

УДК 639.3.045

**Результаты исследований в области акклиматизации и рыбохозяйственного освоения перспективных объектов аквакультуры**

*Е.А. Мельченков, Т.А. Канидьева*

Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства (ФГБНУ «ВНИИПРХ», г. Москва)

Рассматриваются результаты многолетних исследований лаборатории осетроводства и акклиматизации ВНИИПРХ в области рыбохозяйственного освоения растительноядных рыб и других перспективных объектов аквакультуры.

**Ключевые слова:** акклиматизация, аквакультура, растительноядные и осетровые рыбы, буффало, веслонос, икра, личинки, молодь, производители, биотехника, выращивание, гаметогенез, реакклиматизация.

Основными предпосылками к интенсивному развитию прудовой, пастбищной и индустриальной аквакультуры в России в конце прошлого столетия, на наш взгляд, явились следующие разработки:

— метод гормональной стимуляции производителей, позволивший создать технологию заводского и индустриального воспроизводства осетровых и других видов рыб;

— технология воспроизводства и рыбохозяйственного освоения растительноядных рыб и новых объектов рыбоводства;

— разработка биологических и технологических основ выращивания рыб в поликультуре;

— технологии товарного выращивания и полноциклового разведения бестера и чистых видов осетровых рыб в условиях прудовых и садковых хозяйств;

— методы прижизненного получения половых продуктов от осетровых видов рыб;

— технология формирования и эксплуатации маточных стад сибирского осетра ленской популяции в условиях индустриальных рыбоводных хозяйств.

Освоение метода гормональной стимуляции созревания половых продуктов у рыб позволило создать целую индустрию по воспроизводству не только осетровых рыб, но и других представителей отечественной и мировой аквакультуры.

Наиболее широкое применение этот метод нашёл при рыбохозяйственном освоении представителей дальневосточного комплекса. Первые исследования в этом направлении, начатые во ВНИИПРХ в 1937 г. с перевозки небольшой партии толстолобика, в последующем превратились в крупномасштабные плановые работы по разработке биотехники выращивания этих экологически специализированных видов рыб. При этом наиболее важным этапом рыбо-

хозяйственного освоения рыб являлась разработка биотехники их разведения.

Китайский метод бассейнового разведения растительноядных рыб, основанный на использовании бассейнов с рециркуляционной подачей воды и икроуловителем, несмотря на кажущуюся на первый взгляд простоту, не нашёл широкого применения в отечественном рыбоводстве и использовался главным образом в Узбекистане (рыбокомбинат «Балькчи»), где под руководством Б. В. Веригина осуществлялись исследования в области их рыбохозяйственного освоения. Усилия советских учёных были сосредоточены на разработке заводского метода воспроизводства и увенчались успехом к 1961 г., когда в Туркменской ССР Д. С. Алиевым и на Украине В. А. Приходько было получено потомство от белого амура, завезённого в 1960 г. из естественного ареала обитания.

К 1962 г. были получены первые результаты по разработке и освоению биотехники формирования маточных стад растительноядных рыб в прудах. От выращенных в прудах производителей получили около 39 тыс. личинок белого толстолобика, из которых к осени вырастили 20 тыс. сеголетков. В 1963 г. под руководством В. К. Виноградова коллективом сотрудников ВНИИПРХ были получены 4 млн личинок белого амура, белого и пёстрого толстолобиков [Ходячий, 1989]. Уже к 1975 г. было выращено около 300 тыс. ц товарной продукции амуров и толстолобиков [Виноградов, 1975].

Благодаря успехам научных исследований в области рыбохозяйственного освоения растительноядных рыб интерес к ним стал чрезвычайно широк, а разработка теоретических основ выращивания рыб в поликультуре стала отправной точкой в проведении широкомасштабных акклиматизационных работ. И в настоящее время их используют как объект товарного выращивания в условиях прудовых хозяйств с целью повышения рыбопродуктивности прудов, водохранилищ, лиманов, а также для мелиорации водоёмов-охладителей, борьбы с биопомехами на АЭС и ТЭЦ.

В 1980 г. разрабатывается комплексная целевая программа «Амур», центральной задачей которой является организация крупномасштабного производства посадочного мате-

риала растительноядных рыб и новых объектов рыбоводства. В короткие сроки, с 1981 по 1985 гг., создано 25 крупных специализированных воспроизводственных комплексов и 12 рыбопитомников общей мощностью 5,9 млрд личинок в год. Объём производства товарной продукции достигает 100 тыс. т.

Очевидные успехи рыбохозяйственной отрасли базировались на применении технологии заводского воспроизводства растительноядных рыб с использованием производителей, выращенных в V–VII зонах прудового рыбоводства при естественной температуре воды. Одновременно во ВНИИПРХ проводятся экспериментальные работы по использованию производителей, выращенных в водоём-охладителях объектов энергетики (АЭС, ГРЭС, ТЭЦ). Первые успешные опыты по получению потомства от растительноядных рыб (белого амура) с использованием тёплых вод были выполнены в условиях водоёма-охладителя Верхне-Тагильской ГРЭС [Васильчикова, 1967; Зубарева, 1968, 1972]. Полученные положительные результаты послужили основанием для строительства Курского рыбного завода, построенного специально для разработки технологии выращивания производителей, формирования и эксплуатации маточных стад растительноядных рыб в прудах с управляемым температурным режимом, в которых при выращивании рыбы использовалась тёплая сбросная вода городской ТЭЦ-1. Под руководством В. К. Виноградова сотрудникам ВНИИПРХ А. М. Багрову и В. А. Костылеву удалось организовать производство посадочного материала растительноядных рыб в III зоне прудового рыбоводства.

К сожалению, события 90-х гг. прошлого столетия разрушили налаженную систему формирования маточных стад растительноядных рыб и получения их потомства. Новые экономические условия вынудили предприятия искать новые формы работы, в частности осваивать технологии, позволяющие получать продукцию в более короткие сроки по сравнению с традиционными.

Учитывая то, что использование сбросных тёплых вод позволило значительно сократить период полового созревания и открыло широкие перспективы освоения растительноядных

рыб не только в регионах с благоприятным для их жизненного цикла температурным режимом воды, но и практически во всех уголках России, где имеется тёплая сбросная вода энергетических объектов, сотрудниками ВНИИПРХ были проведены экспериментальные исследования по разработке технологий формирования маточных стад растительной рыбы на примере белого и чёрного амуров в условиях индустриальных садковых и бассейновых хозяйств.

