



Ихтиофауна морских и континентальных водоемов

УДК 639.3.034

ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ДОЗ ГОРМОНА ГИПОФИЗА НА РЕПРОДУКТИВНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ САМОК ШЕМАИ (*ALBURNUS LEOBERGI*, FREYHOF & KOTTELAT, 2007)

© 2022 Г. В. Головко

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»),
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону 344002, Россия

E-mail: golovko_g_v@azniirkh.ru

Аннотация. При разработке биотехники искусственного воспроизводства проходной черноморско-азовской шемаи *Alburnus leobergi* (Freyhof & Kottelat, 2007) — ценного вида азовской ихтиофауны — изучали этап получения качественных половых продуктов. Цель исследований — оценить состояние зрелости самок и самцов шемаи после зимнего выдерживания в зимовальных прудах рыбоводного хозяйства на Нижнем Дону при сумме тепла 849 градусо-дней (ГД) и репродуктивные показатели самок шемаи при воздействии разных доз гипофиза. Во всех доступных литературных источниках информация по данной теме была немногочисленной и фрагментарной; в зарубежных источниках ее не обнаружено вовсе. Исследования показали, что 55 % самцов имели половые продукты V и V–VI стадий зрелости. Самки в этот период значительно различались по степени зрелости половых продуктов: 26,0 % самок имели икру первой генерации в разных фазах резорбции, 15,8 % самок — половые продукты V стадии зрелости, 58,2 % самок — незрелые половые продукты III–IV и IV стадий зрелости. Исследование влияния двух доз гипофиза (6,0 и 9,0 мг/кг) дробным методом показало, что 15,0 и 16,7 % инъекцированных самок шемаи с наиболее зрелой икрой ответили на предварительную дозу гипофиза овуляцией физиологически качественной икры (0,6 и 0,9 мг/кг, соответственно). На разрешающую дозу гормона гипофиза 20,0 и 6,7 % самок ответили овуляцией физиологически качественной икры соответственно примененным дозам. Степень оплодотворения физиологически качественной икры в обоих вариантах имела близкие значения (97,4 и 97,9 %). Поскольку сумма тепла 849 ГД является избыточной для начала воспроизводственных работ с черноморско-азовской шемаей, необходимо провести исследования для выявления уровня суммы тепла, который позволит избежать потерь икры первой генерации в результате начинающихся процессов резорбции.

Ключевые слова: черноморско-азовская шемая *Alburnus leobergi*, гормональная стимуляция, стадия зрелости половых продуктов, гонадосоматический индекс (ГСИ), генерации ооцитов, сумма накопленного тепла

**EFFECT OF DIFFERENT DOSES OF PITUITARY HORMONE ON
THE REPRODUCTIVE PERFORMANCE OF SHEMAYA FEMALES
(*ALBURNUS LEOBERGI*, FREYHOF & KOTTELAT, 2007)**

G. V. Golovko

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI "VNIRO"),
Azov-Black Sea Branch of the FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH"), Rostov-on-Don 344002, Russia
E-mail: golovko_g_v@azniirkh.ru*

Abstract. The stage of obtaining high-quality gonads was explored in the course of development of the biotechnology for artificial reproduction of the anadromous Azov-Black Sea shemaya *Alburnus leobergi* (Freyhof & Kottelat, 2007), a valuable species of the Azov Sea ichthyofauna. This research is aimed at the assessment of the maturity status of shemaya females and males after their wintering in the ponds of a fish farm on the Lower Don at a thermal constant of 849 degree days (DD) and at the evaluation of the reproductive parameters of shemaya females exposed to different doses of the pituitary extract. In all literary sources available, the information on this topic has been scarce and fragmentary, and in the foreign sources, it was entirely absent. Our investigation has shown that the gonads of 55 % of males were at 5th and 5th–6th stages of maturity. At the same time, females significantly differed by the degree of gonad maturity: 26.0 % of females had first-generation eggs at different stages of resorption, the sexual products of 15.8 % of females were at the 5th stage of maturity, and 58.2 % of females had immature sexual products at the 3rd–4th and 4th stages of maturity. The investigation of the effect of two doses (6.0 and 9.0 mg/kg) of the pituitary gland extract with application of the fractional method showed that 15.0 % and 16.7 % of injected shemaya females with the most mature eggs responded to the preliminary dose of the pituitary extract by ovulation of physiologically sound eggs (0.6 and 0.9 mg/kg, respectively). 20.0 % and 6.7 % of females responded to the provoking dose of pituitary hormone by ovulating physiologically high-quality eggs in accordance with the concentration applied. The fertilization rate of physiologically sound eggs in both scenarios had similar values (97.4 and 97.9 %). Since the thermal constant of 849 DD is excessive for the start of artificial reproduction of the Azov-Black Sea shemaya, it is necessary to conduct research in order to identify the thermal constant precluding the loss of the first-generation eggs caused by the incipient processes of resorption.

Keywords: Azov-Black Sea shemaya *Alburnus leobergi*, hormonal stimulation, maturity stage of sexual products, gonadosomatic index (GSI), generations of oocytes, thermal constant

ВВЕДЕНИЕ

Зарегулирование стока изменило гидрологический и гидрохимический режимы рек, что в значительной степени ухудшило условия естественного воспроизводства промысловых рыб, особенно полупроходных и проходных видов. По этим причинам популяция проходной черноморско-азовской шемаи *Alburnus leobergi* (Freyhof & Kottelat, 2007) в значительной степени пострадала как в Азово-Кубанском, так и в Азово-Донском районах. С 1960 г. промысловые уловы этого вида в Азовском море перестали фиксироваться статистикой. Дальнейшее снижение численности популяции, обусловленное ростом неконтролируемого вылова, уменьшением объемов естественного воспроизводства и отсутствием промышленного воспроизводства [1, 2] привело к тому, что вид был занесен

в Красные книги России, Ростовской и Волгоградской областей и Краснодарского края [3–6].

