: самок самцов Weight of mature individuals: females males	кг kg	0,10–0,20 0,08–0,09 0.10–0.20 0.08–0.09
Соотношение производителей по полу Sex ratio of breeders	–	1:1
Плотность посадки производителей в пруды (садки) на выдерживание Stocking density of breeders in ponds (cages) for retention	экз./м <sup>2</sup> ind./m <sup>2</sup>	4–5
Отбраковка производителей, не соответствующих рыбоводным требованиям Rejection of breeders, which do not meet breeding requirements	%	50
Отход производителей за время выдерживания в зимовальных прудах: осенних весенних Loss of breeders during their retention in wintering ponds: autumn spring	%	20 10 20 10
Количество созревших и овулирующих доброкачественную икру самок Number of mature and ovulating sound eggs females	%	50
Температура воды при гипофизарных инъекциях Water temperature during pituitary extract injections	°C	18–21
Созревание самок после гипофизарной инъекции Maturation of females after pituitary extract injection	%	40–50
Количество гипофиза сазана, при дробной инъекции на 1 самку на 1 кг массы рыбы Amount of the European carp pituitary gland, in case of a fractional injection per 1 female per 1 kg of fish weight	мг mg	0,3–0,5 7–8 0.3–0.5 7–8
Созревание самок после единовременной инъекции Maturation of females after a single injection	час hr	25–27
Созревание самок без применения гипофизации Maturation of females without application of common bream pituitary gland	%	25–30
Загрузка оплодотворенной икры в аппараты П.С. Ющенко Loading of fertilized eggs into Yushchenko apparatuses	г g	до 320 up to 320
Средний процент оплодотворения икры Average rate of egg fertilization	%	80

**Таблица 5** (окончание)**Table 5** (finished)

1	2	3
Плотность посадки личинок в пруды при интенсификации кормовой базы Stocking density of larvae in ponds under conditions of food resources strengthening	тыс. шт./га ths. ind./ha	250–500
Сроки выращивания молоди в прудах Terms of juveniles rearing in ponds	сут. days	65–70
Средняя масса выпускаемой молоди Average weight of released juveniles	г g	0,30 0.30
Выживаемость молоди в прудах Survival rate of juveniles in ponds	%	55–60

**Таблица 6.** Нормативы интенсивного выращивания шемаи в прудах**Table 6.** Standard values for intensive rearing of shemaya in ponds

Подготовка прудов Preparation of ponds	Вспашка ложа, дезинфекция сооружений, залитие водой за 3–5 дней до вселения личинок Ploughing of a bed, disinfection of constructions, flooding with water 3–5 days prior to larvae introduction
Внесение удобрений, кг/га: до залития — органических после залития — минеральных: суперфосфат двойной аммиачная селитра через 10 дней после залития: диаммофоска нитроаммофоска Introduction of fertilizers, kg/ha: prior to flooding — organic ones after flooding — mineral ones: double superphosphate ammonium nitrate 10 days after flooding: diammophoska (double nitrogen-phosphorus fertilizer) nitroammophoska (ammonium nitrate phosphate fertilizer)	500 25 25 25 по потребности 500 25 25 25 on request
Плотность посадки личинок в пруды, млн шт./га Stocking density of larvae in ponds, mln ind./ha	1,0–1,5 1.0–1.5
Продолжительность периода выращивания, сут. Duration of rearing period, days	65–75
Выживание молоди в прудах, % Survival rate of juveniles in ponds, %	50–60
Рыбопродуктивность, кг/га Fish productivity, kg/ha	150–250

– повышение уровня организации воспроизводственного процесса и уменьшение сроков инкубации благодаря применению гипофизарных препаратов для стимуляции созревания половых продуктов производителей;

– снижение трудозатрат и количества оборудования за счет совмещения двух этапов жизненного цикла (инкубация икры и выдерживание эмбрионов) в одном специализированном аппарате П.С. Ющенко;

– повышение выживаемости молоди от вселенных личинок благодаря подготовке прудов, включающей мелиоративные мероприятия и защиту личинок выращиваемых рыб от хищных водных организмов (циклопов, головастиков, молоди сорных рыб);

Практически единственным недостатком являются трудозатраты при регулярном отборе производителей со зрелыми половыми продуктами, в процессах гормональной стимуляции и получения половых продуктов.