Работы выполнялись на базе Конаковского филиала ФГУП ВНИИПРХ. В качестве исходного послужил посадочный материал белого и чёрного амуров, завезённый в возрасте одного года с Черепетского рыбхоза Тульской области. Выращивание проводилось в бетонных прямоточных бассейнах площадью  $10 \text{ м}^2$  при средней глубине 1 м. Температура воды в зимний период выращивания составляла от  $9,6$  до  $16 \text{ }^\circ\text{C}$ , в летний — от  $17,2$  до  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ . Среднегодовая сумма тепла составляла  $5000\text{--}5500$  градусо-дней. Для кормления рыбы использовали гранулированные корма импортного производства, предназначенные для осетровых рыб. Плотность посадки при выращивании двухлетков составляла  $50 \text{ кг/м}^2$ , со временем она понижалась и в возрасте пяти лет при достижении рыбами половозрелости и массы  $4\text{--}5 \text{ кг}$  составляла  $15\text{--}20 \text{ кг/м}^2$ . В результате проведённых исследований установлена принципиальная возможность формирования ремонтно-маточных стад белого и чёрного амуров и получения от них жизнестойкого потомства с использованием только гранулированных комбикормов с содержанием протеина не менее 40%.

Данное обстоятельство значительно расширило представление об адаптационных возможностях и стрессоустойчивости белого и чёрного амуров.

С увеличением объёма работ по зарыблению и рыбохозяйственному освоению водоёмов комплексного назначения, имеющих, как правило, низкую рыбопродуктивность, так как в их аборигенной ихтиофауне преобладают малоценные виды рыб, не достаточно полно использующие кормовые ресурсы экосистем этих водоёмов, сотрудниками ВНИИПРХ и других научно-исследовательских учреждений

были проведены эксперименты по расширению набора традиционно выращиваемых видов рыб за счёт введения в поликультуру новых объектов рыбоводства, позволяющих наиболее полно использовать кормовую базу водоёма.

В 1970—1971 гг. из США было завезено 3 вида чукучановых рыб — большеротый, малоротый и чёрный буффало, которые обитают в пресных водоёмах Канады, США и Мексики.

Основные исследования этих объектов проводились на экспериментальной базе ВНИИПРХ, рыбозаводном заводе «Горячий Ключ», под руководством В. К. Виноградова, Л. В. Ерохиной и их последователями, многолетними научными кураторами этого предприятия Н. В. Воропаевым и Е. А. Мельченковым, а также научными сотрудниками лаборатории акклиматизации В. Ф. Кривцовым, В. В. Калмыковой и др.

За период исследований была проведена огромная работа в различных регионах бывшего Советского Союза по изучению рыбоводно-биологических особенностей буффало, разработана биотехника формирования маточных стад, технология разведения, выращивания посадочного материала и получения товарной продукции. Установлены его пищевые взаимоотношения с представителями аборигенной ихтиофауны, а также определена эффективность товарного выращивания в поликультуре с растительными рыбами и карпом.

Различные виды буффало занимают в водоёме свои биотопы: большеротый обитает главным образом в толще воды, чёрный — у дна прибрежной зоны, а малоротый — у дна открытой зоны водоёма. Имеются существенные различия в поведении этих видов: большеротый в течение всего вегетационного периода держится стаями в толще воды и легко отлавливается активными орудиями лова; малоротый и чёрный буффало, как правило, держатся у дна и по поведению напоминают леща и сазана, поэтому отлов их из неспускных водоёмов довольно проблематичен. Все виды буффало потребляют искусственные корма, однако их активность в потреблении корма значительно ниже, чем у карпа. Кормовой коэффициент примерно такой же, как у карпа.

Уже к 1974 г. была разработана принципиальная технологическая схема заводского разведения буффало, а в 1975 г. по этой схеме получено более 13 млн шт. молоди. В этот же период приступили к работам по его вселению в некоторые водохранилища Северного Кавказа: Краснодарское, Шенджийское и Шапсутское. В дальнейшем масштабы этих работ были расширены, проводились зарыбления водоёмов различного назначения, как с естественной температурой воды, так и водоёмов-охладителей. В результате этих работ было установлено, что при выращивании буффало в поликультуре с растительными рыбами продуктивность водоёмов может возрастать на 2–3 ц/га.

Аналогичные результаты получены при выращивании буффало в условиях прудовых хозяйств. В производственных экспериментах по выращиванию сеголетков в поликультуре с карпом и растительными рыбами, выполненных в рыбхозе «Сускан» (Куйбышевская область), получена продуктивность более 30 ц/га, в том числе за счёт буффало 10–12 ц/га.

Экспериментальные работы по выявлению потенциала роста, выполненные в Краснодарском крае, показали, что сеголетки большеротого, малоротого и чёрного буффало могут достигать массы 500, 188 и 216 г соответственно, двухлетки большеротого — 1500, а малоротого и чёрного — 1200 г.

К сожалению, традиционные технологии товарного выращивания рыбы, принятые в то время, из-за высокой травматизации чешуйчатого покрова при осенне-весенних обловах и последующего, повышенного отхода посадочного материала, не позволяли раскрыть потенциал товарного выращивания буффало, что, несомненно, стало бы возможным при переходе на непрерывные технологии выращивания.

Работы по акклиматизации буффало в водохранилища и водоёмы комплексного назначения также не принесли ожидаемых результатов. Несмотря на массовое зарыбление личинками и молодью различных водоёмов нашей страны, положительных результатов акклиматизации этих объектов получить не удалось. Установлено, что буффало в водоёмах южных регионов нашей страны, а также водоёмах-охладителях энергетических объек-

тов (ТЭЦ, АЭС) созревает и нерестится, но эффекта от естественного нереста не наблюдалось.

Одной из причин такого результата, на наш взгляд, является высокая чувствительность буффало к повышению температуры воды в преднерестовый период. Даже кратковременное повышение температуры до 16 °С вызывает естественный нерест. В южных регионах в апреле-мае после кратковременного потепления наступает похолодание и, соответственно, снижается температура воды, что вместе с прессом хищников отрицательно сказывается на развитии икры и выживаемости молоди.

К сожалению, в настоящее время племенные маточные стада буффало утеряны и селекционно-племенная работа с этими объектами не ведётся.

Возрастающий интерес к индустриальному рыбоводству, а также поиск объектов аквакультуры, имеющих высокие пищевые достоинства, привели к расширению ассортимента выращиваемой продукции. Было обращено внимание на основной объект товарного рыбоводства США — канального сома, выращиваемого в прудах, бассейнах и садках, установленных в различных водоёмах. В 1972–1973 гг. в СССР были осуществлены поставки личинок канального сома. Часть молоди завезли в рыбплемхоз «Горячий Ключ» Краснодарского края, где под руководством



Рис. 1. Кладка икры канального сома

В. К. Виноградова сотрудником ВНИИПРХ Л. В. Калмыковым была разработана биотехника формирования маточных стад и разведения канального сома в условиях прудовых и промышленных хозяйств (рис. 1).

