

На правах рукописи

Загребина Оксана Николаевна

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ЭМБРИОНАЛЬНОГО И
ПОСТЭМБРИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ РУССКОГО ОСЕТРА
НА РЫБОВОДНЫХ ЗАВОДАХ НИЖНЕЙ ВОЛГИ

Специальность 03.00.10 – ихтиология

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени кандидата биологических наук



003059116

Москва 2007

Работа выполнена в проблемной лаборатории по осетроводству при кафедре «Аквакультура и водные биоресурсы» Астраханского государственного технического университета (АГТУ) и на базе осетровых рыбоводных заводов ФГУ «Севкаспрыбвод», Астраханской области

Научный руководитель

доктор биологических наук
Кокоза Александр Алексеевич

Официальные оппоненты

доктор биологических наук
Ходоревская Раиса Павловна

кандидат биологических наук
Калмыков Леонид Владимирович

Ведущая организация Дагестанский государственный университет

Защита диссертации состоится «29» мая 2007 года, в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 307 003 01 при Всероссийском научно-исследовательском институте пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) по адресу 141821 Московская обл., Дмитровский район, пос. Рыбное.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ВНИИПРХ

Автореферат разослан «28» апреля 2007 года

Ученый секретарь
диссертационного Совета



М Н Белобородова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Среди мероприятий по сохранению численности и биоразнообразия осетровых рыб Каспийского бассейна приоритет принадлежит искусственному воспроизводству. Для компенсации ущербов естественному воспроизводству из-за строительства ГЭС, на Нижней Волге было построено восемь осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ), мощность которых в конце 80-х годов прошлого столетия достигала 70-75 млн шт. молоди осетровых в год. Развитию и становлению осетроводства в водоемах страны на промышленную основу, мы обязаны видным ученым - Н.Л. Гербилюскому, В.В. Мильштейну, Б.Н. Казанскому, И.А. Баранниковой, Т.А. Детлаф и многим другим, внесшим не только личный вклад, но и создавшим научные школы по данному направлению пастбищной аквакультуры. Благодаря гармоничной в то время связи науки и практики, уже к середине 80-х годов прошлого столетия в бассейне Каспия уловы осетровых рыб достигали 25-27 тыс. т. С распадом страны, единая стратегия и тактика развития осетрового хозяйства в южных водоемах разрушилась, в результате, популяции этих видов рыб в настоящее время оказались в кризисном состоянии. На фоне возросшего дефицита диких производителей осетровых рыб, современные объемы воспроизводства молоди осетровых на действующих рыбоводных заводах Нижнего Поволжья не превышают 37-40 млн шт. в год. Естественно, что в этой ситуации необходим дальнейший поиск резервов по увеличению количественных показателей и улучшению качества выращиваемой на ОРЗ молоди осетровых рыб. Диссертационная работа посвящена процессу оптимизации эмбрионального и раннего постэмбрионального этапов искусственного воспроизводства осетровых рыб (на примере русского осетра) применительно к действующим рыбоводным заводам Нижнего Поволжья за счет использования управляемого гидротермического режима водной среды. Известно, что в осетроводстве максимальные потери репродуктивной продукции имеют место именно на первых этапах рыбоводного процесса. В частности, выход стандартной молоди осетровых рыб от заложенной на инкубацию икры в прудах волжских ОРЗ в общем, не превышает 28-35%. Такие низкие результаты, наряду с другими факторами, в немалой степени определяются состоянием физико-химических параметров водной среды, зависящих от погодных условий при прямом водоснабжении рыбоводных процессов. Как правило, максимальные потери имеют место на таких этапах как созревание производителей, в процессе развития репродуктивной икры, а также при переводе личинок осетровых рыб на экзогенное питание.

Цель и задачи исследований. Исследовать условия и качество потомства в период эмбрионального и постэмбрионального развития, полученного от производителей, подготовленных к репродуктивной функции в ранние сроки весеннего периода в управляемых условиях водной среды на примере русского осетра,

- охарактеризовать современные способы инкубации репродуктивной икры и перевода личинок на экзогенное питание на действующих осетровых рыбоводных заводах,

- обобщить собственные результаты исследований эмбрионального и постэмбрионального развития осетровых в управляемых температурных условиях и на фоне естественной температуры водной среды,

- исследовать качественные и количественные показатели молоди осетра, выращенной в выростных прудах ОРЗ, зарыбленных в разные сроки рыбоводного сезона

- разработать практические предложения по оптимизации эмбрионального и постэмбрионального этапов в осетроводстве, применительно к действующим рыбоводным заводам, функционирующим в дельте р Волга

Научная новизна. На примере русского осетра впервые выполнен комплекс исследований и дан анализ качества потомства, полученного от производителей, подготовленных к нересту в нетрадиционные (ранние) сроки рыбоводного сезона. Применительно к действующим рыбоводным заводам Нижнего Поволжья впервые доказан положительный эффект управляемой температуры водной среды на качество эмбрионов и личинок осетра на этапе перевода их на экзогенное питание. На основе морфологических и физиолого-биохимических показателей дана сравнительная оценка качества молоди осетра, выращенной на рыбоводных заводах Нижнего Поволжья в ранние и традиционные сроки рыбоводного сезона.

Практическая значимость работы. Диссертационная работа имеет научно-прикладное значение, внедрение результатов которой, на рыбоводных заводах (ОРЗ) Нижней Волги, позволит существенно снизить потери развивающихся эмбрионов и личинок, что важно в условиях дефицита диких производителей осетровых, необходимых для обеспечения стабильной работы действующих ОРЗ. Результаты исследований послужат также существенным дополнением к технологическим нормативам для проектирования новых и реконструкции действующих ОРЗ и товарных хозяйств в разных регионах страны.

Предмет защиты. Научное обоснование процессов эмбрионального и ранних этапов постэмбрионального развития русского осетра в управляемых и естественных гидротермических условиях водной среды и результаты выращивания жизнестойкой, физиологически полноценной молоди в выростных прудах ОРЗ, обводненных и зарыбленных личинками в ранние сроки рыбоводного сезона.