#### **Заводская технология воспроизводства с формированием маточного стада на Медведицком ЭРЗ**

Согласно разработанному в 2001 г. комплексу мероприятий по сохранению и воспроизводству цимлянкой популяции черноморско-азовской шемаи, Медведицкий экспериментальный рыборазводный завод в течение трех лет выпускал в бассейн р. Дон искусственно выращенную молодь

черноморско-азовской шемаи и осуществлял формирование генетически гетерогенных аквакультурных маточных стад.

Применяемая на этом предприятии технология искусственного воспроизводства на первых этапах полностью соответствовала заводскому способу воспроизводства [6].

Для создания маточного стада черноморско-азовской шемаи были разработаны и включены в технологический цикл следующие новые этапы:

- доместикация «диких» производителей в прудовых условиях;
- многократное использование доместичированных производителей для искусственного воспроизводства молоди;
- формирование ремонтно-маточного стада из молоди, выращенной в прудовых условиях.

Некоторые рыбоводные показатели воспроизводственных работ представлены в табл. 7.

**Таблица 7.** Рыбоводные характеристики воспроизводства шемаи на базе ФГУП «Медведицкий экспериментальный рыборазводный завод»

**Table 7.** Fish breeding parameters of shemaya reproduction on the basis of FSUE “Medveditskiy Experimental Fish Breeding Farm”

Показатели Indices	Значения Values
Выход при содержании в зимовальных прудах, % Output while keeping in wintering ponds, %	70 и более 70 and more
Рабочая плодовитость самок, тыс. шт. Operational fecundity of females, ths. eggs	6,9–9,4 6.9–9.4
Оплодотворяемость икры, % Egg fertilization rate, %	90–95
Плотность посадки личинок в выростной пруд, тыс. шт. Stocking density of larvae in a rearing pond, ths. ind.	120,0–217,0 120.0–217.0
Продолжительность выращивания, сут. Rearing duration, days	110–120
Выход личинок на 1 самку, шт. Larvae output per a female, ind.	8529
Выход молоди от икры, % Output of juveniles from eggs, %	31,4 31.4
Выход молоди от личинок, % Output of juveniles from larvae, %	62,8 62.8
Выход молоди на 1 самку, тыс. экз. Output of juveniles per a female, ths. ind.	2,6 2.6
Масса годовиков поколения 2011 г., г Weight of yearlings from 2011 generation, g	43
Масса двухгодовиков, г Weight of 2-yearlings, g	68
Масса трехгодовиков, г Weight of 3-yearlings, g	140
Масса четырехгодовиков, г Weight of 4-yearlings, g	185,6 185.6

Для выращивания разновозрастных групп шемаи в рыбоводных прудах были использованы нормативы, представленные в табл. 8 [32].

#### Товарное выращивание шемаи в Китае

Современные зарубежные исследования по воспроизводству и товарному выращиванию шемаи активно проводятся в Китае с 2001 г., когда данный вид был заселен в Китай из Узбекистана. С тех пор ее разведение с целью товарного выращивания начато во многих провинциях Китая. Наряду с исследованиями по разведению и выращиванию шемаи в условиях прудовых хозяйств [7, 8], физиологии вида [9], исследовали кариотип хромосом [10], морфологическое развитие и рост молоди каспийской шемаи (*Alburnus chalcoides*), выращенной в условиях питомников [33]. При научных исследованиях и разведении шемаи с целью товарного выращивания в Китае используют индустриальные способы (бассейны с сетчатыми садками для содержания

производителей шемаи, бассейны, ведра или контейнеры для инкубации и кры размерами 0,50×0,35×0,40 м и объемом 50 л, выростные и нагульные пруды (табл. 1). Привести данные о нормативных показателях воспроизводства и товарного выращивания шемаи в Китае не представляется возможным.