Исследования показали, что сом имеет широкий спектр питания, в прудах потребляет бентос, грубый нектон, раков, а также мелкую, в том числе и большую, рыбу. В то же время он конкурирует с карпом за искусственные корма.

Естественная продуктивность, получаемая при выращивании канального сома в прудах, не превышает 30–50 кг/га, а в монокультуре при использовании искусственных форелевых кормов в Джапанском рыбхозе (Грузия) удавалось получать до 30 ц/га.

На основании результатов выполненных исследований был предложен следующий вариант поликультуры, в котором основным объектом выращивания был канальный сом, а дополнительными — белый толстолобик и буффало, с получением общей рыбопродуктивности 33–45 ц/га, в том числе за счёт канального сома предполагалось получить 25–30, белого толстолобика — 5–10, большеротого буффало — 3–5 ц/га.

В отличие от США, где канального сома в основном выращивают в условиях прудовых хозяйств, в отечественной аквакультуре он нашёл более широкое применение в промышленных рыбоводных хозяйствах, в частности садковых. При этом в ряде водоёмов-охладителей, расположенных в различных регионах страны, сом создал самовоспроизводящиеся стада, что говорит о возможности его широкой акклиматизации в южных регионах страны.

К сожалению, как мы отмечали выше, события 1990-х гг. отрицательно сказались на рыбохозяйственном освоении и этого ценного объекта аквакультуры. Остаётся надеяться, что в ближайшие годы работы по его освоению рыбоводными хозяйствами России будут продолжены.

Начало 1970-х гг. ознаменовалось целым рядом замечательных событий в аквакультуре. Одно из них — это организованный сотрудниками ВНИРО завоз в Советский Союз уникального представителя мировой ихтиофауны — американского веслоноса, единственного представителя осетрообразных, питающе-

гося планктоном [Бурцев, Гершанович, 1976]. Его использование как объекта поликультуры позволило бы утилизировать огромные биоэнергетические ресурсы внутренних водоёмов и в сравнительно короткие сроки (2–3 года) получать ценную продукцию. Основные работы по изучению этого объекта были выполнены в рыбплемхозе «Горячий Ключ» под руководством В. К. Виноградова его учениками Е. А. Мельченковым, В. Г. Чертихиным, В. А. Илясовой, Т. А. Канидьевой, О. В. Ситновой, М. В. Бреденко, Э. В. Бубунец и сотрудником НПЦ «Биос» В. В. Архангельским [Виноградов и др., 1975, 1984, 1986; Мельченков, 1985, 1991; Мельченков и др., 1992, 1996; Илясова, 1989; Канидьева, 1991; Бубунец, 1996; Архангельский, 1996].

За 20 лет впервые в мировой аквакультуре была разработана биотехника формирования маточных стад веслоноса в условиях прудовых хозяйств, изучены функциональная морфология фильтрационного жаберного аппарата, гаметогенез и половые циклы, особенности эмбрионального развития и многие другие вопросы (рис. 2).



Рис. 2. В. В. Архангельский с производителем веслоноса (НПЦ «Биос»)

Впервые веслонос был описан Дж. Вальбаумом в 1792 г. Первые исследователи отнесли этот вид к акуловым рыбам, но в 1797 г. Г. Уайдер отнёс его к осетрообразным. В 1960 г. профессором Б. С. Ильным веслонос был предложен как объект для вселения в южные водоёмы Европейской части Советского Союза, а в 1974, 1976 и 1977 гг. ВНИРО при

содействии бюро спортивного рыболовства США были осуществлены поставки веслоноса в СССР. Доставленные предличинки распределялись в основном по трём географическим точкам страны: Украина («Донрыбкомбинат»), Северный Кавказ (экспериментальный рыборазводный завод «Горячий Ключ»), Нижнее Поволжье (Икрянинский экспериментальный осетровый рыбозводный завод). Решение научных задач было распределено между рыбохозяйственными предприятиями и научно-исследовательскими организациями: «Донрыбкомбинат» — ВНИРО, р/з «Горячий Ключ» — ВНИИПРХ, Икрянинский ОРЗ — ЦНИОРХ.

На Украине и Нижнем Поволжье по ряду объективных и субъективных причин в то время сохранить экспериментальные стада веслоноса до половозрелого возраста не удалось. Поставленные перед исследователями задачи успешно были решены сотрудниками лаборатории акклиматизации ВНИИПРХ на базе р/з «Горячий Ключ» и Краснодарского СВК. Там же были проведены основные работы по изучению особенностей биологии веслоноса. Спектр питания и закономерности роста при его выращивании в прудах установлены в первые годы исследований [Бурцев, Гершанович, 1976; Гершанович, 1978, 1983, 1985; Гершанович, Николаев, 1984; Гершанович, Пегасов, Шатуновский, 1987; Виноградов, Ерохина, 1976; Виноградов, 1978]. Было выяснено, что при выращивании в прудовых условиях основной пищей веслоноса является зоопланктон, потребление которого сочетается как с фильтрационным типом питания, так и с активным захватом отдельных организмов. Он весьма пластичен в потреблении пищи и при отсутствии зоопланктона переходит на другие виды корма (детрит, насекомые, остатки высшей водной растительности). Фитопланктон играет незначительную роль в питании веслоноса. Отмечено сходство в строении фильтрационного аппарата веслоноса и пестрого толстолобика, что приводит к возникновению конкурентных отношений между этими видами.

В новых условиях веслонос проявил более высокие показатели роста, чем на родине, в естественном ареале обитания. Сеголетки в прудах достигали массы 0,9–1,0, двухлет-

ки — 3,0–4,0, пятилетки — 7,0–8,0 кг. При отсутствии конкуренции в питании прирост ремонта веслоноса за сезон составлял 6,0–8,0 кг. По отношению к абиотическим факторам среды веслонос показал себя как эвритермный объект. Его можно выращивать практически во всех зонах прудового рыболовства. В отношении к кислородному режиму близок к карповым рыбам, хорошо переносит понижение содержания кислорода в воде до 2 мг/л. Веслонос довольно устойчив к загрязнению воды и к повышению рН в прудах до 10,5. На Краснодарском СВК в результате токсического загрязнения в течение ряда лет отмечалась массовая гибель толстолобика и карпа, а случаев гибели веслоноса не наблюдали.

Уже в первые годы исследований было установлено, что веслонос является перспективным объектом для водохранилищ и озёр средней и южной зон страны [Бурцев, Гершанович, 1976; Виноградов, 1978]. Условия для естественного воспроизводства веслоноса в большинстве водоёмов отсутствуют. Поэтому успешное освоение их возможно лишь при условии его искусственного воспроизводства и периодического зарыбления водоёмов жизнестойкой молодью.

