

*На правах рукописи*



**БУРЦЕВ**

**Игорь Александрович**

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПОЛНОЦИКЛОВОГО  
КУЛЬТИВИРОВАНИЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ  
И СОЗДАНИЯ НОВЫХ ПОРОД МЕТОДАМИ  
 ГИБРИДИЗАЦИИ И СЕЛЕКЦИИ**

03.02.06 – ихтиология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени

доктора биологических наук

Москва – 2013

Работа выполнена во Всероссийском научно-исследовательском институте  
рыбного хозяйства и океанографии (ФГУП «ВНИРО»), г. Москва

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук, профессор  
**Яржамбек Александр Александрович**  
ФГУП «ВНИРО», главный научный сотрудник

доктор биологических наук, профессор  
**Шатуновский Михаил Ильич**  
ФГБУН ИПЭЭ им. А.Н. Северцова РАН,  
заведующий лабораторией

доктор биологических наук  
**Козлов Владимир Иванович**  
Институт биотехнологий рыбного хозяйства  
Московского государственного университета  
технологии и управления  
им. К.Г. Разумовского (ФГБОУ ВПО  
«МГУТУ»), профессор

**Ведущая организация:** Каспийский научно-исследовательский  
институт рыбного хозяйства  
(ФГУП «КаспНИРХ»), г. Астрахань

Защита диссертации состоится 25 октября 2013 г. в 11.00 на заседании  
диссертационного совета Д 307.004.01 при Всероссийском научно-  
исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии по адресу:  
107140, Москва, ул. Верхняя Красносельская, д. 17.

Тел./Факс: 8 (499) 264-91-76, электронный адрес: [sedova@vniro.ru](mailto:sedova@vniro.ru)

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГУП «ВНИРО».

Автореферат разослан ... .. 2013 г.

Ученый секретарь  
диссертационного совета,  
кандидат биологических наук



Седова Марина Александровна

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность исследований.** Осетрообразные *Acipenseriformes* - представители реликтовой ихтиофауны, появившиеся с нижнеюрского времени – более 200 млн. лет назад и выжившие при многих природных катаклизмах нашей планеты (Лебедев, 1960; Яковлев, 1977; Макаров и др., 2000), в новейшее время находятся под угрозой исчезновения, а некоторые виды уже исчезли в ряде стран, вовремя не принявших мер по сохранению этого ценнейшего дара природы (Birstein, 1993; Debus, 1997; Hernando et al., 2009). Искусственное воспроизводство этих рыб, начатое опытами Ф.В. Овсянникова (1870) в 1869 г., непрерывно развивалось в царской России и особенно эффективно в СССР (Державин, 1914-1953; Гербильский, 1938-1972; Детлаф, 1951-1981; Кожин, 1947-1964), позволило сохранить их запасы в водоемах СССР даже в условиях зарегулирования стока нерестовых рек.

Высокая товарная ценность осетровых – основная причина их нелегального промысла (Зонн, 2005; Сэффрон, 2006). После распада СССР, вслед за ослаблением комплекса мер по охране и рациональному использованию водных биоресурсов, на грани исчезновения оказались и все виды российских осетровых (Макаров и др., 2000, Ходоревская и др., 2007; Гаврилов, Романов, 2007; Чепурная и др., 2008).

Актуальность настоящего цикла исследований заключается в реализации давних предложений российских ученых по разведению осетровых рыб в рыбоводных хозяйствах (Гримм, 1905; Диксон, 1916; Строганов, 1968), теоретическом обосновании и экспериментальной разработке биотехнологий полноциклового разведения осетровых в условиях аквакультуры, создании их маточных стад и методов многократного получения икры от самок, выведении культурных пород и развитии товарного осетроводства. В условиях критического подрыва запасов и возникшего острого дефицита природных производителей разработанные биотехнологии создания маточных стад и производства жизнестойкой молодежи стали инновационными элементами

биотехнологии промышленного воспроизводства естественных популяций осетровых рыб, обеспечивающими повышение его эффективности.

**Цель исследований.** Основной целью наших исследований была разработка биологических основ и биотехнологий полноциклового культивирования осетровых рыб в рыбоводных хозяйствах, расположенных не только в пределах их естественного ареала, но и в нетрадиционных районах - вблизи крупных городских центров как мест потребления деликатесной продукции, пользующейся повышенным спросом.