Воспроизводственные работы с целью пополнения популяции шемаи во второй половине прошлого столетия проводились только в Азово-Кубанском районе в Горяче-Ключевском рыбцово-шемайном питомнике и нерестово-выростном хозяйстве на оз. Соленое. На этих рыбоводных предприятиях воспроизводственный процесс осуществлялся в приближенных к природным условиям — на искусственных нерестилищах с последующим выращиванием молоди в благоприятных условиях лимана и выростных прудов [7, 8]. В связи с тем, что применяемый метод имел ряд недостатков, касающихся низкого выхода личинок от выметанной икры, в 1970 и 1971 гг. на «Сенгилеевском» и «Плаксейском» рыбхозах был опробован метод

гормонального стимулирования самок шемаи с целью получения зрелых половых продуктов [9]. При этом испытывали однократное и дробное инъектирование самок гипофизом сазана в разных дозах: 13,3–30,0 мг/кг. Впоследствии разработка технологии искусственного разведения, в т. ч. исследования по применению гормональной стимуляции созревания производителей шемаи, и воспроизводство вида в Азово-Кубанском районе были прекращены.

В связи с критической численностью черноморско-азовской шемаи донской части популяции в 90-х годах прошлого столетия, когда в уловах за весь период осенней анадромной миграции особи этого вида встречались единично, по заказу Росрыбхоза специалисты Азовского научно-исследовательского института рыбного хозяйства под руководством В.А. Битехтиной, а впоследствии Г.И. Карпенко, начали исследования по разработке биотехники и нормативов искусственного воспроизводства шемаи на Нижнем Дону [10]. Приоритетной целью этих работ было получение жизнестойкой молоди шемаи и ее выпуск в р. Дон для увеличения численности донской части популяции в Азовском море.

В рамках разработки биотехники искусственного воспроизводства шемаи в Азово-Донском районе перед авторами стояла общая задача исследовать этап получения качественных половых продуктов: определить, как происходит созревание половых продуктов у самцов и самок при содержании проходной шемаи в условиях стоячей пресной воды зимовальных прудов хозяйств Нижнего Дона, какова степень зрелости половых продуктов у самок и самцов при разгрузке зимовальных прудов, при какой сумме тепла интенсифицируется процесс созревания половых продуктов, при каких показателях температурных факторов (температура воды и сумма накопленного тепла) нужно начинать воспроизводственные работы, в т. ч. и с использованием гормональной стимуляции созревания половых продуктов, а также каковы оптимальные виды и дозы гормона гипофиза.

Целью данных исследований было определение степени зрелости половых продуктов самок в период перегрузки производителей из зимовальных прудов в преднерестовые при 849 ГД (градусо-днях) и влияния разных доз гонадотропного стимулятора созревания половых продуктов на репродуктивные показатели самок — долю самок, отдавших физио-

логически полноценную икру, степень оплодотворения икры и рабочую плодовитость.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперименты осуществляли в 2006 г. в условиях неспециализированного карпового хозяйства Нижнего Дона ООО «Рыбколхоз им. Мирошниченко». Дополнительно к имеющемуся оборудованию инкубационный цех был оснащен аппаратами П.С. Ющенко для инкубации икры и выдерживания эмбрионов рыба и шемаи.

Половозрелых особей шемаи осенней анадромной миграции отлавливали в 2005 г. закидными неводами на тоне «Чубарово» в низовье р. Дон. С мест заготовки рыбу перевозили в хозяйство и пересаживали в зимовальные пруды.

В преднерестовый период после проведения бонитировки анадромных мигрантов помещали отдельно по полу в прединъекционные земляные садки с постоянной проточностью воды. В конце апреля часть самцов имела брачный наряд в виде «жемчужной» сыпи на голове и у них выделялись молоки при легком надавливании на брюшко; такие самцы имели половые продукты V–VI стадий зрелости. Этот факт явился основанием для использования самцов в эксперименте без применения гормональной стимуляции.

Измерение температуры во всех рыбоводных емкостях и прудах осуществляли 3 раза в сутки, после чего вычисляли среднюю суточную температуру. Как известно, для созревания половых продуктов у разных видов рыб требуется повышение не только температуры воды до необходимого уровня, но и суммы накопленного тепла — число градусо-дней (ГД) [11], которое вычисляется как сумма отклонений среднесуточной температуры от установленного минимума (базовой температуры) за заданный промежуток времени:

$$\text{ГД} = (T_1 - T_0) + (T_2 - T_0) + \dots + (T_n - T_0),$$

где T_1, T_2, \dots, T_n — средняя температура за соответствующие сутки, а T_0 — базовая температура. В ихтиологической и особенно рыбоводной практике расчет ГД осуществляется преимущественно для икры рыб, которая развивается при положительной температуре воды, и T_0 принимается равной 0 °С [12]. В данных исследованиях сумму тепла рассчитывали по приведенной формуле с 1 января года исследований, суммируя среднесуточную температуру воды.

Вылов производителей из зимовальных прудов, бонитировка и начало исследовательских работ зависели от графика производственных работ хозяйства. К началу экспериментов по влиянию гормональной стимуляции на созревание самок шемаи сумма накопленного тепла составила 849 ГД. При разгрузке зимовальных прудов была произведена бонитировка производителей, когда отбирали самок для проведения анализа преднерестового состояния для эксперимента с применением гормональной стимуляции: интактных — самостоятельно созревших — и незрелых (табл. 1).

Таблица 1. Результаты бонитировки производителей шемаи при разгрузке зимовальных прудов

Table 1. Results of evaluation of shemaya breeders sampled during their discharge from wintering ponds

Категории Categories	Самки Females %	Самцы Males %
Интактные, созревшие самостоятельно Intact, unaided maturation	17,8	55
Отобраны на анализ Selected for the analysis	6,9	—
Отобраны для опыта Selected for the experiment	34,2	—
С незрелыми половыми продуктами With immature sexual products	41,1	45
Всего Total	100	100

Интактные самки имели текущие половые продукты, и на следующие сутки после бонитировки от них была получена икра.