Апробация результатов исследований. Основные положения исследований докладывались на V международном симпозиуме по осетроводству в исламской республике Иран в 2004 году, на юбилейной Международной конференции, посвященной 75-летию АГТУ, на I Международной конференции молодых ученых, состоявшейся в Ростове в апреле 2005 года, на III Международной научной конференции «Рыбохозяйственные исследования Мирового океана», состоявшейся в г. Владивостоке 18-20 мая 2005 года, на конференции профессорско-преподавательского состава АГ-

ТУ, состоявшейся в апреле 2006 года, на IV Международной научно-практической конференции «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития» г Астрахань, а также на II ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН, состоявшейся в г Ростов-на-Дону, 5-26 апреля 2006 года

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 12 научных работ, в том числе 3 из них соответствуют списку ВАК

Объем и структура диссертации. Диссертация содержит 113 страниц, включает введение, аналитический обзор литературы, материал и методы исследований, результаты исследований и их обсуждение, заключение и выводы. Результаты исследований представлены в виде 12 таблиц и 27 рисунков

Автор выражает свою благодарность руководству ФГУ «Севкаспрыбвод» и руководителям Бертюльского и Сергиевского ОРЗ за предоставленную возможность сбора научных данных, а также своему руководителю доктору биологических наук, заслуженному работнику рыбного хозяйства А А Кокозе за помощь в определении направления диссертационной работы, консультации и постоянное внимание к настоящей работе

ГЛАВА I. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

В обзоре представлены основные этапы развития отечественного осетроводства. Рассмотрены литературные данные о влиянии температуры воды на процессы эмбрионального и постэмбрионального развития осетровых рыб при разном состоянии термического режима водной среды

ГЛАВА II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена на базе Бертюльского и Сергиевского осетровых рыбоводных заводов ФГУ «Севкаспрыбвод». В экспериментах использовали производителей русского осетра, в основном, озимой популяции, развивающуюся икру, предличинок, личинок, полученных в установке замкнутого водообеспечения с управляемым термическим режимом (опытный вариант). В качестве контрольного варианта использовался тот же материал, но полученный в более поздние сроки рыбоводного сезона при естественном прогреве воды. Разница в получении раннего и позднего потомства осетра составила в 2004 году – 15 суток, в 2005 - 25 суток, в 2006 – 35 суток

Ввод в нерестовое состояние производителей осетра осуществляли в пластиковых бассейнах емкостью 15 м³ плотностью посадки рыб 16 кг/м³. Исходная температура воды при посадке производителей в бассейны и в пруды куринского типа 2,0 - 5 °С. После 2-хдневной адаптации рыб к условиям бассейнов начали постепенно повышать температуру воды скоростью 1,0-1,5 °С в сутки. После прогрева воды до 14 °С температуру стабилизировали и в этом режиме рыб выдерживали при т н «температурной полке» примерно 5-6 суток с последующим инъецированием этих рыб гормональными препаратами по общепринятой методике (Мильштейн, 1984). Опло-

дотворенную икру инкубировали в аппаратах типа «Осетр» в управляемом термическом режиме при температуре 14°C с загрузкой 1,5-2,0 кг в один вкладыш. Инкубацию оплодотворенной икры в традиционные сроки проводили на фоне естественного прогрева воды до нерестовых значений по этой же схеме. В процессе инкубации осуществляли отбор эмбрионов по 33 шт от каждой самки. Оплодотворяемость икры определяли на стадии 4-х blastomerov. Собранные пробы фиксировали в формалине концентрацией 4%, после чего определяли размерно-массовые показатели, число аномалий. В процессе инкубации постоянно удаляли мертвые икринки. Аномалии эмбрионов изучали по общепринятой методике (Детлаф, Гинзбург, 1954). Перевод личинок на экзогенное питание осуществляли по методу, разработанному в ЦНИОРХе (Кокоза и др., 2004). Плотность посадки предличинок на 1 м³ воды составляла 35 тыс шт. В процессе выдерживания осуществляли отбор предличинок, пробы фиксировали в 4 % формалине, затем определяли размерно-массовые параметры и процент аномально развивающихся предличинок. Перешедших на экзогенное питание личинок пересаживали в пруды плотностью 110 тыс шт /га.

Один раз в пятидневку контролировали состояние кормовой базы, темп роста и питание мальков по наполнению ЖКТ. Молодь рыб для анализа питания отбирали во время контрольных обловов. Анализ питания молоди проводили по общепринятой методике (Степанова, Горянина, 1988), определен коэффициент упитанности (по Фультону). По достижению мальков стандартной массы провели подсчет выращенной молоди осетра методом бонитировочного учета. В период спуска прудов отбирали пробы молоди из опытных и контрольных прудов для сравнения показателей темпа роста, используя для этого гистографический анализ взятых проб. Физиолого-биохимическое состояние молоди осетра оценивали по показателям концентрации общего белка, осмотического давления сыворотки крови, концентрации гемоглобина, скорости оседания эритроцитов (СОЭ).

Наряду с этим проведен морфологический анализ клеток крови (Иванова, 1983). В исследованиях использовано 8250 икринок, 4250 экземпляров личинок, 1200 шт стандартной молоди, 51 шт производителей осетра. Выполнено 320 биохимических анализов.

Материалы исследований обработаны статистически (Лакин, 1990) с использованием программы «Microsoft Excel». Достоверность различий сравниваемых показателей оценивали по Стьюденту.

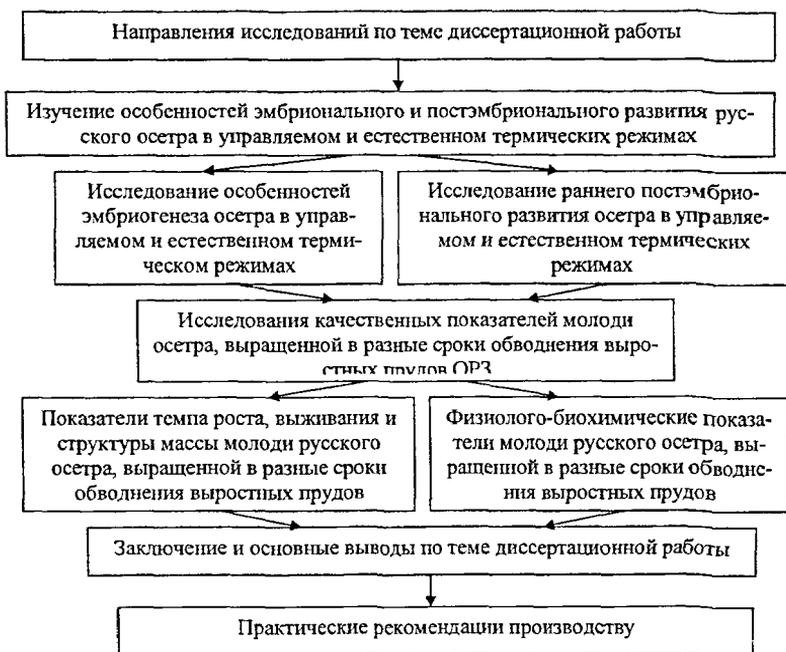


Рис 1 Схема выполненных исследований по теме диссертационной работы

ГЛАВА III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Особенности эмбрионального развития русского осетра в управляемом термическом режиме в условиях ограниченных объемов воды

В 2004 году ввод в нерестовое состояние производителей осетра в УЗВ начали на 15 суток раньше, чем при естественной температуре воды. Продолжительность эмбрионального развития осетра в управляемом режиме при 14 °С составила 7-8 суток, а при естественной температуре воды (17 °С) всего лишь 5 суток. В 2005 – 2006 гг. продолжительность эмбриогенеза в обоих случаях оказалась примерно одинаковой 7 - 8 суток.