С самого начала акклиматизации веслоноса проводились работы по изучению особенностей его полового созревания при выращивании в прудах и направленному формированию ремонтно-маточных стад. В результате исследований было установлено, что самки при выращивании в прудовых условиях созревают в возрасте десяти лет, самцы — в шестилетнем возрасте. Отмечен случай созревания самца веслоноса в возрасте четырёх лет. Половой цикл у самок может составлять 1–2 года.

В апреле 1984 г. впервые в практике мировой аквакультуры было получено потомство от производителей веслоноса, выращенных в прудах. На первых этапах исследований для гормональной стимуляции созревания производителей использовали суспензию ацетонированных гипофизов осетровых рыб. Дальнейшие исследования показали возможность использования для этих целей гипофиза карповых рыб и сурфагона. В процессе работы по подбору оптимальных доз гормона (гипофиза

осетровых рыб) эмпирически была выявлена закономерность в подборе первой дозы гипофиза в зависимости от коэффициента поляризации ядра ооцита, что в дальнейшем позволило получать икру более высокого рыбоводного качества (табл. 1).

**Таблица 1.** Количество гипофиза при предварительной инъекции в зависимости от поляризации ядра ооцита [Мельченков, Чертихин, 1992]

Коэффициент поляризации ядра ооцита	Доза гипофиза при предварительной инъекции, мг/кг
0,04–0,06	0,4–0,6
0,06–0,08	0,6–0,8
0,08–0,09	0,8–0,9
0,10–0,13	1,0

Некоторое завышение дозировки при решающей инъекции, как правило, не приводит к отрицательным результатам, а способствует более полной овуляции икры.

Занижение дозы гипофиза приводит к более длительной порционной овуляции икры, снижению её рыбоводных качеств. В целом биотехника воспроизводства веслоноса весьма близка к технологии разведения осетровых рыб, используемой в настоящее время.

Основой успешного подращивания личинок и выращивание посадочного материала является наличие в этот период соответствующего корма, так как искусственное воспроизводство веслоноса происходит в конце апреля — начале мая, развитие зоопланктона ещё недостаточно даже на юге. Не все предприятия в состоянии обеспечить необходимое количество живых кормов. Поэтому начиная с 1988 г. проводились работы по созданию полноценного гранулированного комбикорма для личинок и мальков веслоноса. В результате были разработаны комбикорма серии Вес 18–23 для подращивания молоди при естественной температуре воды, у которых рыбоводная эффективность была близка к таковой мелкого зоопланктона — естественной пищи веслоноса [Канидьева, Виноградов, 1990]. Одновременно разрабатывалась технология подращивания личинок веслоноса на стартовых кормах, предназначенных для осетровых и лососёвых рыб, с использованием тёплой воды 22–24 °С

[Бубунец, 1996]. Отрабатывалась технология смещения половых циклов веслоноса на более поздние сроки с целью получения потомства в более благоприятные для подращивания молоди периоды.

Веслонос, выращенный в разных кормовых условиях, значительно отличается по массе, относительному содержанию жира и энергетической ценности мяса, сохраняя при этом примерно одинаковое относительное содержание белка. Это, несомненно, имеет большое практическое значение: изменяя кормовые условия, можно получать продукцию различного качества — от жирной до диетической. Веслонос является прекрасным объектом акклиматизации в водоёмы комплексного назначения, особенно в водохранилища, где в верховьях образующих их рек сохранились естественные нерестилища, которые в перспективе мог бы занять веслонос, при условии крупномасштабного вселения его в данные водоёмы. Первые попытки создания самовоспроизводящегося стада были осуществлены в 1987 г., когда в Краснодарское водохранилище было выпущено более 3 тыс. шт. молоди веслоноса массой свыше 30 г. Спустя 3 года в уловах рыбаков встречались особи массой более 7 кг. В 2000 г. в водохранилище было выпущено ещё 11 тыс. шт. молоди веслоноса массой 20 г.

В последние годы из-за отсутствия финансирования мониторинг результатов вселения веслоноса в водоёмы не проводится, хотя данное направление является весьма перспективным, и по примеру США, при определенной организации работ, в России могли бы быть собственные самовоспроизводящиеся стада веслоноса, что, в свою очередь, могло бы сократить рыбопромысловый пресс, лежащий сейчас на туводных видах осетровых рыб. Все нормативные документы для проведения данных работ имеются.

Высокая энергетическая ценность, наличие достаточного выхода мяса (до 61%) позволяют предложить двухлетков веслоноса (массой более 2 кг) для использования в консервной промышленности при изготовлении деликатесных натуральных консервов, а также в качестве сырья при производстве рыбной продукции горячего и холодного копчения.

Смещение цикла созревания половых продуктов, прижизненный отбор икры создают предпосылки для организации на рыбоводных предприятиях южной зоны России, а также на водоёмах комплексного назначения икорно-бальничного производства (рис. 3).



Рис. 3. Цех по переработке веслоноса в США

Прижизненная диагностика пола веслоноса (в возрасте 3–5 лет) по содержанию половых гормонов в сыворотке крови или ультразвуковым сканированием даёт возможность направленного формирования структуры маточных стад. На одном га водоёма можно содержать 20–30 половозрелых самок веслоноса и от каждой получать раз в два года или ежегодно 2 кг икры, то есть 40–60 кг с 1 га. Одну самку можно эксплуатировать не менее 5 раз. Икра веслоноса имеет чёрный цвет и сходна с икрой севрюги (рис. 4).

Одним из интереснейших моментов рыбохозяйственного освоения веслоноса стал эксперимент по его интродукции в водоё-

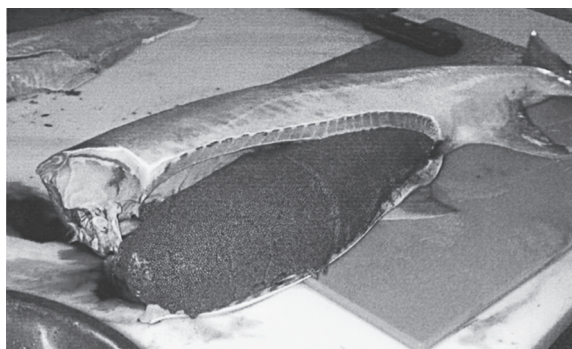


Рис. 4. Икра веслоноса

мы Кубы. Организатором этой работы был А. М. Багров, непосредственным исполнителем — Е. А. Мельченков [Багров, Мельченков, 2001]. Выбор Кубы не был случайным. Проведённые ранее наблюдения показали, что природно-климатические условия острова чрезвычайно благоприятны для развития аквакультуры, в частности для выращивания рыб-фильтраторов.