Биологический анализ рыб проводили по общепринятой методике [13]. У рыб измеряли длину, определяли массу тела и гонад, возраст, пол, стадию зрелости половых продуктов. Для характеристики качества половых продуктов самок использовались пробы, взятые из краниального, медиального и каудального отделов гонад. Плодовитость самок определяли расчетным методом по ооцитам разных генераций, начиная от 0,3 мм в диаметре. Под микроскопом МБС-9 измеряли диаметр и просчи-

тывали количество ооцитов в навеске гонад 0,2 г. Индекс гонад (ГСИ) рассчитывали в %.

Наиболее зрелых рыб с полным мягким брюшком из садков пересаживали отдельно по полу в ванны в инкубационном цехе. Объем каждой ванны составлял 200 л, полная смена воды осуществлялась в течение 4 часов. После адаптации рыб в течение одних суток приступали к гормональной стимуляции. Для гипофизарных инъекций использовали ацетонированный гипофиз леща, разведенный в физиологическом растворе. Инъектирование самок осуществляли в мышцы спины в первой трети тела выше боковой линии, чуть ниже основания спинного плавника. В экспериментах по влиянию гормонального стимулирования самок шемаи был выбран дробный способ введения двух доз гипофиза леща, составивших 6,0 (0,6+5,4) и 9,0 (0,9+8,1) мг/кг, т. е. доза предварительной инъекции составляла 1/10 часть общей. Предварительную дозу гипофиза леща вводили в первой половине дня при температуре воды 17,5 °С. Инъектированных рыб отсаживали в бассейны для созревания половых продуктов. Через 18–20 часов после инъекции осуществляли контроль зрелости половых продуктов; от созревших самок получали икру. Несозревшим самкам через сутки после введения предварительной дозы осуществляли инъекцию разрешающей дозой гонадотропного стимулятора.

Ко времени исследований по влиянию гормональной стимуляции черноморско-азовской шемаи специальные исследования советских ученых свидетельствовали, что для инъектирования можно использовать гипофизы различных видов рыб в пределах одного семейства, а для некоторых видов — и из разных семейств. За пределами семейства гетерогенные инъекции давали положительный результат лишь при использовании гипофизов леща и сазана, гормоны которых неспецифичны. В связи с этим, для экспериментов был использован гипофиз леща, имеющийся в наличии в период исследований в рыбноводном хозяйстве, где проводились эксперименты.

Важным является вопрос о дозе суспензии гипофиза, так как недостаточное введение ее не дает созревания половых клеток, а гипердозировки, кроме экономических потерь, могут привести к снижению качества получаемых зрелых половых клеток [14]. Имеется и другое мнение [15], согласно которому 2–4-кратное превышение эффективной дозы не вызывает нарушения ооцитов и не снижает рыбноводные показатели икры.

Изучение результатов аналогичных исследований для черноморско-азовской шемаи показало, что опробование метода гормональной стимуляции созревания половых продуктов шемаи осуществлялось на «Сенгилеевском» и «Плаксейском» рыбхозах, где были испытаны однократное и дробное инъектирование самок гипофизом сазана в разных дозах: 2,0, 3,0, 0,5+3,0 и 0,5+4,0 мг/самка, — что в пересчете составило 13,3, 23,3, 20,0 и 30,0 мг/кг, которые значительно превышали установленные более поздними исследованиями дозы для рыб семейства карповых (2,5–6 мг/кг) [9, 16]. В наших ранних исследованиях определялось влияние дозы суспензии гипофиза леща 7 мг/кг на созревание самок шемаи при разных уровнях накопленного тепла [17]. В данных исследованиях, ввиду значительной вариабельности зрелости половых продуктов самок, для исследований были выбраны две дозы — 6,0 и 9,0 мг/кг, а также их дробное введение.

Исследования осуществляли в условиях природного хода температур воды в пределах 16,5–18,0 °С. Объектом исследований служили самки в трехгодовалом возрасте, которые подвергались гормональной стимуляции. Критериями оценки репродуктивных качеств самок шемаи служили следующие показатели: доля самок, продуцирующих рыбоягодно-продуктивную икру, степень оплодотворения икры, рабочая плодовитость самок, а также доли самок с недозревшей икрой и икрой в разных фазах резорбции. Всего в исследованиях участвовало 258 производителей шемаи.

Все полученные данные обрабатывались статистически.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Проведенная бонитировка производителей показала, что при 849 ГД и температуре воды 17,5 °С часть самок (17,8 %) имела половые продукты VI стадии зрелости. Доля созревших «текучих» самцов была значительно больше. Доли самок и самцов с незрелыми половыми продуктами имели близкие значения (табл. 1).

Анализ преднерестового состояния самок шемаи свидетельствует о незначительной вариабельности коэффициента упитанности по Фульгону и длины тела от начала рыла до конца чешуйного покрова, в то время как общая масса самок варьировала в более широких пределах, а гонадосоматический индекс самок варьировал наиболее значительно (табл. 2).

Изменчивость таких показателей, как длина, масса, коэффициент упитанности по Фульгону и ГСИ, была незначительной и не превышала 10,0 %. Степень варьирования плодовитости и массы гонад самок шемаи имела средние значения, не превышающие 20 %.

По показателю ГСИ все самки делились на две группы — с низкими значениями (4,8–5,3 %) и с высокими (8,0–10,0 %). Самки с низкими значениями ГСИ составляли 40 % и имели гонады III–IV, IV стадий зрелости; остальные самки имели высокие значения ГСИ.

Размерный состав ооцитов самок с высокими показателями ГСИ (60 %) выявил нормальное их распределение, соответствующее IV–V, V стадии зрелости. У таких самок ооциты первой генера-

Таблица 2. Морфобиологические показатели самок шемаи перед экспериментом

Table 2. Morphobiological characteristics of shemaya females before the experiment

Показатели / Indicators	<i>M</i>	$\pm m$	min.	max.	<i>Cv</i>
Длина <i>SL</i> , см Length <i>SL</i> , cm	20,3	0,32	19,5	21,1	1,6
Масса <i>Q</i> , г Weight <i>Q</i> , g	113,8	6,62	99	130	5,9
Коэффициент упитанности по Фульгону, ед. Fulton's condition factor, units	1,4	0,02	1,3	1,4	1,4
ГСИ, % Gonadosomatic index (GSI), %	7,6	0,71	4,8	10,0	9,3
Плодовитость АП, тыс. шт. Fertility AF, thousand pcs.	20,5	3,30	11,4	23,5	16,1
Масса гонад, г Weight of gonads, g	7,9	0,96	4,8	19,6	12,2

ции составляли 41–53 %, диаметр их варьировал от 1,2 до 1,5 мм. Модальная группа ооцитов имела диаметр 1,4–1,6 мм. Именно эти самки при использовании гормональной стимуляции должны были дать зрелую физиологически качественную икру (рис. 1, крупный пунктир). Однако детальное изучение ооцитов самок с высокими значениями ГСИ выявило, что 20 % от всех проанализированных самок имели ооциты первой генерации в начальных фазах резорбции; их размерное распределение соответствовало сплошной линии на рис. 1.