Представлялось при этом важным исследовать некоторые показатели, на основе которых, можно было бы судить о целесообразности использования для воспроизводства разных по массе и размерам рыб. Как следует из данных, представленных на рисунке 2, показатели вариабельности самок осетра, подготовленных к репродуктивному процессу в управляемом и естественном термическом режиме достаточно существенны. Во всяком случае, среди отловленных рыб, судя по их массе, это впервые нерестующие особи, равно как среди них имелись и повторно нерестующие.

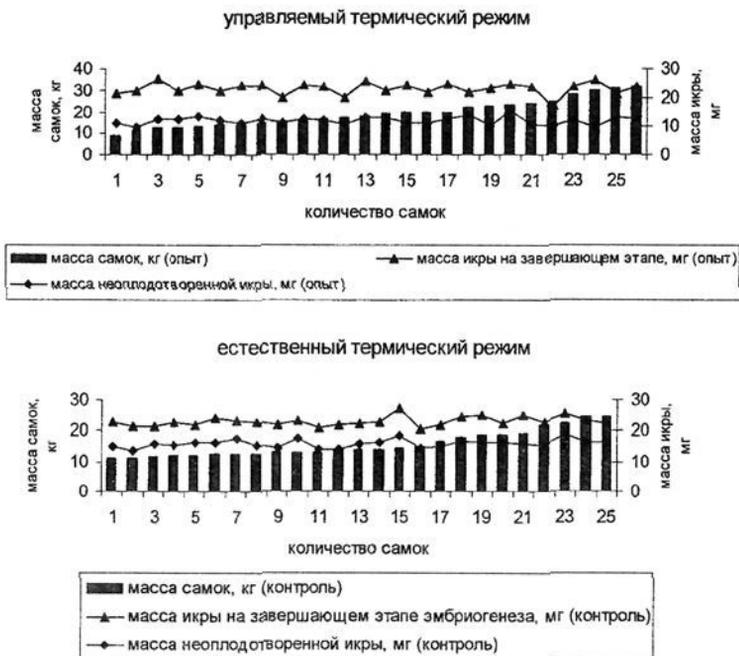


Рис.2. Зависимость между массой самок осетра и массой полученной от них икры

Из рисунка 2 вытекает, что четкой связи между показателями массы самок и массой полученной от них икры до оплодотворения и на завершающем этапе эмбриогенеза, независимо от условий ввода рыб в репродуктивное состояние, не прослеживается. В свое время, при высокой численности нерестовых популяций в рыбоводный процесс не рекомендовалось использовать самок осетра массой менее 9,0 кг. В настоящий момент не представляется возможным обеспечить осетровые рыбоводные заводы Нижнего Поволжья кондиционными производителями. Поэтому использование впервые нерестующих самок осетра является вынужденной мерой. Этих рыб после рыбоводного процесса целесообразно оставлять для повторного созревания в заводских условиях.

Поскольку скорость ввода производителей в нерестовое состояние в управляемом и неуправляемом термических режимах разная, необходимо было исследовать особенности эмбриогенеза осетра по некоторым морфологическим показателям. Икру отбирали до и после гормональной инъекции самок (табл.1).

Таблица 1

Размерно-массовые показатели эмбрионов осетра в управляемой и естественной температуре водной среды (2004 год)

Этапы развития икры	Размеры, мм		Масса, мг
	вертикальный	горизонтальный	
	M±m	M±m	M±m
В управляемом термическом режиме			
Неоплодотворенная	3,42±0,05	3,01±0,05	15,42±0,26
Оплодотворенная	3,47±0,03	3,14±0,04	18,3±0,15
Вылупление	3,58±0,02	3,36±0,02	21,5±0,18
При естественном прогреве воды			
Неоплодотворенная	3,47±0,06	3,1±0,04	15,58±0,18
Оплодотворенная	3,51±0,05	3,2±0,05	18,83±0,18
Вылупление	3,65±0,04	3,39±0,06	22,5±0,25

Согласно данным, показатели массы икры до оплодотворения, горизонтальный и вертикальный ее размеры у опытных и контрольных самок оказались сходными. Во всяком случае, имеющиеся между ними различия статистически не достоверны ($p > 0,05$). При этом, по мере развития оплодотворенной икры отмечено плавное увеличение, как массы развивающихся икринок, так и показателей, отражающих горизонтальный и вертикальный размеры. Необходимо было также выяснить количественные показатели аномальности эмбрионов, развивающихся в разных термических условиях – в УЗВ и при естественном прогреве воды. На рисунке 3, в виде гистограммы, представлено количество аномально развивающихся эмбрионов на разных стадиях развития в управляемом термическом режиме и при водоснабжении аппаратов из пруда-накопителя.

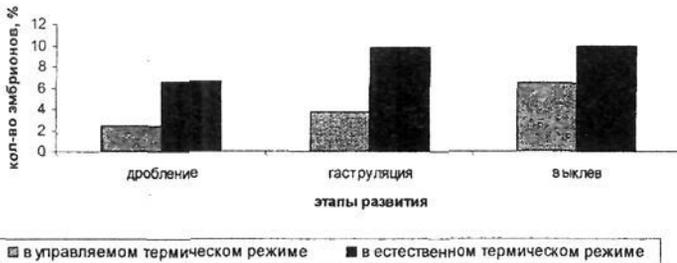


Рис.3. Количественные показатели аномально развивающихся эмбрионов осетра (2004 г.)

Согласно данным, полученным в 2004 году, количество нетипично развивающихся эмбрионов осетра в условиях естественного прогрева воды в источнике снабжения инкубаторов, на отдельных стадиях развития, су-

щественно доминирует, в сравнении с таковыми в управляемом термическом режиме В первые дни развития оплодотворенной икры в накопительном водоеме произошло резкое понижение температуры воды с 14,7 до 10°C с последующим ее прогревом до 14,8°C. В дальнейшем, температура водной среды, хотя и отличалась более или менее выраженным постоянством (14,8-15,2°C), несомненно, такой резкий перепад, явился причиной увеличения количества аномально развивающихся эмбрионов.