**Задачи исследований:**

1. На основе анализа эволюционных адаптаций осетровых рыб определить факторы среды, необходимые для реализации потенций роста и полового созревания осетровых в искусственных условиях.
2. Оценить перспективность использования межвидовой гибридизации при культивировании осетровых рыб, определить стерильные и плодовитые гибридные формы и оценить жизнеспособность потомства последних.
3. Разработать биотехнологии выращивания осетровых до половозрелости, методы формирования ремонтно-маточных стад гибридов и чистых видов осетровых рыб в искусственных условиях (в неволе), методы многократного прижизненного получения икры от самок.
4. Разработать направления и методы селекционно-племенной работы с гибридами осетровых рыб, создать культурные породы на основе гибрида белуги со стерлядью и определить их генетические, морфологические и продукционные признаки и свойства.
5. Разработать биотехнологии выращивания осетровых до товарных потребительских кондиций и внедрить их в практику товарного рыбоводства.
6. Обосновать целесообразность применения биотехнологий создания и эксплуатации ремонтно-маточных стад и выращивания крупной молоди повышенной жизнестойкости, апробированных в товарном осетроводстве, для повышения эффективности заводского воспроизводства естественных популяций осетровых рыб.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

1. Успешное выращивание осетровых в условиях неволи основано на теоретических представлениях о системе эволюционных адаптаций осетрообразных и их требований к специфическим условиям среды, главным из которых является наличие кормовой базы, удовлетворяющей их потребности в питании, необходимые для реализации потенциалов роста и формирования энергоёмких половых продуктов.
2. Отдаленные гибриды осетровых рыб являются более пластичными по сравнению с чистыми видами при адаптации к необычным для осетровых условиям неволи, их использование ускорило достижение поставленной цели по разведению осетровых в полноциклового аквакультуре.
3. Выращивание стерильных триплоидов позволяет в короткий срок получать дополнительную товарную продукцию за счет гетерозиса и предотвращать возможность генетического загрязнения популяций чистых видов при случайном попадании таких гибридов в природные водоемы.
4. У плодовых гибридов, полученных в результате скрещиваний видов с одинаковым числом хромосом (белуги *Huso (=Acipenser) huso* со стерлядью *A. ruthenus*) генетический гомеостаз удается восстановить в третьем поколении, что достигается отбором производителей, дающих генетически полноценное потомство с высоким уровнем жизнеспособности.
5. Созданные путём селекции три породы бестера отличаются разным соотношением генотипов исходных видов («Бурцевская» с равным соотношением генотипов белуги и стерляди – 1:1, «Внировская» с преобладанием генотипа белуги – 3:1, и «Аксайская» с преобладанием генотипа стерляди – 1:3), различными продукционными и потребительскими качествами, что определяет направления их использования в аквакультуре – для производства товарной рыбы или пищевой чёрной икры.
6. Бестер и другие гибриды осетровых явились первыми объектами товарного осетроводства, вслед за которыми в него были вовлечены и чистые виды осетровых рыб. Разработанные в советский период биотехнологии

культивирования осетровых позднее были использованы во многих странах мира.

7. Технологии формирования ремонтно-маточных стад осетровых и выращивания крупной молоди повышенной жизнестойкости позволяют использовать их также для повышения эффективности искусственного воспроизводства запасов в условиях дефицита природных производителей.

**Научная новизна и теоретическая значимость.** Впервые в мире теоретически обоснованы и разработаны биотехнологии полноциклового разведения и выращивания гибридов и чистых видов осетровых рыб интенсивными методами в хозяйствах аквакультуры. Впервые созданы методы формирования и эксплуатации ремонтно-маточных стад осетровых при их содержании в неволе. Впервые разработаны методы прижизненного многократного получения овулировавшей икры от каждой самки, что повысило рентабельность использования маточных стад для целей разведения и производства пищевой икры. Впервые изучены особенности гаметогенеза у плодовитых (ди- и тетраплоидных) и стерильных (триплоидных) гибридов осетровых, а также их воспроизводительная способность. Впервые доказано, что гибрид между белугой и стерлядью – «бестер», сохраняет плодовитость, воспроизводительную способность и даёт жизнестойкое потомство. Впервые осуществлена репродукция 4-5 поколений трех форм бестера и на их основе селекционным путем созданы три культурные породы осетровых, занесенные в Государственный реестр допущенных к использованию селекционных достижений (Каталог пород..., 2001), комплекс которых обозначен как новый вид осетровых – бестер, *A. nikoljukini* (Арефьев, Бурцев и др., 2000; Арефьев, Бурцев, 2008).