Сведения о воспроизводстве черноморско-азовской шемаи в других странах ареала ее обитания отсутствуют в литературных источниках.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За почти столетний период технологии воспроизводства черноморско-азовской шемаи получили значительное развитие и по охвату этапов жизненного цикла приравнялись к осетровым рыбам с выловом «диких» производителей, их доместикацией, формированием ремонтно-маточных стад в экологических условиях, не специфичных для вида, воспроизводством молоди для пополнения популяции в Азовском море до товарного выращивания в прудовых и индустриальных условиях.

Все рассмотренные технологии воспроизводства разрабатывали и применяли последовательно, постепенно усложняя и вовлекая в процесс все больше этапов жизненного цикла черноморско-азовской шемаи *Alburnus leobergi* с целью повышения эффективности воспроизводства, что способствовало восстановлению популяции шемаи в Азовском море и позволило в 2010 г. изменить II категорию «сокращающийся в численности» на V категорию статуса — «восстанавливающийся в численности» вид.

В результате, наличие разработанных технологий воспроизводства шемаи с разнообразным набором этапов технологического цикла позволяет рыбоводам выбрать любое их сочетание применительно к имеющимся в рыбоводном хозяйстве условиям и использовать для восстановления популяции шемаи в Азовском море до промысловых объемов, а также с целью товарного выращивания.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: Астрель, 2001. 862 с.
2. Редкие, исчезающие и нуждающиеся в охране животные Ростовской области. Ростов-н/Д.: Изд-во РГУ, 1996. 444 с.
3. Красная книга Краснодарского края (животные) // Адм. Краснодарского Края / Науч. ред. А.С. Замойлова. Краснодар: Центр развития ПТР Краснодарского края, 2007. С. 42.

**Таблица 8.** Временные биотехнические нормативы выращивания шемаи в водоемах

**Table 8.** Temporal biotechnical standards for shemaya rearing in water bodies

Показатели Indices	Значение Value
Оптимальная площадь прудов, га: личиночные выростные нагульные	0,1–0,2 0,5–5,0 более 500
Optimal area of ponds, ha: larval rearing fattening	0.1–0.2 0.5–5.0 over 500
Плотность посадки шемаи в пруды, тыс. шт./га: личиночные выростные нагульные	300 до 100 до 0,2
Stocking density of shemaya in ponds, ths. ind./ha: larval rearing fattening	300 up to 100 up to 0.2
Выход шемаи из прудов, %: личиночные выростные нагульные	60–70 50 80–85
Shemaya output from ponds, %: larval rearing fattening	60–70 50 80–85