В 2005 году различия в массе неоплодотворенной икры, взятой у самок перед гормональной инъекцией и подготовленных к репродуктивному процессу в УЗВ и при естественной температуре воды, оказались несущественными, что подтверждено статистически ($p > 0,05$) Перед вылуплением предличинок (стадия 37) также не выявлено существенной разницы между этими показателями, взятых у самок осетра, подготовленных к репродуктивному процессу в разных температурных условиях В то же время, показатели вертикального и горизонтального размеров икринок, развивающихся в управляемом термическом режиме, были более высокими, в сравнении с таковыми при естественной температуре Таким образом, если в качестве основного показателя взять массу икринок, развивающихся в разных термических условиях, то каких-либо существенных различий между ними не выявлено Согласно полученным данным в 2004-2005 гг, при смещении сроков преднерестового содержания рыб в УЗВ и при естественном прогреве воды, масса созревших икринок в этих случаях оказалась одинаковой, что подтверждено статистически (табл 2)

Таблица 2

Размерно-массовые показатели эмбрионов осетра в управляемой и естественной температуре водной среды (2005 г)

Этапы развития икры	Размеры, мм		Масса, мг
	вертикальный	горизонтальный	
	$M \pm m$	$M \pm m$	$M \pm m$
В управляемом термическом режиме			
Неоплодотворенная	$3,5 \pm 0,03$	$3,1 \pm 0,03$	$16,4 \pm 0,16$
Оплодотворенная	$3,7 \pm 0,03$	$3,4 \pm 0,02$	$19,8 \pm 0,1$
Вылупление	$3,89 \pm 0,01$	$3,62 \pm 0,03$	$24,1 \pm 0,16$
При естественном прогреве воды			
Неоплодотворенная	$3,4 \pm 0,02$	$3,2 \pm 0,02$	$16,7 \pm 0,19$
Оплодотворенная	$3,56 \pm 0,02$	$3,2 \pm 0,02$	$19,5 \pm 0,12$
Вылупление	$3,75 \pm 0,04$	$3,58 \pm 0,01$	$24,5 \pm 0,2$

Повторные эксперименты 2005 года показывают, что независимо от сроков сдвига полового цикла у самок осетра, как и в первом варианте, прослеживается тенденция повышенного количества аномальных эмбрионов, развитие которых проходило в условиях естественной температуры воды (рис 4)

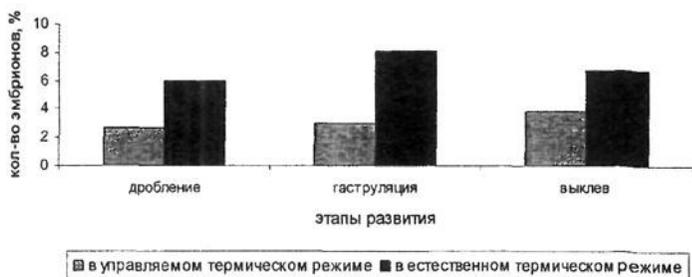


Рис.4. Количественные показатели аномальных эмбрионов осетра в управляемом и естественном термическом режимах (2005 г.)

Как следует из данных, представленных на рисунке 4, в управляемом термическом режиме, количество эмбрионов с нарушенной морфологией взятых на типичных стадиях развития осетра, в общем, оказалось в пределах нормы (3-4%), в то время как у особей, развитие которых проходило при естественной температуре, оно достигло 6-8%.

В опытах 2006 года, показатели массы неоплодотворенной икры составили 15,0 и 16,7 мг, соответственно. В отличие от данных, полученных в 2004-2005 годах, после ввода самок осетра в репродуктивное состояние при смещении сроков преднерестового содержания рыб в УЗВ и при естественной температуре воды, в значениях массы икринок в том и другом случаях выявлена некоторая разница и на этапе выклева эмбрионов, что подтверждено статистически (табл.3).

Таблица 3
Размерно-массовые показатели эмбрионов осетра развивающихся в управляемой и естественной температуре водной среды (2006 г.)

Этапы развития икры	Размеры, мм		Масса, мг
	вертикальный	горизонтальный	
	М±м	М±м	М±м
В управляемом термическом режиме			
Неоплодотворенная	3,4±0,03	3,1±0,03	15,0±0,16
Оплодотворенная	3,4±0,03	3,2±0,02	18,0±0,2
Выупление	3,72±0,03	3,54±0,02	23,0±0,4
При естественном прогреве воды			
Неоплодотворенная	3,6±0,03	3,22±0,03	16,7±0,1
Оплодотворенная	3,3±0,02	3,03±0,03	19,6±0,2
Выупление	3,6±0,03	3,3±0,02	24,2±0,2

Эту разницу по массе эмбрионов, развивающихся в управляемом и естественном термических режимах, можно объяснить за счет более раннего изъятия рыб из зимовалов и посадки их в УЗВ, в то время как прогрев проточной воды достиг нерестовых значений на 35 суток позже. В резуль-

тате, это отразилось на формировании или более полном завершении гаметогенеза у самок осетра. Так, на стадии вылупления, масса эмбрионов, развитие которых проходило в управляемом термическом режиме, в среднем, составила 23,0 мг, в неуправляемой температуре водной среды – 24,2 мг. Отсюда следует, что смещение репродуктивного процесса самок осетра более чем на месяц, требует продолжительного их содержания при т.н. «температурной нерестовой полке», или этих рыб необходимо помещать в бассейны УЗВ раньше, имитируя при этом естественный процесс прогрева воды.



Рис.5. Количественные показатели аномальных эмбрионов осетра в управляемом и естественном термических режимах водной среды (2006 г.)

Из рисунка 5 видно, что и в опытах 2006 года сохранилась тенденция повышенного количества аномальных эмбрионов, развитие которых проходило при естественной температуре воды. Так, если при управляемой температуре воды численность аномальных эмбрионов на типичных стадиях развития не превысила 2,3%, то, при естественной температуре количество аномально развивающихся эмбрионов оказалось значительно выше - 8,3%. Как видно из представленных данных, в период выклева число таких эмбрионов резко снизилось, что связано с их элиминацией вплоть до этапа выброса у этих личинок пигментных пробок.

3.2 Сравнительная оценка качества личинок русского осетра, полученных в разных термических условиях водной среды

В биотехнике искусственного разведения осетровых достаточно сложным этапом считается получение активно питающихся личинок для последующего их подращивания до мальковой стадии в прудах или бассейнах.

Известно, что сразу после вылупления личинки осетровых рыб в определенной мере изолированы от внешней среды. Поэтому влияние неблагоприятных факторов, таких как, например, некоторый перепад температуры воды, кислорода, pH и др. в меньшей мере сказывается на их жизнестойкости, в сравнении с более поздними стадиями развития (Лукьяненко

и др., 1984) В частности, согласно имеющимся в литературе данным, резкое снижение жизнестойкости личинок осетровых наступает примерно на 3-4-е сутки после вылупления и вплоть до полного перехода их на внешнее питание, т.е. в возрасте до 15-20 суток (Кокоза, Лукьяненко, 1968, Кокоза, 1968) Часто на этих стадиях при ухудшении физико-химических параметров водной среды происходит сверхнормативный отход личинок

В 2004 году получение однодневных личинок осетра было на 15 суток раньше, чем при естественной температуре воды в источнике снабжения. Подращивание личинок до стадии активного питания осуществляли в управляемом термическом режиме в малых объемах воды (Кокоза, 2004), поэтому условия и температура воды в управляемой и неуправляемой температуре были сходными. Выход однодневных личинок составил 90%, а выживаемость на этапе смешанного питания - 85%, с количеством аномальных не более 3-5%. Сроки перехода на смешанное питание составили 8 и 10 суток соответственно