У самок с незрелыми половыми продуктами размерный ряд первой генерации ооцитов варьировал в пределах 0,9–1,4 мм с модальной группой 1,1 мм. Такие самки еще не были готовы для применения гормональной стимуляции (рис. 1, мелкий пунктир).

На рис. 1 каждая кривая демонстрирует наличие в гонадах самок шемаи трех генераций икры в начале нерестового периода и высокую гетерогенность состояния зрелости половых продуктов.

Интактные самки. При бонитировке для получения зрелой икры было отсажено 17,8 % интактных «текущих» самок с выпуклым брюшком. Часть самок (3,4 %) отдали икру (44,0 тыс. шт.), которая

имела высокую степень оплодотворения (92,1 %). Количество полученной икры от одной самки варьировало от 5,6 до 12,0 тыс. шт., средняя величина рабочей плодовитости составила 8,8 тыс. шт. У оставшихся самок (14,4 %) количество полученной икры было больше и варьировало в пределах 8–24 тыс. шт. при средней рабочей плодовитости 18,1 тыс. шт. (табл. 3). Однако ооциты первой генерации у этой группы самок находились в ранних фазах резорбции. Полученная икра визуально отличалась от зрелой физиологически качественной мутноватым содержимым, иногда сероватым оттенком, иногда слабыми оболочками, которые при надавливании на икринку лопались; иногда также встречались икринки с деформацией оболочек. У некоторых самок с икрой в конечных фазах резорбции при надавливании на брюшко выделялась мутноватая жидкость желтого или желтовато-серого цвета.

Эксперименты по гормональной стимуляции.

Для экспериментов с применением гонадотропной стимуляции созревания половых продуктов при бонитировке отобрали 34,2 % или 50 экз. самок с выпуклыми брюшками.

Вариант № 1 (20 самок, доза гипофиза леща: 0,6+5,4 мг/кг). Через одни сутки на предваритель-

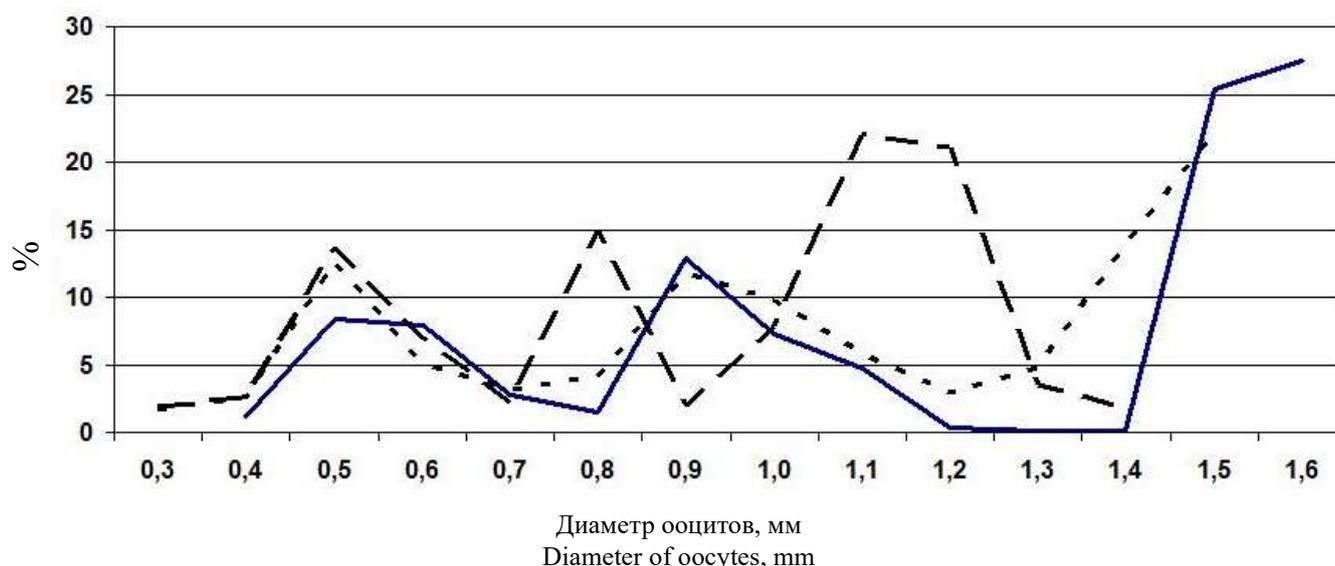


Рис. 1. Размерное распределение ооцитов самок в гонадах разной степени зрелости: сплошная линия — V–VI стадий зрелости в разных фазах резорбции; мелкий пунктир — IV–V, V стадий зрелости; крупный пунктир — III–IV стадий зрелости

Fig. 1. Size distribution of the oocytes in females with gonads of varying degrees of maturity: full line — 5th–6th stages of maturity, at different stages of resorption; dotted line — 4th–5th, 5th stages of maturity; dashed line — 3rd–4th stages of maturity

Таблица 3. Рыбоводные показатели интактных («текучих») самок
Table 3. Reproductive characteristics of intact (“ripe-running”) females

Стадия зрелости гонад Stage of gonad maturity	Доля, % Percentage, %	Степень оплодотворения, % Fertilization rate, %	Средняя рабочая плодовитость, тыс. икринок Average operational fertility, thousand eggs
VI 6 th	19,2	92,1	8,8
разные фазы резорбции different stages of resorption	80,8	0,0	18,1

ную инъекцию положительно отреагировало 20 % опытных самок. От 15 % самок была получена зрелая физиологически качественная икра со степенью оплодотворения 98,0 %, средняя рабочая плодовитость этих самок составила 9,1 тыс. шт. От 5 % самок получили икру в начальной фазе резорбции (табл. 4).