4. Данилевский Н.Я. Описание рыболовства на Черном и Азовском морях // Исследования о состоянии рыболовства в России / Под ред. Н.Я. Данилевского. СПб: Изд-во Мин-ва гос. имуществ, 1871. Т. 8. 316 с.
5. Марти В.Ю. Материалы по биологии и промыслу азовско-кубанских рыба и шемаи // Тр. Азовско-Черноморской научной рыбохозяйственной станции. Вып. 4. Ростов-н/Д.: Издание Азовско-Черноморской научной рыбохозяйственной станции, 1930. С. 83–117.
6. Самотеева В.В., Науменко А.Н., Олисов В.Н. Формирование и использование маточного стада шемаи в условиях прудового хозяйства Волгоградской области // Актуальные проблемы аквакультуры в современный период : матер. Междунар. науч. конф. (г. Ростов-на-Дону, 28 сент. – 2 окт. 2015 г.). Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2015. С. 147–150.
7. Lin Y.H., Geng L.W., Wu W.H., Wang B., Xia Y.T., Liu X.Y. Studies on some biological features of *Chalcalburnus chalcooides aralensis* bred in ponds // Journal of Tianjing Normal University. Natural Science Edition. 2005. No. 24 (4). Pp. 30–33.
8. Ding C.L., Zhang S.L., Liu J.D., Lin Y.H., Wang X.H. Analysis of water quality and community composition of plankton from cultivating ponds of *Chalcalburnus chalcooides aralensis* // Journal of Jilin Agricultural University. 2013. No. 35 (3). Pp. 355–360.
9. Wang X.N., Lin Y.H., Jiang Q.L., Geng L.W., Liu B. Effects of NaCl on concentration of serum ions, cortisol and activities of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> — ATPase on tissue in *Chalcalburnus chalcooides aralensis* // Journal of Jilin Agricultural University. 2007. No. 29 (5). Pp. 576–580.
10. Geng L.W., Lin Y.H. Study on chromosome karyotypic of *Chalcalburnus chalcooides aralensis* // Journal of Tianjin Normal University. 2005. No. 17 (2). Pp. 32–36.
11. Козлов В.И., Абрамович Л.С. Краткий словарь рыбовода. М.: Россельхозиздат, 1982. 160 с.
12. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). 4-е изд., перераб. и доп. / Под ред. П.А. Дрягина, В.В. Покровского. М.: Пищевая промышленность, 1966. 375 с.
13. Карпенко Г.И., Шевцова Г.Н., Переверзева Е.В., Головкин Г.В. Разведение шемаи в рыбоводных комплексах азовского бассейна (технологическая инструкция). Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2007. 87 с.
14. Дорошин Г.Я., Суханова Е.Р. Нерест рыба и шемаи на искусственных нерестилищах рыба-шемайного питомника // Труды рыбоводно-биол. лаб. АзЧерГосрыбвода. Краснодар: Краснодарское книжное изд-во, 1957. Вып. 2. С. 69–93.
15. Суханова Е.Р. Биотехнические нормативы выращивания молоди рыба и шемаи на рыба-заводах // Труды рыбоводно-биологич. лаб. АзЧерГосрыбвода. Краснодар: Краснодарское книжное изд-во, 1957. Вып. 2. С. 93–110.
16. Троицкий С.К. Искусственное разведение // Биология и промысловое значение рыба-цов (*Vimba*) Европы. Глава 12. Вильнюс: Минтис, 1970. 516 с.
17. Суханова Е.Р. Из опыта работы первого рыба-цово-шемайного питомника // Рыбное хозяйство. 1952. № 7. С. 37–39.
18. Безденежных П.Г. Организация нереста рыба и шемаи при искусственном разведении // Рыбное хозяйство. 1952. № 9. С. 33–36.
19. Автонов Ю.С., Гепецкий Н.Е. Разведение шемаи // Рыбоводство и рыболовство. 1998. № 2. С. 14.
20. Белоусов В.Н., Брагина Т.М., Бугаев Л.А., Реков Ю.И. Рыбохозяйственные исследования России в Азово-Черноморском бассейне (к 90-летию ФГБНУ «АзНИИРХ») // Водные биоресурсы и среда обитания. Т. 1, № 1. С. 11–31.
21. Увеличение рыба-продуктивности прудов рыба-цово-шемайного питомника до 450 килограммов с гектара. М.: Пищепромиздат, 1954. 12 с.
22. Троицкий С.К. Кубанские лиманы и перспективы их рационального использования // Труды ВНИРО. 1955. Т. 31. С. 204–229.
23. Битехтина В.А., Карпенко Г.И., Проскурина Е.С. Разведение рыба и шемаи на озере Соленом (Кубань) // Труды ВНИРО. 1978. Т. 131. С. 138–152.
24. Карпенко Г.И., Переверзева Е.В., Корниенко Г.Г. Оптимизация промышленного разведения популяции рыба *Vimba vimba natio carinata* (Pall.) — ценного биологического ресурса Азовского бассейна. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2010. 228 с.
25. Карпенко Г.И., Переверзева Е.В., Головкин Г.В., Зипельт Л.И. Ретроспективный анализ исследовательских работ по воспроизводству рыба и шемаи (1930–2015 гг.). Научное издание. Ростов-н/Д.: Изд-во АзНИИРХ, 2017. 286 с.
26. Головкин Г.В., Агапов С.А., Карпенко Г.И., Зипельт Л.И. Многократное получение половых продуктов у азовской шемаи *Chalcalburnus chalcooides* в течение нерестового сезона // Вопросы ихтиологии. 2013. Т. 53, № 3. С. 341–348. doi:10.1134/S0032945213030028.
27. Способ получения половых продуктов от самок азово-черноморской шемаи : пат. 2455821 Российская Федерация. № 20101215513/13; заявл. 19.05.2010; опубл. 20.07.2012. Бюл. № 20. 6 с.
28. Способ воспроизводства азово-черноморской шемаи: пат. 2335893 Российская Федерация. № 2006145686/12; заявл. 21.12.2006; опубл. 20.10.2008, Бюл. № 29. 6 с.
29. Способ интенсификации кормовой базы рыбоводных прудов : пат. 2366147 Российская Федерация. № 2008100740/12; заявл. 09.01.2008; опубл. 10.09.2009. Бюл. № 25. 6 с.
30. Способ подрачивания молоди азово-черноморской шемаи в прудах : пат. 23767555 Российская Федера-