Остров имеет типично тропический морской пассатный климат. Зимы практически не бывает. Температурный режим в пресноводных водоёмах приближается к максимальным значениям на земном шаре. Сумма тепла в водоёмах за год составляет более 9500 градусо-дней, что способствует проведению работ, связанных с изучением влияния абиотических факторов на функционирование репродуктивной системы, оценкой адаптационных возможностей веслоноса в различных условиях обитания, поиском методов сокращения сроков созревания.

Работы выполнялись в 2001 г. на рыбопитомнике «Хувентуд», расположенном в 100 км от Гаваны. Общая площадь прудов хозяйства составляла более 40 га. Основными объектами разведения в то время на предприятии являлись растительноядные рыбы и африканский сом. Поставка оплодотворённой икры веслоноса осуществлялась из Краснодарского края (Краснодарский СВК) с передержкой на экспериментальной базе ВНИИПРХ. Продолжительность транспортировки икры по маршруту ВНИИПРХ — Москва — Гавана составила 20 ч. По прибытии в аэропорт Гаваны был заменён охлаждающий элемент. Дальнейшая транспортировка икры до рыбопитомника «Хувентуд» длилась 3 ч. При внешней температуре воздуха в Республике Куба 28,3 °С температура воды в транспортной ёмкости составила 14 °С.

По прибытии в рыбопитомник икру на 31-й стадии развития поместили в сконструированное ранее устройство, позволяющее поддерживать температуру воды в инкубационной ёмкости в границах оптимума для данного вида рыб. За период инкубации нарушений в развитии икры не было. Выклев начался на вторые сутки после прибытия при температуре воды 21,4 °С. В этот период приступили к постепенному повышению температуры воды в ин-



кубационной ёмкости с целью её выравнивания с естественной. Массовый выклев начался на третьи сутки при температуре воды 27 °С и продолжался 3 часа. Общая продолжительность доинкубации икры (ст. 31–36) при средней температуре воды 19,3 °С составила 46 часов. Всего было получено 94 тыс. предличинок при выходе 94% от завезённой икры.

Выдерживание осуществляли в лотках ейского типа при плотности посадки предличинок 28 шт./л. Средняя температура воды за этот период составляла 25,8 °С (24,5–27,5 °С). Через 113 часов у молоди появилась положительная реакция на корм. В первый период подращивания в качестве корма использовали моюну, на третий день — измельченную фракцию стрептоцефалюса.

Выход молоди после подращивания составил 80%. Часть подращенной до 50 мг молоди была высажена в выростные пруды общей площадью 4 га, плотность посадки составляла 8–9 тыс. шт./га. Температура воды в момент посадки молоди была равна 26,2 °С. С целью поддержания уровня развития зоопланктона в пруд вносилась маточная культура мойны, солома рисовая, органические удобрения (птичий навоз) из расчёта 300–400 кг на пруд с интервалом 3–5 дней. Несмотря на проводимые интенсификационные мероприятия видовой состав и количество зоопланктона в прудах были весьма бедны. Ветвистоусые были представлены лишь мойной, веслоногие — циклопами, диаптомусами и их науплиями.

Одним из решающих факторов, определившим выживаемость молоди, было большое скопление рыбоядных птиц (индийская гарса) в момент зарыбления прудов. Выход молоди из пруда составил 11,5%. За 33 дня выращивания молодь достигла массы 23,3 г. Дальнейшее выращивание посадочного материала веслоноса с целью формирования ремонтно-маточных стад проводилось в поликультуре с другими видами рыб — белым толстолобиком и белым амуром.

К сожалению, ураган, прошедший над рыбобитомником в сентябре 2001 г., смыл пруды, в которых культивировался веслонос. Дальнейшая судьба его неизвестна.

Таким образом, в результате проведённых исследований установлена принципиальная

возможность выращивания веслоноса в природных условиях Республики Куба. Впервые в практике мировой аквакультуры были проведены работы по интродукции веслоноса в водоёмы тропиков.

Ещё в относительно благоприятные для осетровых рыб времена, учёные приступили к работам по рыбохозяйственному освоению сибирского осетра. В начале 1960-х гг. усилиями совместных экспедиций кафедры ихтиологии МГУ и ЦПАУ Главрыбвода были организованы сборы оплодотворённой икры в р. Лена с последующей её поставкой на заводы северо-запада страны. Выращивание молоди на заводах проводили под руководством и при непосредственном участии Центральной лаборатории Главрыбвода [Лебедев и др., 1975; Смольянов, 1987].

Первоначально выращенную молодь использовали для зарыбления озёр и водохранилищ с целью её акклиматизации. Позднее для поставки во Францию в 1973 г. икра и молодь поступили на Конаковский рыболовный завод ВНИИПРХ. Оставшаяся после поставки часть молоди послужила основой для формирования маточного стада сибирского осетра и разработки сотрудниками ВНИИПРХ под руководством И. И. Смольянова технологии воспроизводства сибирского осетра в условиях промышленных хозяйств.

В 1981 г. впервые в мировой практике от производителей сибирского осетра ленской популяции, выращенных в промышленных условиях, было получено потомство. С этого момента в России открылось новое направление аквакультуры — промышленное товарное осетроводство [Заделёнов и др., 1999; Петрова, 1980, 2001; Петрова и др., 1990, 1998, 2001, 2002; Рачек и др., 2000; Смольянов, 1987; Ширяев и др., 2001; Васильева и др., 2000].

До конца 1980-х гг. сибирский осётр на Конаковском заводе, построенном для товарного производства карпа и форели, занимал второстепенное положение.

Лишь в 1990-х гг., когда интерес к осетровым рыбам резко возрос из-за катастрофического состояния их естественных популяций, под руководством В. М. Воронина, в то время заместителя директора по науке ВНИИПРХ,

предприятие было ориентировано на выращивание посадочного материала, товарной продукции осетровых, производство живой оплодотворенной икры, что послужило основой для формирования собственных маточных стад в России и за её пределами.

В настоящее время сибирский осётр ленской популяции представлен в аквакультуре целого ряда стран и успешно разводится во Франции, Италии, Германии, Венгрии, Нидерландах, Дании, Бельгии, Китае, Японии, Вьетнаме, США и других странах.

За короткий период на предприятии были сформированы коллекционные стада целого ряда ценных осетровых рыб: сибирского осетра ленской и обской популяций, русского осетра азово-черноморской популяции, байкальского и сахалинского (зелёного) осетра, стерляди волжской окской, и дунайской популяции, белуги.

Маточное стадо байкальского осетра явилось основой для восстановления этого объекта в естественном ареале обитания, озере Байкал. В последнее десятилетие проводится большая работа по восстановлению популяций стерляди в бассейнах рек Волги и Оки. Все эти работы выполняются на базе большого массива знаний и законченных научных разработок сотрудниками ФГУП «ВНИИПРХ», ВНИРО и других научно-исследовательских организаций.