Оставшимся самкам (80 %) произвели инъекцию разрешающей дозой гипофиза. Спустя 19,5 часов от 5 % самок было получено в среднем по 5,6 тыс. шт. физиологически качественных икринок со степенью оплодотворения 98,6 %. Через 25 часов после введения разрешающей дозы дополнительно от 5,0 % самок было получено по 16,0 тыс. шт. зрелых качественных икринок со степенью оплодотворения 97,8 %.

Через 47 часов после инъекции разрешающей дозой дополнительно от 20 % самок была получена икра, степень оплодотворения которой составила 0,0 %. От 10 % самок было получено в среднем по 13,6 тыс. шт. физиологически качественных икринок со степенью оплодотворения 95,1 %.

Вскрытие и анализ с использованием методов микроскопии показали, что у 10 % самок, не ответивших на гормональную стимуляцию, икра была на ранних стадиях резорбции, у 30 % самок — незрелая или на IV стадии развития (табл. 4).

Всего в варианте № 1 от 35 % самок было получено (62,5+13,6) 76,1 тыс. шт. зрелых физиологически качественных икринок; рабочая плодовитость этих самок составила в среднем 9,8 тыс. икринок.

Вариант № 2 (30 самок, доза гипофиза леща: 0,9+8,1 мг/кг). Через одни сутки на предварительную инъекцию положительно отреагировали 20,0 % (6 шт.) самок, из которых от 16,7 % были получены зрелые физиологически качествен-

ные икринки со степенью оплодотворения 98,0 % при рабочей плодовитости 8,0 тыс.шт.; от 3,3 % самок получили икру в начальной фазе резорбции (табл. 4).

В работах, предшествующих настоящим исследованиям [17], с применением дозы 7 мг/кг гормона гипофиза леща доля самок, от которых была получена икра после предварительной инъекции, при 675 ГД составила 0,0 %, при 1040 ГД — 10,0 %. Степень оплодотворения икры после стимуляции самок предварительной дозой была сопоставима с данными экспериментами и составляла 94,7 %.

Через 25 часов после инъектирования самок разрешающей дозой от 6,7 % самок была получена зрелая физиологически качественная икра при рабочей плодовитости 8,0 тыс. икринок со степенью оплодотворения 97,8 %.

В работах, предшествующих настоящим исследованиям [17], с применением дозы 7 мг/кг гормона гипофиза леща доля самок, от которых была получена икра после разрешающей инъекции, при 675 ГД составила 0,0 %, при 1040 ГД — 30,0 %. Степень оплодотворения икры после стимуляции самок разрешающей дозой также была сопоставима с данными экспериментами и составляла 92,4 %.

Через 47 часов после инъекции разрешающей дозой гипофиза от 13,3 % самок была получена икра в разных фазах резорбции со степенью оплодотворения 0,0 %.

Оставшиеся 60,0 % самок не ответили на гормональную стимуляцию; из них у 50,0 % икра была незрелой, у остальных она находилась на начальных фазах резорбции.

Всего в варианте № 2 положительно ответили на гормональную стимуляцию 40 % эксперимен-

Таблица 4. Результаты применения разных доз гормона гипофиза на самок шемаи, %**Table 4.** Results of applying different doses of pituitary hormone to shemaya females, %

Доза гормона гипофиза, мг/кг Dose of pituitary hormone, mg/kg	Характеристика икры Characterization of eggs	Предварительная доза Preliminary dose	Разрешающая доза Provoking dose				Сумма Total
		через 24 часа in 24 hours	через 19,5 часа in 19.5 hours	через 25 часов in 25 hours	через 47 часов in 47 hours		
6	Высокое рыболоводное качество High reproductive quality	15,0	5,0	5,0	10,0	35,0	
	В разных фазах резорбции At different stages of resorption	5,0	0,0	0,0	30,0	35,0	
	Незрелая Immature	0,0	0,0	0,0	30,0	30,0	
9	Высокое рыболоводное качество High reproductive quality	16,7	0,0	6,7	0,0	23,4	
	В разных фазах резорбции At different stages of resorption	3,3	0,0	0,0	23,3	26,6	
	Незрелая Immature	0,0	0,0	0,0	50,0	50,0	

тальных самок: от 23,4 % самок была получена зрелая качественная икра, от 16,7 % — икра в разных фазах резорбции (табл. 4).

Как видно, в обоих экспериментах имелось значительное количество самок с незрелыми половыми продуктами, которые не могли ответить на гормональную стимуляцию овуляцией икры; сравнительный анализ полученных данных при использовании двух доз гипофиза был проведен без их учета. В результате было выявлено, что доля самок со зрелой икрой, ответивших на гормональную стимуляцию дозой 6 мг/кг, оказалась несколько ниже, чем при воздействии дозой 9 мг/кг (рис. 2).

Сводные результаты исследований зрелости гононад самок шемаи в начале нерестового периода в условиях прудов рыболовных хозяйств Нижнего Дона при сумме накопленного тепла 849 ГД представлены в табл. 5.

Данные табл. 5 свидетельствуют о том, что в начале нерестового сезона при 849 ГД в нерестовой популяции самок шемаи, зимовавших в условиях зимовальных прудов рыболовного хозяйства Нижнего Дона, содержится 26,0 % самок с икрой в разных фазах резорбции. Этот факт говорит о том, что была утрачена возможность получить рыбопродуктивную икру первой, самой многочисленной генерации от четверти имеющихся самок, как если бы воспроизводственные работы были начаты вовремя, при более низком уровне накопленного тепла.

Полученные результаты исследований послужили основой для создания Нормативов искусственного воспроизводства черноморско-азовской шемаи по заводской технологии разведения данного вида [18].