В повторных экспериментах в 2005 году, получение активно питающихся личинок осетра в управляемом термическом режиме сместили на 25 суток раньше, чем при естественном прогреве воды. Продолжительность постэмбрионального развития осетра в этом случае составила 11 суток, при температуре воды в бассейнах 15,4°C - 17,8°C. В контроле, т.е. на фоне естественного прогрева воды выброс пигментных пробок начался на 6 - 7-е сутки. Температура воды в бассейнах варьировала от 15,5 до 19,1°C. Более высокая температура воды в бассейнах поддерживалась, в соответствии с таковой в прудах, перед их зарыблением

В опытах, выполненных с личинками осетра в 2006 году, сроки их получения были смещены на 35 суток раньше, чем при естественном прогреве воды. Управляемая температура воды в бассейнах была достаточно стабильной - 16 - 17°C. Ранние сроки получения потомства в управляемом термическом режиме совпали с холодной весной, в результате, вода в прудах к моменту перехода личинок на активное питание прогрелась не более 9-10°C. После выброса личинками первых пигментных пробок температуру воды в бассейнах постепенно понизили за счет кондиционирования воздуха в модульном цехе, выровняв ее до уровня с таковой в прудах, т.е. с 16 - 17°C до 12 - 13°C

Как оказалось затем, независимо от того, что температура воды в прудах после их обводнения была низкой, результаты выращивания стандартной молодежи оказались вполне удовлетворительными. Представлялось при этом важным исследовать морфологические показатели предличинки - общую длину, постанальное расстояние, размер желточного мешка и показатели массы тела. Согласно данным 2004 года, личинки, полученные в более ранние сроки, оказались более крупными. Другие морфологические показатели, такие как постанальное расстояние, размер желточного мешка, характеризовались величинами примерно одного порядка. В то же время, если масса личинок осетра, полученных в ранние сроки, значительно превышала массу контрольных, то показатель длины этих личинок носил об-

ратную зависимость. Так, в опытной партии, средняя длина тела личинок за период подращивания достигла $18,2 \pm 0,12$ мм, в контрольной $19,8 \pm 0,13$ мм, т.е. на 1,6 мм больше. Это связано, скорее всего, с более продолжительным временем перевода личинок на экзогенное питание при естественной температуре воды (табл. 4).

Таблица 4

Морфологические показатели личинок, полученных в управляемом и естественном термических режимах (2004 г.)

Варианты опытов		В управляемом термическом режиме		При естественной температуре воды	
		После вылупления	Во время перехода на активное питание	После вылупления	Во время перехода на активное питание
Масса, мг	M±m	20,6±0,49	36,15±0,74	15,9±0,32	36,82±0,47
Общая длина, мм	M±m	11,63±0,09	18,22±0,12	11,3±0,05	19,89±0,13
Размер желточного мешка, мм	M±m	3,02±0,03	1,85±0,02	2,58±0,03	1,13±0,02
Постанальное расстояние, мм	M±m	3,92±0,04	8,13±0,06	3,9±0,03	8,87±0,06

Аномально развивающихся личинок отбирали на всем протяжении содержания в бассейнах, с последующим их подсчетом в процентах. На рисунке 6 представлены данные, отражающие наличие аномалий в процессе развития личинок осетра в управляемой и при естественной температуре воды.

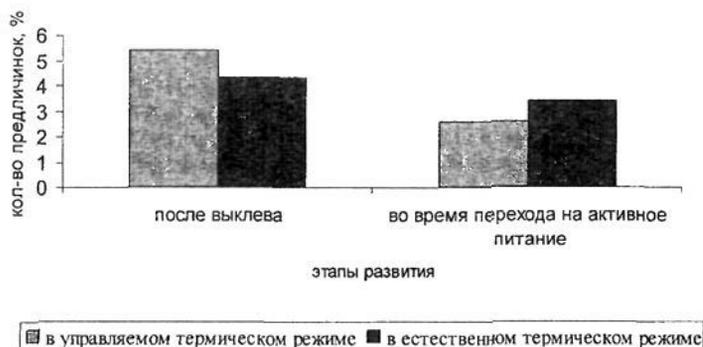


Рис.6. Количество аномально развивающихся личинок осетра в управляемом и естественном термическом режимах в период перевода на экзогенное питание (2004 г.)

Необходимо отметить, что в 2004 году максимум аномалий был зафиксирован у однодневных личинок С возрастом, аномальные особи элиминировали и на этапе выброса пигментных пробок эти показатели находились в пределах нормы, не превышая 2-3%

Размерно-массовые показатели личинок в опытной и контрольной партиях в 2005 году характеризовались величинами примерно одного порядка, составив, соответственно, $17,03 \pm 0,39$ мг и $18,95 \pm 0,2$ мг. Значения общей длины личинок для этих партий также оказались сходными – 10,25 мм в опыте и 10,18 мм – в контроле. Незначительные различия отмечены в показателях постанального размера и длины от края желточного мешка до хорды (табл 5)

Таблица 5
Морфологические показатели личинок, полученных в управляемом и естественном термических режимах (2005 г)

Показатели \ Варианты опытов		В управляемом термическом режиме		При естественной температуре воды	
		После вылупления	Во время перехода на активное питание	После вылупления	Во время перехода на активное питание
Масса личинок, мг	$M \pm m$	$17,03 \pm 0,39$	$34,02 \pm 0,6$	$18,95 \pm 0,2$	$35,59 \pm 0,4$
Общая длина, мм	$M \pm m$	$10,25 \pm 0,09$	$16,9 \pm 0,15$	$10,18 \pm 0,07$	$17,3 \pm 0,16$
Размер желточного мешка, мм	$M \pm m$	$2,5 \pm 0,03$	$2 \pm 0,04$	$2,8 \pm 0,03$	$2,1 \pm 0,04$
Постанальное расстояние, мм	$M \pm m$	$3,27 \pm 0,04$	$6,3 \pm 0,21$	$3,1 \pm 0,04$	$6 \pm 0,15$

Важно подчеркнуть, что в 2005 году период выдерживания предличинок контрольной партии осетра на всем его протяжении характеризовался высоким процентом аномалий. Так, количество аномально развивающихся предличинок после вылупления, составило 9,1% - в контрольной партии, тогда как в опытном варианте – 3,1%, а во время перехода на экзогенное питание – 2,3% и 6,4%, соответственно (рис 7)

Среди патоморфологических признаков в развитии зародышей можно отметить неполное обособление головы и укороченный хвост, отсутствие передних отделов головы, а также случаи ассиметричного развития - искривление позвоночника, складки и изъяды в плавниковой оторочке. Согласно данным, полученным в 2005 году, показатель аномальности предличинок доминировал в условиях естественной температуры воды, при которой проходил процесс эмбриогенеза

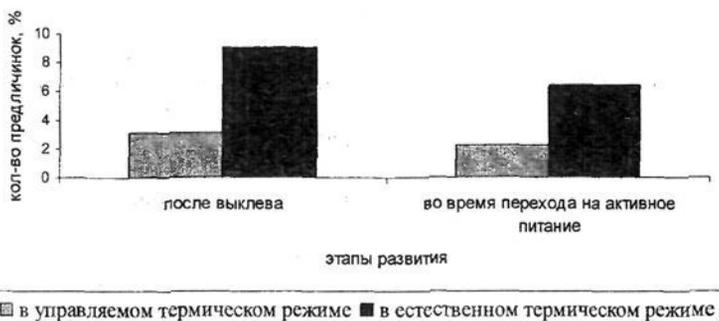


Рис.7. Количество аномально развивающихся личинок осетра в управляемом и естественном термическом режимах в период перевода на экзогенное питание (2005 г.)