Отсутствие спроса на посадочный материал некоторых видов осетровых рыб, входящих в состав коллекции Конаковского филиала ФГУП ВНИИПРХ, отсутствие финансирования отрицательно сказались на видовом составе коллекции. В настоящее время на заводе культивируются и воспроизводятся сибирский осётр ленской популяции пяти поколений доместикиции, стерлядь окской и волжской популяций. Созрело маточное стадо белуги. Большая роль в сохранении коллекции и её тиражировании принадлежит главному рыбоводу предприятия Н. А. Козовковой.

Наличие уникальной коллекции пяти поколений доместикиции сибирского осетра ленской популяции вызывает закономерный вопрос о возможности и целесообразности использования потомства, полученного от производителей, прошедших длительный процесс доместикиции, для реакклиматизации в есте-

ственные водоёмы, а также для товарного выращивания.

Проведённые сотрудниками лаборатории осетроводства и акклиматизации ФГУП «ВНИИПРХ» исследования по оценке влияния длительного процесса доместикиции на осетровых рыб показали, что производители, выращенные в течение пяти поколений в условиях индустриального предприятия с использованием только искусственных кормов, могут продуцировать полноценное гетерогенное потомство, не отличающееся по морфо-биологическим, физиолого-биохимическим показателям, выживаемости в естественных (модельных) условиях от первого поколения доместикиции. Это даёт основание предложить использовать молодь, полученную от производителей, выращенных в индустриальных условиях, для реакклиматизации в естественные водоёмы.

Существующие технологии по производству посадочного материала осетровых рыб, а также современная материально-техническая база многих рыбководных предприятий при определённой организации работ позволяют обеспечить получение половых продуктов и выращивание разно-размерного посадочного материала практически весь календарный год.

Однако при организации работ по его выращиванию для целей реакклиматизации в естественные водоёмы, когда требуется молодь массой 2–3 г, предприятия вынуждены переносить сроки получения половых продуктов и, как следствие, производство посадочного материала на более поздние сроки или выращивать молодь крупных навесок. Это, как правило, приводит к дополнительным затратам ресурсов (электроэнергии, кормов и т. д.), а также нерациональному использованию рыбоводного оборудования.

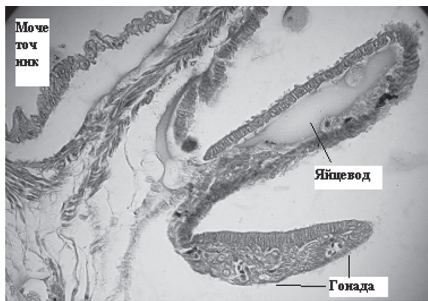
Исходя из того, что осетровые за длительный эволюционный период приобрели уникальные адаптационные возможности, в лаборатории осетроводства и акклиматизации ФГУП «ВНИИПРХ» была проведена серия экспериментальных работ, позволяющих выяснить способность молоди адаптироваться к низким температурам воды (1–4 °С).

Целью исследований являлась разработка биологических основ адаптации молоди осе-

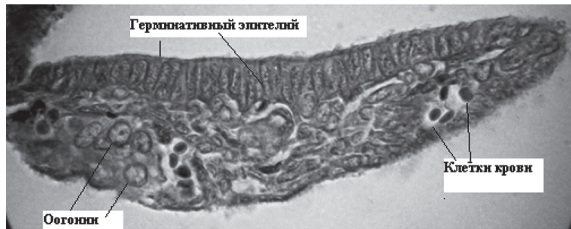
тровых рыб к низким температурам, выдерживания и реакклиматизации в естественные водоёмы. На первом этапе проводилось изучение возможностей и разработка технологических принципов адаптации и выдерживания при низких температурах воды молоди осетровых рыб, выращенных в условиях промышленных хозяйств с использованием искусственных кормов.

Объектом исследований послужила молодь сибирского осетра ленской популяции, полученная от производителей 4-го поколения доместикиции, и молодь стерляди волжской популяции. Гистологические срезы гонад

молоди осетра и стерляди, подвергшейся влиянию низких температур воды, представлены на рис. 5–9.



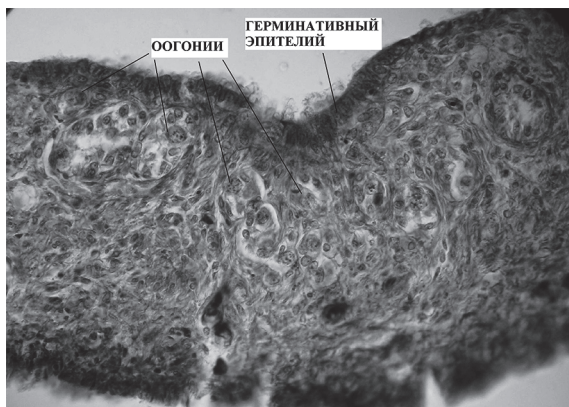
а)



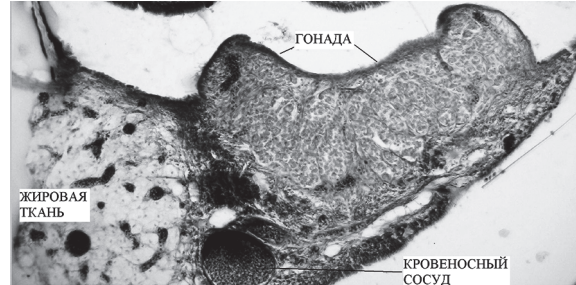
б)

**Рис. 5.** Гонада ленского осетра в возрасте 2 мес.:

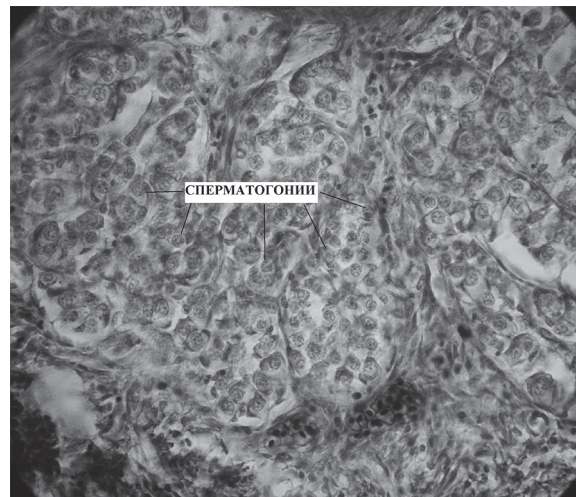
а) 40-кратное увеличение, б) 100-кратное увеличение



**Рис. 6.** Гонада ленского осетра в возрасте 8 мес., 40-кратное увеличение



**Рис. 7.** Гонада ленского осетра в возрасте 8 мес., 40-кратное увеличение



**Рис. 8.** Гонада ленского осетра в возрасте 8 мес., 100-кратное увеличение



**Рис. 9.** Гистологическая картина гонад молоди стерляди

У всех исследованных особей заметна сходная картина гаметогенеза — идет анатомическая дифференцировка гонад, присутствуют гонии, происходят их митотические деления.