ция. № 2008130542/12; заявл. 23.07.2008; опубл. 27.12.2008. Бюл. № 36. 8 с.

31. Приказ ФАР от 8 сентября 2011 года № 912 «Об утверждении временных биотехнических показателей по разведению молоди (личинок), выращенной в учреждениях и на предприятиях, подведомственных Федеральному агентству по рыболовству, занимающихся искусственным воспроизводством водных биологических ресурсов в водных объектах рыбохозяйственного значения». URL: <http://docs.cntd.ru/document/499055763> (дата обращения 05.09.2018).
32. Yang P., Jin G., Liu Y., Li J., Hu Z., Luo X. Morphological development and allometric growth in hatchery-reared Caspian shemaya (*Alburnus chalcoides*): from hatching to the juvenile stage // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2017. Vol. 17, issue 2. Pp. 427–435. doi: 10.4194/1303-2712-v17\_2\_22.

## REFERENCES

1. Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii. Zhivotnye [The Red Data Book of the Russian Federation. Animals]. Moscow: Astrel, 2001, 862 p. (In Russian).
2. Redkie, ischezayushchie i nuzhdayushchiesya v okhrane zhivotnye Rostovskoy oblasti [Rare, disappearing and needing protection animals of the Rostov Region]. Rostov-on-Don: RSU Publ., 1996, 444 p. (In Russian).
3. Krasnaya kniga Krasnodarskogo kraja (zhivotnye) [The Red Data Book of Krasnodar Krai (animals)]. Administratsiya Krasnodarskogo kraja [Krasnodar Krai Administration]. A.S. Zamotaylov (Ed.). Krasnodar: Development Center of PTR of Krasnodar Krai, 2007, p. 42. (In Russian).
4. Dan ilevskiy N.Ya. Issledovaniya o sostoyanii rybolovstva v Rossii [Studies on the state of fisheries in Russia]. In: *Opisanie rybolovstva na Chernom i Azovskom moryakh* [Description of fisheries in the Black Sea and the Sea of Azov]. N.Ya. Danilevskiy. (Ed.). St. Petersburg: Ministerstvo gosudarstvennogo imushchestva [Ministry of State Property] Publ., 1871, vol. 8, 316 p. (In Russian).
5. Marti V.Yu. Materialy po biologii i promyslu azovskokubanskikh rybtsa i shemai [Materials on biology and fishery of Azov Kuban vimba and shemaya]. In: *Trudy Azovsko-Chernomorskoy nauchnoy rybokhozyaystvennoy stantsii* [Proceedings of the Azov and Black Sea Scientific Fishery Station]. Rostov-on-Don: Azov and Black Sea Scientific Fishery Station Publ., 1930, issue 4, pp. 83–117. (In Russian).
6. Samoteeva V.V., Naumenko A.N., Olisov V.N. Formirovaniye i ispol'zovaniye matochnogo stada shemai v usloviyakh prudovogo khozyaystva Volgogradskoy oblasti [Shemaya broodstock shaping and using in the context of pond fish farm of the Volgograd Region]. In: *Aktual'nye problemy akvakul'tury v sovremennyi period: Materialy Mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii (Rostov-na-Donu, 28 sentyabrya – 5 oktyabrya 2015 g.)* [“Current issues in aquaculture”. Proceeding of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, September 28 – October 2, 2015)]. Rostov-on-Don: AzNIIKHN Publ., 2015, pp. 147–150. (In Russian).