Исследованиями 2006 года было установлено, что размерно-массовые показатели личинок осетра, полученных в управляемом и естественном термическом режимах, различны (табл.6).

Таблица 6

Морфологические показатели личинок, полученных в управляемом и естественном термических режимах (2006 г.)

Варианты опытов		В управляемом термическом режиме		При естественной температуре воды	
		После вылупления	Во время перехода на активное питание	После вылупления	Во время перехода на активное питание
Показатели					
Масса, мг	M±m	15,95±0,18	37,6±0,46	19,8±0,6	40,1±0,3
Общая длина, мм	M±m	9,6±0,07	19,3±0,14	10±0,1	18±0,63
Размер желточного мешка, мм	M±m	2,4±0,03	1,9±0,02	2,7±0,07	2±0,05
Постанальное расстояние, мм	M±m	2,8±0,05	6,1±0,03	2,9±0,08	5,9±0,03

Так, масса предличинок была несколько ниже в управляемом термическом режиме, в сравнении с таковой у особей, развитие которых проходило на фоне естественной температуры воды. По выраженности таких показателей, как общая длина, постанальный размер, длина от края желточного мешка до хорды отмечены менее контрастные различия, тогда как количество аномально развивающихся предличинок осетра, полученных при естественном термическом режиме существенно превышало значение данного показателя у предличинок в управляемой температуре.

Так, если на этапе выклева предличинок при естественной температуре количество аномальных особей составило 13%, то в управляемых температурных условиях эта величина составила 10%. Эта тенденция сохранилась вплоть до перехода личинок на внешнее питание, составив, соответственно, 3 и 10,1% (рис.8). Эти различия подтверждены статистически ($p < 0,001$).



Рис. 8. Количество аномально развивающихся личинок осетра в управляемом и естественном термическом режимах в период перевода на экзогенное питание (2006 г.)

В 2004 году личинок осетра, перешедших на активное питание, перевели в выростные пруды площадью 2,0 га, в соответствии с нормативной плотностью посадки – 110 тыс. шт./га. Средняя масса молоди осетра в прудах, зарыбленных в ранние сроки, достигла $2,3 \pm 0,14$ г, а обводненных в традиционные – $1,8 \pm 0,16$ г. Выживаемость молоди в прудах, зарыбленных на 15 суток раньше традиционных, оказалась на 8% выше, составляя 50% и 42%, соответственно.

При этом важно подчеркнуть, что в период рыбоводного сезона 2004 года средние показатели индексов наполнения желудочно-кишечного тракта у мальков, выращенных в ранние сроки весеннего периода, оказались выше, чем зарыбленных позже, составив $308^0/000$ и $235^0/000$, соответственно. Максимальная накормленность молоди, посаженной в пруды в ранние сроки, оказалась в середине выращивания (конец мая) – $479^0/000$, тогда как в контрольном варианте – в начале периода выращивания (первая декада июня) всего лишь $359^0/000$.

В повторных исследованиях 2005 года различия по показателям конечной массы выращенной молоди осетра в ранние сроки оказались существенными. Ранние сроки посадки личинок в пруды положительно отразились и на размерно-массовых показателях выращенной молоди. Так, в прудах, обводненных в ранние сроки, средняя масса мальков достигла $4,02 \pm 0,12$ г, а длина $93,1 \pm 1,1$ мм. При традиционных сроках зарыбления

выростных водоемов эти показатели составили, соответственно, $1,54 \pm 0,09$ г и $65,6 \pm 1,3$ мм. На лучшие условия выращивания молоди осетра при ранних сроках обводнения и зарыбления выростных прудов указывают и особенности питания мальков. Так, средний индекс наполнения ЖКТ составил 421‰ против $359,7 \text{‰}$ у молоди, выращенной в поздние сроки рыбоводного сезона. Выход молоди из прудов в данном случае оказался выше на 18%, составляя 76,5%, в сравнении с традиционными сроками – 58,9%.

Согласно данным, отражающим интенсивность питания молоди в период рыбоводного сезона 2006 года, следует, что практически на всех этапах выращивания индексы наполнения ЖКТ у молоди осетра, полученной в ранние сроки, оказались выше, чем у мальков, выращиваемых в прудах, зарыбленных на 35 суток позже, составив $663,7 \text{‰}$ и 397‰ , соответственно. Естественно, что благоприятные условия питания мальков, оптимальные температурные условия водной среды положительно сказались и на размерно-массовых показателях. Так, средняя масса молоди на этапе выпуска в естественный водоем достигла $3,15 \pm 0,17$ г и длины $87 \pm 1,7$ мм. В прудах, зарыбленных на 35 суток позже, эти показатели оказались $1,17 \pm 0,3$ г $62 \pm 2,7$ мм, соответственно. Показатель выживаемости молоди из прудов характеризовался значительной разницей – 20%, составляя 80,1% и 60,8%.

Следует отметить, что, при ранних сроках зарыбления, личинки и молодь используют весь спектр пищевых организмов, развитие которых характеризуется двумя пиками. При смещении выращивания на поздние сроки, наиболее продуктивный период развития кормовой базы в прудах выпадает из спектра питания молоди осетровых. Показатель упитанности молоди, выращенной в ранние и традиционные сроки в 2005 году, выражается одной величиной и составляет 0,5. Однако, в 2004 и 2006 гг., между опытной и контрольной молодью выявлены некоторые различия. Так, в 2004 году, этот показатель составлял $0,58 \pm 0,02$ и $0,54 \pm 0,02$, а в 2006 – $0,59 \pm 0,05$ и $0,56 \pm 0,03$, соответственно.

Более полная информация о качестве выращенной молоди осетра в разные сроки обводнения и зарыбления выростных прудов была получена благодаря данным, отражающим ее физиолого-биохимический статус. Так, по результатам 2005 года, содержание общего гемоглобина в крови молоди, выращенной в ранние сроки, было в 3 раза выше, чем у мальков, взятых из контрольных водоемов – 49,22 и 13,4 г/л. Эта тенденция прослеживается и по содержанию общего белка в сыворотке крови исследуемой молоди. Естественно, что и скорость оседания эритроцитов оказалась в тесной связи с количеством гемоглобина и сывороточного белка в крови этой молоди.