Комплексные исследования по рыбомерно-биологической, морфо-физиологической оценке, а также исследования особенностей гаметогенеза молоди сибирского осетра и стерляди, подвергшихся длительному воздействию

низких температур, не выявили отрицательного влияния данного абиотического фактора на молодь [Мельченков и др., 2012].

Расчёты показали, что экономическая эффективность от зарыбления водоёмов трёхграммовой молодь, выращенной с применением метода адаптации к низкой температуре воды, в два раза выше, чем от зарыбления молодь, выращенной по традиционной технологии до массы 20 г.

**Таблица 2.** Календарный график работ рыбоводного предприятия по воспроизводству и выращиванию посадочного материала стерляди массой 3 г при естественной температуре воды

Показатели \ Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Заготовка производителей				■					■	■		
Транспортировка производителей				■	■						■	
Выдерживание производителей	■	■	■	■	■						■	■
Получение половых продуктов и инкубация икры					■	■						
Выклев и выдерживание личинок					■	■						
Подращивание молоди до массы 3 г						■	■	■	■			
Выпуск молоди								■	■			

**Таблица 3.** Календарный график воспроизводства и выращивания посадочного материала осетровых рыб до массы 3 г на промышленных предприятиях

Показатели \ Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Содержание ремонтно-маточного стада	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Бонитировка		■		■		■		■		■		■
Выдерживание производителей при низких температурах воды	■		■		■		■		■		■	
Получение половых продуктов и инкубация икры	■		■		■		■		■		■	
Подращивание молоди до массы 3 г	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Выдерживание молоди при низких температурах воды	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Выпуск молоди					■	■	■	■	■	■		

С целью расширения масштабов работ по выращиванию молоди на основании полученных результатов можно рассмотреть более рациональную схему работ по воспроизводству осетровых рыб на предприятиях индустриального типа, в том числе на рыбоводных заводах, имеющих установки замкнутого цикла водообеспечения (табл. 2, 3).

Введение на индустриальных предприятиях (бассейновых, в том числе УЗВ) метода адаптации молоди осетровых и её длительное выдерживание при низких температурах воды позволит в несколько раз увеличить объём выращивания посадочного материала практически на том же технологическом оборудовании, что и при проведении одного цикла выращивания, и обеспечить более рациональную эксплуатацию маточного стада.

Сравнительные эксперименты по адаптации к низким температурам воды молоди массой 3 г и 20 г и более показали высокую выживаемость всех возрастных групп молоди.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Архангельский В. В. 1996. Особенности выклева предличинок веслоноса // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Тез. докл. междунар. симп. (21–24 октября 1996 г. Адлер, Россия). Краснодар. С. 68–69.
- Багров А. М., Мельченков Е. А. 2001. Веслонос на Кубе // II Межд. науч. — практ. конф. «Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития». Астрахань, 21–22 ноября 2001 г. Астрахань: Изд-во «Нова». С. 82–86.
- Бубунец Э. В. 1996. Опыт подращивания личинок веслоноса на стартовых кормах в индустриальных условиях // Состояние и перспективы науч. — практ. разработок в области марикультуры. Матер. совещ. России, Ростов-на-Дону, апрель 1996 г. М.: Изд-во ВНИРО. С. 39–42.
- Бурцев И. А., Гершанович А. Д. 1976. Об акклиматизации веслоноса в СССР // Рыбное хозяйство. № 10. С. 13–16.
- Васильева Л. М., Пономарёв С. В., Судакова Н. В. 2000. Кормление осетровых рыб в индустриальной аквакультуре. Астрахань, НПЦ по осетроводству «Биос»: Волга. 86 с.
- Васильчикова А. П. 1967. Зарастание прудов-охладителей Урала и меры борьбы с ним // Тр. Сев. науч. — иссл. ин-та гидротехники и мелиорации. Вып. 22. С. 58–63.
- Виноградов В. К. 1975. Поликультура растительноядных рыб в прудовом хозяйстве и естественных водоёмах // Поликультура растительноядных рыб в пруд. хоз-ве и естеств. водоёмах. М.: ВНИИПРХ. Вып. 15. С. 3–18.
- Виноградов В. К. 1978. Акклиматизантов становится всё больше // Рыбоводство и рыболовство. № 2. С. 10–11.
- Виноградов В. К., Ерохина Л. В. 1975. Представители североамериканской ихтиофауны как объекты рыбоводства и акклиматизации во внутренних водоёмах СССР // Изв. ГосНИОРХ. Т. 103. С. 220–225.
- Виноградов В. К., Ерохина Л. В. 1976. Новые объекты рыбоводства и акклиматизации // Рыбное хозяйство. № 10. С. 10–13.
- Виноградов В. К., Мельченков Е. А., Ерохина Л. В., Воропаев Н. В. 1984. Опыт выращивания производителей и искусственного воспроизводства веслоноса // Экспресс-информ. М.: ЦНИИТЭИРХ. Вып. 9. С. 1–6.
- Виноградов В. К., Мельченков Е. А., Ерохина Л. В., Воропаев Н. В., Чертихин В. Г. 1986. Выращивание производителей и разведение веслоноса (предварительные рекомендации). М.: ВНИИПРХ. 21 с.
- Гершанович А. Д. 1978. Временные инструкции по выращиванию сеголетков веслоноса *Polyodon spathula* (Walbaum). М.: ВНИРО. 20 с.
- Гершанович А. Д. 1983. Факторы, определяющие изменения скорости роста и распределение особей по размерам в группах молоди веслоноса *Polyodon spathula* Walbaum (Polyodontidae) // Вопросы ихтиологии. Т. 23. Вып. 4. С. 584–589.
- Гершанович А. Д. 1985. Потенциал роста осетрообразных (Pisces, Acipenseriformes) в связи с их выращиванием // Биологические основы аквакультуры в морях Европ. части СССР. М.: Наука. С. 119–130.
- Гершанович А. Д., Николаев А. И. 1984. Результаты трёхлетнего выращивания веслоноса *Polyodon spathula* (Walbaum) в поликультуре с гибридами осетровых, карпом и растительноядными рыбами // Морское рыбоводство. М. С. 170–175.
- Гершанович А. Д., Пегасов В. А., Шатуновский М. И. 1987. Экология и физиология молоди осетровых. М.: Агропромиздат. 215 с.
- Заделенов В. А., Бурнев С. Л., Колядин С. А., Питруков В. М. 1999. Выращивание товарной стерляди в рыбноводном хозяйстве при Красноярской ТЭЦ 2 // Проблемы современного товарного осетроводства. Тезисы докл. I науч. — практ. конф., 24–25 марта 1999 г. Астрахань. С. 30–32.
- Зубарева Э. Л. 1968. Опыт вселения растительноядных рыб в пруды-охладители Урала // Новые ис-