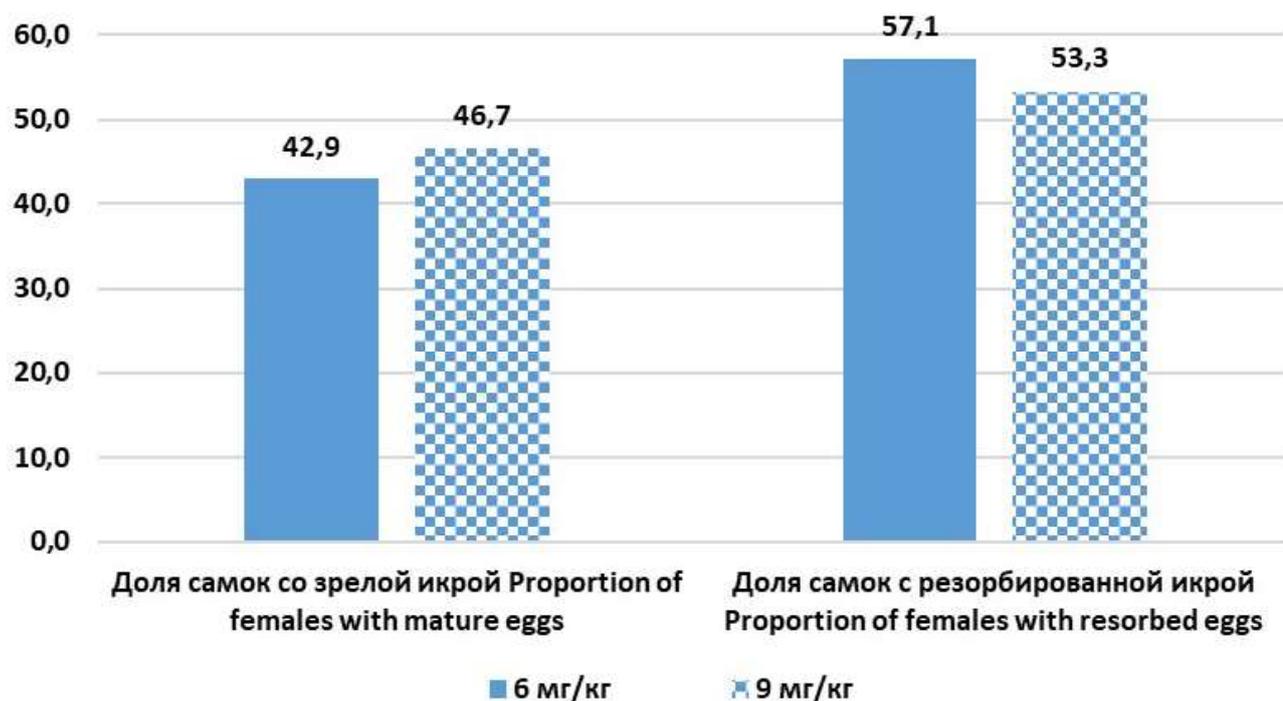


Рис. 2. Ответ самок на гормональную стимуляцию разными дозами гипофиза

Fig. 2. Response of females to hormonal stimulation with various doses of pituitary gland extract

Таблица 5. Сводные данные о состоянии зрелости самок шемаи *Alburnus leobergi* в начале нерестового периода при сумме тепла 849 ГД, %

Table 5. Summarized data on the maturity status of the shemaya *Alburnus leobergi* females at the beginning of the spawning season at the thermal constant of 849 DD, %

Этапы исследований Stages of the investigation	Состояние зрелости икры Maturity status of eggs			Всего Total
	Зрелая Mature	Незрелая Immature	Резорбированная Resorbed	
Преднерестовый анализ Pre-spawning analysis	2,7	2,7	1,4	6,8
Интактные самки Intact females	3,4	0,0	14,4	17,8
Эксперимент — 6 мг/кг Experiment — 6 mg/kg	4,8	4,1	4,8	13,7
Эксперимент — 9 мг/кг Experiment — 9 mg/kg	4,8	10,3	5,5	20,6
Незрелые самки Immature females	0,0	41,1	0,0	41,1
Всего Total	15,8	58,2	26,0	100,0

ВЫВОДЫ

Исследования самок и самцов черноморско-азовской шемаи, содержащихся в условиях зимовальных прудов рыбоводного хозяйства Нижнего Дона, позволяют выявить следующие закономерности:

1. В начале нерестового сезона при сумме накопленного тепла 849 ГД до 50 % самцов не нуждаются в дополнительной гормональной стимуляции и имеют зрелые текущие половые продукты;

2. Для самок шемай в начале нерестового сезона характерно значительное разнообразие степени зрелости гонад, при этом все самки демонстрируют наличие в гонадах трех порций икры;
3. Сумма тепла 849 ГД при зимовке производителей шемай вызывает перезревание наиболее продуктивной икры I генерации у практически трети (26 %) заготовленных самок;
4. Эффективно использование двукратной инъекции при стимуляции овуляции икры у шемай, т. к. у 20 % самок после зимовки в искусственных условиях уже предварительная гормональная инъекция суспензией лещового гипофиза вызывает нормальную овуляцию икры;
5. Дозировка предварительной инъекции 0,6 и 0,9 мг лещового гипофиза на 1 кг массы самки существенно не влияет на качество продуцируемой икры, что подтверждается высокой ее оплодотворяемостью;
6. При стимуляции овуляции икры у самок шемай общей дозой гипофиза 9 мг/кг большая их часть продуцировала икру более высокого рыбоводного качества, чем при использовании дозировки 6 мг/кг.

Поскольку сумма тепла 849 ГД является избыточной для начала воспроизводственных работ по получению зрелой физиологически качественной икры первой генерации от самок черноморско-азовской шемай, необходимо провести исследования для выявления уровня суммы тепла в промежутке от 675 до 849 ГД, который позволит избежать потерь наиболее продуктивной икры первой генерации в результате начинающихся процессов резорбции.