В 2006 году, различия по показателям концентрации сывороточного белка и скорости оседания эритроцитов оказались менее контрастными, хотя содержание гемоглобина в крови молоди контрольной партии было в 1,5 раза ниже, чем у опытных мальков. Если обратиться к ранее выполненным исследованиям (Коккоза и др., 1972, Коккоза, 1973), то из них вытекает, что эти показатели во многом определяются условиями выращивания мо-

леди осетровых на рыбоводных заводах Нижнего Поволжья, прежде всего кормовой базой и термическими условиями водной среды и др. При длительном воздействии на молодь экстремально высокой температуры происходит истощение компенсаторных функций, в том числе и функции кроветворения и синтеза белков

Представилось важным дать оценку дыхательной функции крови молоди осетра по показателям патоморфологического анализа эритроцитов в крови. У молоди осетра, выращенной в поздние сроки, выявлена такая патология, как пойкилоцитоз, явление, возникающее вследствие того, что клетка теряет эластичность. Это происходит при угнетении эритропоэза под влиянием каких-либо негативных факторов, оказывающих воздействие на кроветворный орган или непосредственно на клетку. Наряду с этим, в крови молоди, выращенной в поздние сроки зарыбления прудов, отмечена базофилия цитоплазмы. Таким образом, молодь осетра, полученная в ранние сроки обводнения прудов, характеризуется несколько пониженной интенсивностью внутреннего дыхания по сравнению с той, которая выращена в более поздние сроки. Эти различия позволяют считать, что в условиях управляемого термического режима морфофункциональное качество эритроцитов в крови мальков лучше, чем у таковых, полученных при естественной температуре воды, состояние которой крайне нестабильно. В крови молоди, полученной от самок осетра, содержащихся в УЗВ, эритроциты были без изменений. У мальков, выращенных в традиционные сроки, т.е. позже на 35 суток, отмечены изменения в виде пикноза, деформации ядер, неравномерного распределения клеток.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выполнен комплекс исследований по вводу производителей осетра, инкубации оплодотворенной икры, переводу личинок на активное питание в малых объемах воды с управляющим термическим режимом с использованием установок с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ). Особое внимание уделено эмбриональному и постэмбриональному этапам развития осетра.

Известно, что на действующих рыбоводных заводах Нижней Волги, как правило, имеют место значительные потери потомства на стадиях эмбрионального и раннего постэмбрионального развития. Наряду с критическими или чувствительными стадиями эмбрионов и личинок значительное влияние на их качество и выживаемость оказывают неблагоприятные факторы водной среды. Проточное водоснабжение инкубаторов, садков или бассейнов не в состоянии обеспечить стабильность физико-химических параметров водной среды и качество воды. Резкие суточные перепады температуры, перенасыщение воды газами, из-за чего личинки поражаются т.н. «газопузырьковой болезнью», не всегда соответствующее качество воды источников водоснабжения и т.д. - нередко все это приводит к сверхнормативным потерям посадочного материала для зарыбления выростных

водоемов ОРЗ Достаточно примера, что у личинок и мальков осетровых рыб, выращенных на ОРЗ Нижней Волги по устаревшей технологии, обнаружено 47 видов морфологических аномалий (Горюнова и др, 2004) И, хотя авторы отмечают тенденцию снижения за последние годы числа видов аномалий, все же действующая биотехнология воспроизводства этих видов рыб, основанная на проточном водоснабжении (река – завод), не в состоянии обеспечить стабильность гидрохимических показателей на всех этапах воспроизводственного цикла и в особенности в эмбриональном и раннем постэмбриональном этапах Естественно, что в условиях острого дефицита диких производителей имеющие место сверхнормативные потери развивающейся икры и личинок осетровых рыб недопустимы

Выполненными исследованиями, доказано, что перевод данных биотехнических звеньев на управляемый гидротермический режим позволяет свести к минимуму эти потери, с одной стороны, с другой, целенаправленно управляя репродуктивной функцией производителей осетровых (в данном случае на примере русского осетра) становится возможным смещать получение активно питающихся личинок на более ранние сроки весеннего периода для зарыбления прудов ОРЗ с целью воспроизводства молоди с высоким физиологическим статусом На фоне естественного прогрева воды все эти рыбоводные процессы запаздывают во времени В результате интенсивного прогрева воды развитие кормовой базы в выростных прудах носит «пиковую» выраженность с доминирующим развитием малоценных беспозвоночных (например, лептестерий, щитней и др) Наряду с этим, заключительный этап выращивания стандартной молоди совпадает с максимальным прогревом воды (до 30 и более градусов - вторая половина июня, июль) в выростных прудах В результате молодь характеризуется неудовлетворительными размерно-массовыми показателями и низким качеством Нередки случаи, когда из-за экстремально высоких температур в прудах волжские заводы вынуждены досрочно выпускать нестандартную молодь в естественный водоем

Известно, что первые эксперименты по вводу производителей осетра были начаты еще в конце прошлого столетия на Бертольском ОРЗ (Пронькин и др, 1989) Однако, только за последнее время, удалось реализовать по полной схеме эти исследования с внедрением систем с управляемым режимом на действующих ОРЗ Нижней Волги В результате установлено, что производители осетра с завершенной стадией зрелости половых продуктов, в управляемом термическом режиме в малых объемах созревают нормально, в соответствии с графиком Т А Детлаф (1954) Процесс эмбрионального и постэмбрионального развития осетра в управляемом термическом режиме со значительно меньшим количеством аномальных эмбрионов (2,3%) и личинок на этапе экзогенного питания (3,5%), характеризуется морфологической нормой с высоким их выходом (не менее 80%) на стадиях выклева и экзогенного питания Наряду с этим не выявлено каких-либо аномалий или мутаций у стандартной молоди осетра, выращенной в более ранние сроки от личинок, полученных в управляемом термическом

режиме Выживаемость стандартной молоди в прудах, зарыбленных на 25-35 суток раньше традиционных, выше на 15-18% Наряду с основной функцией систем с управляемым термическим режимом (УЗВ) их целесообразно использовать для выращивания укрупненной молоди или для содержания РМС или доместичированных производителей осетровых рыб