- следования по экологии и разведению растительноядных рыб. М.: Наука. С. 225–227.
- Зубарева Э.Л.* 1972. Выращивание производителей растительноядных рыб в водохранилищах-охладителях Урала // Рыбоводство и рыболовство. № 1. С. 10–11.
- Илясова В.А.* 1989. Гаметогенез и половые циклы веслоноса (*Polyodon spathula* (Walbaum)). Автореф. дисс. канд. биол. наук. М.: ВНИИПРХ. 24 с.
- Канидьева Т.А.* 1991. Эффективность новых стартовых комбикормов для личинок и мальков веслоноса // Растительноядные рыбы и новые объекты рыбоводства и акклиматизации. М.: ВНИИПРХ. Вып. 61. С. 11–17.
- Канидьева Т.А., Виноградов В.К.* 1990. Эффективность комбикорма для ранней молоди веслоноса // Сб. науч. тр. «Водные биоресурсы и экология гидробионтов». М.: ВНИИПРХ. Вып. 58. С. 95–100.
- Лебедев В.Д., Малютин В.С., Соколов Л.И.* 1975. Некоторые аспекты акклиматизации осетровых в водоёмах СССР // Изв. ГосНИОРХ. Т. 103. С. 43–49.
- Мельченков Е.А.* 1985. Опыт подращивания личинок и выращивания сеголеток веслоноса // Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. Вып. 44. С. 17–22.
- Мельченков Е.А.* 1991. Рыбоводно-биологическая характеристика веслоноса (*Polyodon spathula* (Walbaum)). Автореф. дисс. канд. биол. наук. М.: ВНИИПРХ. 28 с.
- Мельченков Е.А., Чертихин В.Г.* 1992. Гормональная стимуляция производителей веслоноса // Корма и кормление ценных объектов аквакультуры. М.: ВНИИПРХ. Вып. 67. С. 46–52.
- Мельченков Е.А., Чертихин В.Г., Бреденко М.В., Ситнова О.В.* 1996. Отечественный опыт освоения веслоноса // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре. Тезисы докл. междунар. симп. (21–24 октября 1996 г. Адлер, Россия). Краснодар. С. 49.
- Мельченков Е.А., Чертихина Е.А., Петрова Т.Г., Канидьева Т.А. и др.* 2012. Альтернативный подход к увеличению объёмов производства посадочного материала осетровых рыб предприятиями индустриальной аквакультуры // Рыбное хозяйство. № 1. С. 66–69.
- Мельченков Е.А., Чертихина Е.А., Петрова Т.Г., Канидьева Т.А. и др.* 2012. Альтернативный подход к увеличению объёмов производства посадочного материала осетровых рыб предприятиями индустриальной аквакультуры // Рыбное хозяйство. № 2. С. 76–78.
- Петрова Т.Г.* 1978. Предварительные рекомендации по биотехнике выращивания бестера в садках и бассейнах с использованием тёплых вод. М.: ВНИИПРХ. 9 с.
- Петрова Т.Г.* 1980. Опыт выращивания посадочного материала и товарной продукции бестера // Совершенствование биотехники пруд. рыбоводства. Тезисы докл. Всесоюзн. совещ. М.: ВНИИПРХ. С. 197–198.
- Петрова Т.Г., Козовкова Н.А.; Кушнирова С.А.* 1990. Промышленное выращивание ленского осетра в тепловодном хозяйстве г. Конаково // Всесоюзн. совещ. по рыбохоз. использ. тёплых вод: Тезисы докл. М. С. 24–26.
- Петрова Т.Г., Кушнирова С.А., Козовкова Н.А.* 1998. Разведение волжской стерляди на Конаковском тепловодном хозяйстве // Итоги тридцатилетнего развития рыбоводства на тёплых водах и перспективы на XXI век. Материалы междунар. симп. СПб.: ГосНИОРХ. С. 139–146.
- Петрова Т.Г.* 2001. Пути повышения жизнестойкости молоди на Конаковском заводе товарного осетроводства // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы докл. II Междунар. научн.—практич. конф. Астрахань, 21–22 ноября 2001 г. Астрахань: Изд-во «Новая». С. 110–112.
- Петрова Т.Г., Кривцов В.Ф., Козовкова Н.А., Кушнирова С.А., Мельченков Е.А., Виноградов В.К.* 2001. Методика формирования маточных стад стерляди // Сб. научно-технологической и методической документации по аквакультуре. М.: ВНИРО. С. 212–222.
- Петрова Т.Г., Козовкова Н.А., Кушнирова С.А.* 2002. Формирование коллекционного стада стерляди в условиях Конаковского тепловодного хозяйства // Воспроизводство ценных видов рыб и проблемы отрасли. Материалы совещ. по вопросам воспроизводства рыбн. запасов. Ростов-на-Дону, 15–19 октября 2001 г. // Вопросы рыболовства. Прил. 2. М. С. 160–162.
- Рачек Е.И., Свирский В.Г.* 2000. Тепловодное индустриальное рыбоводство в Дальневосточном регионе // Современные средства воспроизводства и использования водных биоресурсов. Тез. докл. науч.—технич. симп. VII Межд. выставки «Ин-рыбпром — 2000». Санкт-Петербург. С. 188–190.
- Смолянов И.И.* 1987. Технология формирования и эксплуатации маточного стада сибирского осетра в тепловодных хозяйствах. М.: ВНИИПРХ. 33 с.
- Ходячий Н.П.* 1989. Прудовое рыбоводство. М.: Агропромиздат. 143 с.
- Ширяев А.В., Киселёв А.Ю., Слепнев В.А., Филатов В.И., Богданова Л.А.* 2001. Технология выращивания и эксплуатации маточных стад стерляди в УЗВ // Сб. научно-технологической и методической документации по аквакультуре. М.: ВНИРО. С. 198–212.

## **Results of Investigations in the Field of Acclimatization and Fish-Farming Cultivating Perspective Objects of Aquaculture**

*Ye.A. Melchenkov, T.A. Kanid'eva*

FSUE «VNIIPRKh»

Results of long-term investigations, carried out by the laboratory of sturgeon farming and acclimatization of VNIIPRKh in the field of fish-farming cultivating herbivorous fishes and other perspective objects of aquaculture, are being considered.

**Key words:** acclimatization, aquaculture, herbivorous and sturgeon fishes, buffalo, paddlefish, eggs, larvae, fry, breeders, biotechnics, rearing, gametogenesis, reacclimatization.