7. Lin Y.H., Geng L.W., Wu W.H., Wang B., Xia Y.T., Liu X.Y. Studies on some biological features of *Chalcalburnus chalcoides aralensis* bred in ponds. *Journal of Tianjin Normal University. Natural Science Edition*, 2005, no. 24 (4), pp. 30–33. (In Chinese).
8. Ding C.L., Zhang S.L., Liu J.D., Lin Y.H., Wang X.H. Analysis of water quality and community composition of plankton from cultivating ponds of *Chalcalburnus chalcoides aralensis*. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2013, no. 35 (3), pp. 355–360. (In Chinese).
9. Wang X.N., Lin Y.H., Jiang Q.L., Geng L.W., Liu B. Effects of NaCl on concentration of serum ions, cortisol and activities of Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> — ATPase on tissue in *Chalcalburnus chalcoides aralensis*. *Journal of Jilin Agricultural University*, 2007, no. 29 (5), pp. 576–580. (In Chinese).
10. Geng L.W., Lin Y.H. Study on chromosome karyotypic of *Chalcalburnus chalcoides aralensis*. *Journal of Tianjin Normal University*, 2005, no. 17 (2), pp. 32–36. (In Chinese).
11. Kozlov V.I., Abramovich L.S. Kratkiy slovar' rybovoda [Brief dictionary of a fish farmer]. Moscow: Rosselkhozizdat [Russian Agriculture Publ.], 1982, 160 p. (In Russian).
12. Pr avdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryby (preimushchestvenno presnovodnykh). Izdanie 4-e, pererabotannoe i dopolnennoe [Guide to the study of fish (mainly freshwater). The 4<sup>th</sup> edition, revised and enlarged]. P.A. Dryagin, V.V. Pokrovsky. (Eds.). Moscow: Pishchevaya Promyshlennost' [Food Industry], 1966, 375 p. (In Russian).
13. Karpenko G.I., Shevtsova G.N., Pereverzeva E.V., Golovko G.V. Razvedeniye shemai v rybovodnykh kompleksakh Azovskogo basseyna (tekhnologicheskaya instruktsiya) [Rearing of shemaya in fish-cultural complexes of the Azov Basin. Technological instruction]. Rostov-on-Don: AzNIIKHN Publ., 2007, 87 p. (In Russian).
14. Doroshin G.Ya., Sukhanova E.R. Nerest rybtsa i shemai na iskusstvennykh nerestilishchakh rybtsa i shemaynogo pitomnika [Spawning of vimba and shemaya on artificial spawning grounds of the vimba-shemaya nursery]. In: *Trudy rybovodno-biologicheskoy laboratorii AzCherGosRybvoda* [Proceedings of the Fish-Farming and Biological Laboratory of the Azov and Black Sea State Fisheries Administration]. Krasnodar: Krasnodarskoe knizhnoye izd-vo [Krasnodar Book Publishing], 1957, issue 2, pp. 69–93. (In Russian).
15. Sukhanova E.R. Biotehnicheskiye normativy vyrashchivaniya molodi rybtsa i shemai na rybzavodakh [Biotechnical standards for cultivation of vimba and shemaya juveniles in fish farms]. In: *Trudy rybovodno-biologicheskoy laboratorii AzCherGosRybvoda* [Proceedings of the Fish-Farming and Biological Laboratory of the Azov and Black Sea State Fisheries