**Практическая значимость и реализация результатов работы.** Результаты работ позволили заложить основы товарного осетроводства, получившего широкое развитие не только в СССР и СНГ, но и во многих других странах. Его объемы составляют в Российской Федерации и странах СНГ около 3 тыс. т/год, в мире – более 40 тыс. т/год, что превосходит уловы

осетровых в середине прошлого века. Разработанные биотехнологии создания и эксплуатации маточных стад при многократном прижизненном получении икры позволили развить производство не только рыбоводной, но и пищевой чёрной икры, ежегодный объём которой достигает в настоящее время в России выше 20 т и в мире – около 120-150 т. Это приблизило производство товарной продукции из осетровых к уровню мирового потребительского спроса, что создает конкуренцию нелегальной продукции, сокращает браконьерство и контрабанду черной икры.

Методы создания ремонтно-маточных стад внедрены на многих осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ), что позволило компенсировать дефицит природных производителей. Выпуск заводами крупной жизнестойкой молоди повышает ее выживание и должно ускорить восстановление промысловых запасов осетровых рыб в естественных водоемах России и сопредельных стран.

**Апробация работы.** В 2004 г. автор был удостоен премии Правительства РФ в области науки и техники «За разработку научных основ и промышленное внедрение технологий искусственного разведения и товарного выращивания осетровых рыб для производства деликатесной рыбной продукции, восстановления и увеличения их природных запасов», в 1974 г. награждён серебряной медалью ВДНХ. Материалы исследований доложены и обсуждены на сессиях Ученого совета ЦНИОРХ (1965, 1971), на 6 Всесоюзных совещаниях: Ленинград, 1967, 1978; Москва, 1968; Астрахань, 1972; Ростов-на-Дону, 1981; Тарту, 1986; и 15 международных конференциях и симпозиумах: Таллин, 1963; Сан-Франциско, 1973; Сиэтл, 1990; Киев, 1977, 1979; Большой Утриш, 1989; Москва-Кострома, 1993; Пьяченца, 1995; Ошкош, 2000; Астрахань, 2004; Рамсар, 2005; Ухань, 2009; Гранада, 2005; Санкт-Петербург, 2008, 2010; на Межведомственной ихтиологической комиссии, а также на научно-практических семинарах по развитию товарного осетроводства, проводившихся с конца 60-х гг. прошлого века на предприятиях: Аксайский рыбхоз, Донрыбкомбинат, Волгореченскрыбхоз, рыбколхоз им. 22 съезда КПСС, ОНПЦ «БИОС» и др.

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 66 печатных работ, в т.ч. 14 авторских свидетельств на изобретения и патентов.

**Структура и объем диссертации.** Диссертационная работа изложена на 215 страницах основного текста, состоит из введения, 9 глав, выводов и заключения. Список литературы включает 668 наименований, в том числе 98 источников на иностранных языках. Работа содержит 24 таблицы и 52 рисунка.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во *Введении* приведены общие сведения по современному видовому составу отряда Acipenseriformes, из которого в водоемах России обитают 11 аборигенных видов. Их запасы претерпевали значительные колебания под влиянием природных и антропогенных факторов: климатических, объемов водного стока и сроков паводков, нерационального промысла и браконьерства, гидростроительства, загрязнения водоемов промышленными, бытовыми и сельскохозяйственными стоками.

В связи с этим российские ученые всегда были озабочены сохранением запасов осетровых и разрабатывали методы их искусственного воспроизводства, а также стремились добиться их разведения при содержании в условиях рыбоводных хозяйств (Диксон, 1916). Эта задача была поставлена еще родоначальником российского рыбоводства В.П. Врасским (*цит. по* Гримм, 1905) в середине 19 века, но подойти к ее практическому решению удалось лишь спустя столетие.

В главе 1 «*Обзор литературы*» приведены сведения по динамике уловов осетровых в естественных водоемах. Максимальный улов осетровых зафиксирован в 17 веке на Каспии – около 50 тыс. т. В 1933-1934 гг. уловы осетровых в бассейнах Черного, Азовского, Каспийского и Аральского морей составляли 22,48 тыс. т, или 91,1% мирового улова, составлявшего 24,69 тыс. т (Державин, 1947). Благодаря принятым по настоянию науки в 1950-70-е годы мерам по искусственному воспроизводству и рационализации промысла уловы осетровых на Каспии увеличились к 1977 г. до 28, 86 тыс. т.