БЛАГОДАРНОСТИ

Автор выражает глубокую благодарность рецензентам за критическое прочтение рукописи, обсуждение, ценные замечания и рекомендации по тексту статьи, а также сотрудникам АзНИИРХ Карпенко Г.И., Переверзевой Е.В. и Зипельт Л.И. за совместный нелегкий исследовательский труд.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аверкиев Ф.В. Сборник статистических сведений об уловах рыбы и нерыбных объектов в Азово-Черноморском бассейне за 1927–1959 гг. // Труды АзНИИРХ. 1960. Т. 1, вып. 2. 93 с.
2. Зайдинер Ю.И., Храбокая Л.Ф. Динамика уловов основных промысловых рыб Азовского бассейна // Тезисы докл. обл. науч. конф. по итогам работы АзНИИРХа в X пятилетке (г. Ростов-на-Дону, 31 марта – 2 апреля 1981 г.). Ростов-н/Д.: Изд-во Южгеологии, 1981. С. 63–66.
3. Красная книга Российской Федерации. Животные. М.: Астрель, 2001. 862 с.
4. Редкие, исчезающие и нуждающиеся в охране животные Ростовской области / Под ред. В.А. Миноранского. Ростов-н/Д.: Изд-во Ростовского государственного университета, 1996. 444 с.
5. Красная книга Волгоградской области (в двух томах). 2-е изд. Т. 1. Животные / Под ред. В.П. Белика. Воронеж: Издат-Принт, 2017. 216 с.
6. Красная книга Краснодарского края (животные) / Под ред. А.С. Замотайлова. Краснодар: Изд-во Центра информационного и экономического развития печати, телевидения и радио Краснодарского края, 2007. С. 322–323.
7. Битехтина В.А., Карпенко Г.И., Проскурина Е.С. Разведение рыбака и шемай на озере Соленом (Кубань) // Труды ВНИРО. 1978. Т. 131. С. 138–152.
8. Дорошин Г.Я., Суханова Е.Р. Нерест рыбака и шемай на искусственных нерестилищах рыбаково-шемайного питомника // Труды Рыбоводно-биологической лаборатории Азчергосрыбвода. 1957. Вып. 2. С. 69–112.
9. Гепецкий Н.Е. Получение потомства шемай с помощью гипофизарных инъекций // Тезисы докл. конф. по интенсивному рыбохозяйственному использованию внутренних водоемов Северного Кавказа (г. Краснодар, 1972 г.). Краснодар: Изд-во Краснодарского научно-исследовательского института рыбного хозяйства, 1972. С. 33–34.
10. Автонов Ю.С., Гепецкий Н.Е. Разведение шемай // Рыбоводство и рыболовство. 1998. № 2. С. 14.
11. Кривцов В.Ф., Багров А.М., Чертихин В.Г. Созревание и нерест растительных рыб в водоемах различных широт // Вопросы интенсификации прудового рыбоводства : сб. науч. тр. Всероссийского научно-исследовательского института пресноводного рыбного хозяйства. 1988. Т. 54. С. 73–80.
12. Белый М.Н., Изергин И.Л., Каика А.И. Нерест тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* на прибрежных мелководьях Тауйской губы (Охотское море) // Вопросы рыболовства. 2011. Т. 12, вып. 2 (46). С. 261–273.
13. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 268 с.
14. Баранникова И.А. Особенности гормональной регуляции функции половых желез и размножения у рыб // Онтогенез. 1975. Т. 6, № 1. С. 3–10.
15. Детлаф Т.А., Гинсбург А.С., Шмальгаузен О.И. Развитие осетровых рыб (созревание яиц, оплодот-