ВЫВОДЫ

- 1 Выполнен комплекс исследований по оптимизации условий эмбрионального и постэмбрионального развития осетровых рыб (на примере русского осетра) применительно к действующим рыбоводным заводам Нижнего Поволжья
- 2 Установлено, что четкой связи с показателями массы используемых в рыбоводном процессе самок осетра и массой неоплодотворенной и развивающейся икры, а также с показателем оплодотворенных ооцитов не выявлено Количество аномальных эмбрионов также не связано с массой самок данного вида осетровых рыб
- 3 До настоящего времени при прямоточном водоснабжении начальных этапов воспроизводственного цикла осетровых рыб, на действующих рыбоводных заводах Нижней Волги имеют место значительные потери потомства, в том числе и по данному виду Согласно фактическим данным, выход стандартной молоди от заложенной на инкубацию репродуктивной икры не превышает 25-35 % На фоне острого дефицита диких производителей осетровых рыб такие потери рыбоводной продукции недопустимы
- 4 Установлено, что эмбриональный этап развития осетра в управляемом термическом режиме (14-15⁰С) характеризуется стабильными (7-8 суток) сроками, в то время как при естественной (неуправляемой) температуре воды колеблются от 5 до 12 суток Число аномальных эмбрионов осетра не превышает 3-4%, против 10-11% соответственно
- 5 Максимум аномально развивающихся личинок, полученных от самок осетра, подготовленных к нересту в управляемом термическом режиме на 15 суток раньше, чем при естественном термическом режиме, характеризуется величинами примерно одного порядка - 5,4 и 4,3%, не превышая на последующих этапах 2-3 % При смещении сроков ввода самок этого вида осетровых рыб в нерестовое состояние посредством УЗВ на 25-35 суток раньше, чем при естественной температуре воды, показатели аномальности у однодневных личинок оказались на уровне 3 и 10,1% соответственно На этапе экзогенного питания эти показатели нивелируются за счет повышенной элиминации личинок, развивающихся в прямоточном режиме водоснабжения, составив 2,6 и 3,4%, соответственно
- 6 Выживаемость личинок осетра после перехода на экзогенное питание в условиях управляемого термического режима водной среды характеризуется стабильными показателями - 80 - 90% от числа однодневных

- 7 Молодь осетра, выращенная в прудах рыбоводного завода в ранние сроки весенне-летнего времени, характеризуется высоким темпом роста. Так, средняя масса при выпуске в естественные условия в 2005 году при нормативной плотности посадки (110 тыс шт/га) достигла 4,2 г, в то время как, выращенная на 25 суток позже, всего 1,54 г, а в 2006 – 3,15 г и 1,17 г, соответственно.
- 8 Молодь осетра, выращенная в ранние и поздние сроки зарыбления выростных прудов, существенно отличается по физиолого-биохимическому состоянию. Так, в 2005 году, концентрация общего гемоглобина в крови мальков, полученной в ранние сроки, оказалась в 3 раза выше, чем у мальков, взятых из контрольных водоемов - 49,22 и 13,4 г/л. Эта тенденция прослеживается и по показателю общего сывороточного белка – 34 г/л и 18 г/л, соответственно. В повторных экспериментах (2006 г), концентрация гемоглобина в крови мальков оказалась на уровне 48,43 г/л и 27,6 г/л.
- 9 Выживаемость молоди осетра при смещении сроков выращивания на 25-35 суток раньше традиционных (по усредненным показателям) составила 70 % против 55 %.

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

На основании выполненных исследований по теме диссертационной работы рекомендуются следующие предложения производству:

- для максимального использования кормовой базы выростных водоемов, при наличии УЗВ, рыбоводный процесс по получению репродуктивной икры осетра и других видов осетровых, выращивание личинок и зарыбление выростных прудов целесообразно начинать на 25-35 суток раньше традиционных сроков независимо от погодных условий весеннего времени,

- перепад температуры воды в бассейнах и прудах в период зарыбления не должен превышать 1,0-1,5°C. Технические возможности для повышения или понижения температуры воды в бассейнах выполняются посредством кондиционеров или калориферных установок установленных в модульных личиночных цехах ОРЗ,

- обработка развивающейся икры осетра в инкубационных аппаратах типа «Осетр» против сапролегниевых грибов выполняется, в соответствии с действующими рекомендациями.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1 Бельчич Е В , Кокоза А А , Загребина О Н , Григорьев В А , Агабабова Н Г , Оценка рыбоводно-биологических показателей самок и жизнестойкости потомства севрюги (*Acipenser stellatus Pallas*) // Тезисы доклада Международной научной конференции, посвященной 75-летию АГТУ научный журнал № 3(26)/2005 май-июнь – Астрахань, 2005, С 98-104

2 Григорьев В А , Кокоза А А , Загребина О Н , Климов А В Оценка качества самок осетра по некоторым физиолого-биохимическим показателям, подготовленных к репродуктивному процессу в разных температурных условиях //Тезисы докладов III международной научной конференции, Рыбохозяйственные исследования мирового океана – Владивосток, 2005, С 132-134

3 Григорьев В А , Загребина О Н , Климов А В Некоторые физиолого-биохимические показатели самок русского осетра, подготовленных к репродуктивному процессу в разных температурных условиях, // Тезисы докладов I ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр Южного научного центра РАН – Ростов-на-Дону, 2005, С 302-304

4 Кокоза А А , Загребина О Н , Куприянова О А Сравнительная оценка качества потомства, полученного от производителей осетра в управляемом и естественном термическом режиме // Вестник АГТУ, №5(28)/2005, Астрахань, 2005, с 63-66

5 G V Zemkov, V A Grigoriev, O N Zagrebina, A V Klimov, Physiological and biochemical peculiarities of stellate sturgeon females' blood at various conditions of temperature regime // 5-th International Symposium on Sturgeon, 2005, P 160-163

6 Загребина О Н , Куприянова О А , Алиева Н М Особенности питания молоди русского осетра в зависимости от сроков обводнения выростных водоемов // Материалы II ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН, 5-26 апреля, Ростов-на-Дону, 2006

7 Алиева Н М , Загребина О Н Особенности формирования гидробиологического режима в прудах осетровых рыбоводных заводов в зависимости от сроков их обводнения //Тезисы докладов междунар науч конференции, Ростов-на-Дону, 2006

8 Загребина О Н Особенности биопродуктивности выростных прудов осетровых рыбоводных заводов в зависимости от сроков их обводнения //Тезисы докладов 50-й науч конференции профессорско-преподавательского состава АГТУ 18-26 апреля, Астрахань, 2006

9 Кокоза А А , Григорьев В А , Загребина О Н , Дубов В Е Резервы увеличения качественных и количественных показателей воспроизводства молоди осетровых рыбоводными заводами Нижнего Поволжья // Материалы четвертой международной научно-практической конференции «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития», изд ВНИРО, 2006, С 202-205

10 Григорьев В А , Загребина О Н , Марков Е Е Оценка качества доместцированных производителей русского осетра и полученного от них потомства //материалы второй ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр ЮНЦ РАН, Ростов-на-Дону, 2006, С 16-17

11 Григорьев В А , Кокоза А А , Загребина О Н Результаты выращивания молоди осетра при разных сроках обводнения выростных прудов рыбоводных заводов // АГТУ научный журнал № 3(32)/2006 май-июнь – Астрахань, 2006, С 35-40

12 Загребина О Н , Климов А В Особенности эмбрионального и постэмбрионального развития осетровых рыб в управляемом и естественном термических режимах //тезисы Международного симпозиума «Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата», 16-18 апреля, Астрахань, 2007, С 308-310