- Administration*]. Krasnodar: Krasnodarskoe knizhnoe izd-vo [Krasnodar Book Publishing], 1957, issue 2, pp. 93–110. (In Russian).
16. Troitskiy S.K. Iskusstvennoe razvedenie [Artificial breeding]. In: *Biologiya i promyslovoe znachenie rybtsvo (Vimba) Evropy. Glava 12 [Biology and commercial importance of vimba (Vimba) in Europe. Chapter 12]*. Vilnius: Mintis, 1970, 516 p. (In Russian).
  17. Sukhanova E.R. Iz opyta raboty pervogo rybtsvo-shemaynogo pitomnika [From the experience of the first vimba-sh emaya n ur ser y]. *Rybnoe khozyaystvo [Fisheries]*, 1952, no. 7, pp. 37–39. (In Russian).
  18. Bezdenezhnykh P.G. Organizatsiya neresta rybtsa i shemai pri iskusstvennom razvedenii [Organization of vimba and shemaya spawning in the context of artificial breeding]. *Rybnoe khozyaystvo [Fisheries]*, 1952, no. 9, pp. 33–36. (In Russian).
  19. Avtonov Yu.S., Gepetskiy N.E. Razvedenie shemai [Shemaya breeding]. *Rybovodstvo i rybolovstvo [Fishery and aquaculture]*, 1998, no. 2, p. 14. (In Russian).
  20. Belousov V.N., Br agin a T.M., Bugaev L.A., Rekov Yu.I. Rybokhozyaystvennye issledovaniya Rossii v Azovo-Chernomorskom bassejne (k 90-letiyu FGBNU “AzNIIRKH”) [Fishery research of Russia in the Azov and Black Seas Basin (the 90<sup>th</sup> anniversary of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Azov Sea Research Fisheries Institute”)]. *Vodnyye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*, 2018, vol. 1, no. 1, pp. 11–31. (In Russian).
  21. Uvelichenie ryboproduktivnosti prudov rybtsvo-shemaynogo pitomnika do 450 kilogrammov s gek tara [Expansion of fish productivity of the ponds of vimba and shemaya hatchery up to 450 kg from hectare]. M.: Pishchepromizdat [Food Industry Publishing], 1954, 12 p. (In Russian).
  22. Troitskiy S.K. Kubanskie limany i perspektivy ikh ratsionalnogo ispolzovaniya [Kuban estuaries and prospects for their rational usage]. *Trudy VNIRO [VNIRO Proceedings]*. Moscow: VNIRO Publ., 1955, vol. 31, pp. 204–229. (In Russian).
  23. Bitekhtina V.A., Karpenko G.I., Proskurina E.S. Razvedenie rybtsa i shemai na ozere Solenom (Kuban) [Cultivation of vimba and shemaya in Lake Solenoe (Kuban)]. *Trudy VNIRO [VNIRO Proceedings]*, 1978, vol. 131, pp. 138–152. (In Russian).
  24. Karpenko G.I., Pereverzeva E.V., Kornienko G.G. Optimizatsiya promyshlennogo razvedeniya populyatsii rybtsa *Vimba vimba natio carinata* (Pall.) — tsennogo biologich eskogo r esursa Azovskogo basseyn a [Optimization of the industrial rearing of the Azov Sea valuable fish species *Vimba vimba natio carinata* (Pall.)]. Rostov-on -Don : AzNIIRKH Publ., 2010, 228 p. (In Russian).
  25. Karpenko G.I., Pereverzeva E.V., Golovko G.V., Zipel't L.I. Retrospektivnyy analiz issledovatel'skikh rabot po vosproizvodstvu rybtsa i shemai (1930–2015 gg.). Nauchnoe izdanie [Retrospective analysis of research studies on the vimba and shemaya propagation (1930–2015). Scientific Publication]. Rostov-on-Don: AzNIIRKH Publ., 2017, 286 p. (In Russian).