- ворение, развитие зародышей и предличинок). М.: Наука, 1981. 224 с.
16. Иванов А.П. Рыбоводство в естественных водоемах. М.: Агропромиздат, 1988. 367 с.
 17. Головкин Г.В. Влияние уровня теплонакопления на получение зрелой икры у черноморско-азовской шемаи *Alburnus mento* (Суприниде) с использованием гормональной стимуляции // Актуальные вопросы в науке и практике : матер. VI Междунар. науч.-практ. конф. (г. Самара, 10 декабря 2018 г.). Самара: Дендра, 2018. Ч. 1. С. 63–70.
 18. Головкин Г.В., Карпенко Г.И., Зипельт Л.И. Технологии искусственного воспроизводства черноморско-азовской шемаи *Alburnus leobergi* // Водные биоресурсы и среда обитания. 2018. Т. 1, № 3–4. С. 74–90. doi: 10.47921/2619-1024_2018_1_3-4_74.
- ## REFERENCES
1. Averkiev F.V. Sbornik statisticheskikh svedeniy ob ulovakh ryby i nerybnykh ob"ektov v Azovo-Chernomorskom bassejne za 1927–1959 gg. [Collection of statistical data on fish and non-fish objects catches in the Azov-Black Sea Basin in 1927–1959]. *Trudy AzNIIRKH [AzNIIRKH Proceedings]*, 1960, vol. 1, issue 2, 93 p. (In Russian).
 2. Zaydiner Yu.I., Khrabokaya L.F. Dinamika ulovov osnovnykh promyslovnykh ryb Azovskogo bassejna [Dynamics of the catches of the main commercial fish species in the Azov Sea Basin]. In: *Tezisy докладов областной научной конференции по итогам работы AzNIIRKH в X пятилетке (г. Ростов-на-Дону, 31 марта – 2 апреля 1981 г.) [Abstracts of the Regional Scientific Conference based on AzNIIRKH's research in the 10th five-year plan (Rostov-on-Don, 31 March – 2 April, 1981)]*. Rostov-on-Don: Yuzhgeologiya [Southern Geology] Publ., 1981, pp. 63–66. (In Russian).
 3. Krasnaya kniga Rossiyskoy Federatsii. Zhivotnye [Red Data Book of the Russian Federation. Animals]. Moscow: Astrel' [Astrel], 2001, 862 p. (In Russian).
 4. Redkie, ischezayushchie i nuzhdayushchiesya v okhrane zhivotnye Rostovskoy oblasti [Rare, endangered and needing protection animals of the Rostov Region]. V.A. Minoranskiy (Ed.). Rostov-on-Don: Rostovskiy gosudarstvennyy universitet [Rostov State University] Publ., 1996, 444 p. (In Russian).
 5. Krasnaya kniga Volgogradskoy oblasti (v dvukh tomakh). 2-e izd. T. 1. Zhivotnye [Red Data Book of the Volgograd Oblast (in two volumes). 2nd ed. Vol. 1. Animals]. V.P. Belik (Ed.). Voronezh: Izdat-Print [Print Publishing House], 2017, 216 p. (In Russian).
 6. Krasnaya kniga Krasnodarskogo kraja (zhivotnye) [Red Data Book of Krasnodar Territory (animals)]. A.S. Zamyatlova (Ed.). Krasnodar: Tsentr informatsionnogo i ekonomicheskogo razvitiya pechati, televideniya i radio Krasnodarskogo kraja [Center of Informational and Economic Development of Press, Television, and Radio of Krasnodar Territory] Publ., 2007, pp. 322–323. (In Russian).
 7. Bitekhtina V.A., Karpenko G.I., Proskurina E.S. Razvedenie rybtsa i shemai na ozere Solenom (Kuban') [The culture of shemaia and vimba in the Solenoye Lake, Kuban]. *Trudy VNIRO [VNIRO Proceedings]*, 1978, vol. 131, pp. 138–152. (In Russian).
 8. Doroshin G.Ya., Sukhanova E.R. Nerest rybtsa i shemai na iskusstvennykh nerestilishchakh rybtovo-shemaynogo pitomnika [Spawning of vimba and shemaya at the artificial spawning grounds of a vimba and shemaya hatchery]. *Trudy Rybovodno-biologicheskoy laboratorii Azchergosrybvoda [Proceedings of the Fish-Farming and Biological Laboratory of the Azov and Black Sea State Fisheries Administration]*, 1957, issue 2, pp. 69–112. (In Russian).
 9. Gepetskiy N.E. Poluchenie potomstva shemai s pomoshch'yu gipofizarnykh in"ektsiy [Artificial reproduction of shemaya involving injections of pituitary extract]. In: *Tezisy докладов конференции по интенсивному рыбоводству и рыболовству в обширных водоемах Северного Кавказа (г. Краснодар, 1972 г.) [Abstracts of the Conference on extensive fisheries exploitation of the inland water bodies in the North Caucasus (Krasnodar, 1972)]*. Krasnodar: Krasnodarskiy nauchno-issledovatel'skiy institut rybnogo khozyaystva [Krasnodar Research Institute of Fishery] Publ., 1972, pp. 33–34. (In Russian).
 10. Avtonov Yu.S., Gepetskiy N.E. Razvedenie shemai [Shemaya breeding]. *Rybovodstvo i rybolovstvo [Fishery and Aquaculture]*, 1998, no. 2, pp. 14. (In Russian).
 11. Krivtsov V.F., Bagrov A.M., Chertikhin V.G. Sozrevanie i nerest rastitel'noyadnykh ryb v vodoemakh razlichnykh shirot [Maturation and spawning of the herbivorous fish species in the water bodies at various latitudes]. *Voprosy intensivifikatsii prудового rybovodstva : sbornik nauchnykh trudov Vserossiyskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta presnovodnogo rybnogo khozyaystva [Problems of Intensification of Pond Aquaculture. Collection of research papers of the All-Russian Scientific Research Institute of Freshwater Fisheries]*, 1988, vol. 54, pp. 73–80. (In Russian).
 12. Belyy M.N., Izergin I.L., Kaika A.I. Nerest tikhokeanskoy treski *Gadus macrocephalus* na pribrezhnykh melkovod'yakh Tauyskoy guby (Okhotskoe more) [Spawning of Pacific cod (*Gadus macrocephalus*) on coastal shoal of Tauyskaya Guba (Okhotsk Sea)]. *Voprosy rybolovstva [Problems of Fisheries]*, 2011, vol. 12, issue 2 (46), pp. 261–273. (In Russian).
 13. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh) [Guidelines for the study of fish (mostly freshwater)]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost' [Food Industry], 1966, 268 p. (In Russian).

14. Barannikova I.A. Osobennosti gormonal'noy regulyatsii funktsii polovykh zhelez i razmnozheniya u ryb [Specific features of hormonal regulation of the sex gland function and reproduction in fish]. *Ontogenez [Russian Journal of Developmental Biology]*, 1975, vol. 6, no. 1, pp. 3–10. (In Russian).
15. Detlaff T.A., Ginsburg A.S., Schmalhauzen O.I. Sturgeon fishes: developmental biology and aquaculture. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 1993, 299 p. doi: 10.1007/978-3-642-77057-9.
16. Ivanov A.P. Rybovodstvo v estestvennykh vodoemakh [Fish farming in natural waters]. Moscow: Agropromizdat [Agriculture Publishing House], 1988, 367 p. (In Russian).
17. Golovko G.V. Vliyaniye urovnya teplonakopleniya na polucheniye zreloy ikry u chernomorsko-azovskoy shemai *Alburnus mento* (Cyprinidae) s ispol'zovaniem gormonal'noy stimulyatsii [Effect of the thermal constant on the production of mature eggs in the Azov-Black Sea shemaya *Alburnus mento* (Cyprinidae) with application of hormonal stimulation]. In: *Aktual'nye voprosy v nauke i praktike : materialy VI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii (g. Samara, 10 dekabrya 2018 g.) [Current problems in science and practice. Proceedings of the 6th International Research and Practice Conference (Samara, 10 December, 2018)]*. Samara: Dendra, 2018, part 1, pp. 63–70. (In Russian).
18. Golovko G.V., Karpenko G.I., Zipelt L.I. Tekhnologii iskusstvennogo vosproizvodstva chernomorsko-azovskoy shemai *Alburnus leobergi* [Technologies for artificial reproduction of the Azov-Black Sea shemaya *Alburnus leobergi*]. *Vodnye bioresursy i sreda obitaniya [Aquatic Bioresources & Environment]*, 2018, vol. 1, no. 3–4, pp. 74–90. doi: 10.47921/2619-1024_2018_1_3-4_74. (In Russian).

Поступила 10.02.2022

Принята к печати 02.03.2022