  26. Golovko G.V., Agapov S.A., Karpenko G.I., Zipel't L.I. Mnogokratnoe poluchenie polovykh produktov u shemai *Chalcalburnus chalcoides* v techenie nerestovogo sezona [Multifold obtaining of reproductive products of Azov shemaya *Chalcalburnus chalcoides* during spawning season]. *Journal of Ichthyology*, 2013, vol. 53, no. 3, pp. 341–348. doi:10.1134/S0032945213030028. (In Russian).
  27. Sposob polucheniya polovykh produktov ot samok azovo-chernomorskoy shemai [Method for obtaining sexual products from females of the Azov-Black Sea shemaya]: pat. No. 2455821 Russian Federation, No. 20101215513/13, appl. 19.05.2010, publ. 20.07.2012, Bul. No. 20, 6 p. (In Russian).
  28. Sposob vosproizvodstva azovo-chernomorskoy shemai [Method for reproduction of the Azov-Black Sea shemaya]: pat. No 2335893 Russian Federation, No. 2006145686/12; appl. 21.12.2006; publ. 20.10.2008, Bul. No 29, 6 p. (In Russian).
  29. Sposob intensivatsii kormovoy bazy rybovodnykh prudov [Method for intensification of food resources of fish ponds]: pat. No 2366147 Russian Federation, No. 2008100740/12, appl. 09.01.2008, publ. 10.09.2009, Bul. No. 25, 6 p. (In Russian).
  30. Sposob podrashchivaniya molodi azovo-chernomorskoy shemai v prudakh [Method for rearing Azov-Black Sea shemaya juveniles in ponds]: pat. No. 23767555 Russian Federation, No. 2008130542/12, appl. 23.07.2008, publ. 27.12.2008, Bul. No. 36, 8 p. (In Russian).
  31. Prikaz FAR ot 8 sentyabrya 2011 goda N 912 “Ob utverzhdenii vremennykh biotekhnicheskikh pokazateley po razvedeniyu molodi (lichinok), vyrashchennoy v uchrezhdeniyakh i na predpriyatiyakh, podvedomstvennykh Federal'nomu agentstvu po rybolovstvu, zanimayushchikhsya iskusstvennym vosproizvodstvom vodnykh biologicheskikh resursov v vodnykh ob"ektakh rybokhozyaystvennogo znacheniya” [Order of the Federal Agency for Fishery of the 8<sup>th</sup> of September, 2011 No. 912 “On the adoption of temporary biotechnical parameters for cultivation of juveniles (larvae), reared at the farms and institutions under the jurisdiction of the Federal Agency for Fishery, involved in artificial reproduction of aquatic bioresources in the water bodies of fish er ies impor tan ce”]. Available at: <http://docs.cntd.ru/document/499055763> (accessed 05.09.2018). (In Russian).
  32. Yang P., Jin G., Liu Y., Li J., Hu Z., Luo X. Morphological development and allometric growth in hatchery-reared Caspian shemaya (*Alburnus chalcoides*): from hatching to the juvenile stage. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2017, vol. 17, issue 2, pp. 427–435. doi: 10.4194/1303-2712-v17\_2\_22.

Поступила 09.07.2018

Принята к печати 13.11.2018