Приведены исторические сведения об исследованиях в области разработки методов искусственного воспроизводства осетровых рыб. Начиная с первого опыта искусственного оплодотворения икры стерляди академика Ф.В. Овсянникова (1870, 1872) на Волге под Симбирском в 1869 г, они далее проводились непрерывно - на Урале Н.А. Бородиным и И.А. Боровиком, на Волге и Куре А. Ирашиным, А.А. Остроумовым, И.И. Мейснером, В.И. Диксоном, С.А. Тихенко, М.М. Воскобойниковым, И.Н. Арнольдом, А.Н. Державиным, В.В. Котовым, И.И. Малеевым и др. (Скаткин, 1964). Икру и молоки получали от текучих производителей на нерестилищах и не ограничивались инкубацией эмбрионов и выпуском личинок, но проводили эксперименты по выращиванию молоди в бассейнах и небольших прудах.

После 1917 г. работы по воспроизводству рыб были развернуты в более широких масштабах (Тихий, 1930). Отсутствие заметного эффекта от выпуска личинок побудило заострить внимание на необходимости выпуска подрощенной молоди, которая давала бы более высокий «рыбоводный коэффициент» (Березовский, 1933, 1937, 1938; Державин, 1934, 1938, 1947; Кожин, 1947, 1951). В связи с планами зарегулирования стока осетровых рек, в СССР были организованы упреждающие исследования по искусственному воспроизводству осетровых во многих отраслевых (ВНИРО, ЦНИОРХ, КаспНИРХ, АзНИИРХ, АзерНИРЛ, ГосНИОРХ и др.), академических (ИБР, ИМЖ АН СССР) и учебных заведениях (ЛГУ, МГУ, Мосрыбвтуз), в Лаборатории биологических основ воспроизводства рыбных запасов Главрыбвода. Особое значение имела разработка Н.Л. Гербильским (1938, 1941) метода стимуляции созревания производителей в низовьях рек с помощью гипофизарных инъекций. На основе разработки современной биотехнологии искусственного воспроизводства осетровых в 50х-80-х гг. была создана мощная государственная система заводского разведения, включавшая 25 осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ). Именно благодаря этому в Советском Союзе удалось сохранить и длительное время поддерживать на высоком уровне сырьевые запасы осетровых даже после завершения строительства ГЭС.

Рассмотрены первоначальные работы по выращиванию стерляди, начатые в середине 19 века В.П. Врасским (Гримм, 1905). Хотя зрелые стерляди встречались на Никольском заводе и в других хозяйствах, получение от них потомства долгое время считалось невозможным (Кучин, 1931).

Проведен анализ взглядов о системе эволюционных адаптаций осетровых рыб. Н.Л. Гербильский (1965, 1972), Б.Н. Казанский (1957, 1975, 1979) и И.А. Баранникова (1957, 1970) придавали большое значение их использованию при разработке биотехнологии искусственного воспроизводства осетровых. Это тем более необходимо при решении задачи полноциклового культивирования осетровых в искусственных условиях. Особое адаптивное значение роста рыб разных трофических уровней отмечено В.В. Васнецовым (1947) и И.И. Шмальгаузенем (1968). Обеспеченность достаточным запасом адекватной пищи является фактором существования видов крупных, быстрорастущих рыб.

Это положение в полной мере подтверждено результатами исследований Н.С. Строганова (1951, 1957, 1968) по выращиванию осетровых в прудах, естественная кормовая база которых не соответствовала пищевым потребностям крупных рыб. Удовлетворить последние удалось за счет внесения искусственных кормов, адекватных по количеству и качеству. Тем самым было найдено решение по созданию ведущего фактора среды, необходимого для нормального роста и созревания осетровых в искусственных условиях.

Рассмотрены данные литературы по использованию гибридов для увеличения адаптационных способностей осетровых рыб к необычным условиям существования, по структуре изолирующих механизмов и роли гибридизации в эволюции рыб. По данным ряда авторов (Серебрякова, 1969; Васильев и др., 2009; Fontana et al., 2008), важную роль в видообразовании осетровых рыб играла полиплоидия. Целый ряд видов: стерлядь, севрюга, шип, белуга, европейский атлантический (*A. sturio*) и североамериканский атлантический (*A. oxyrinchus*) осетры являются диплоидными, в то время как многие другие: евроазиатские виды – русский *A. gueldenstaedtii*, персидский *A. persicus*, адриатический *A. naccarii*, сибирский *A. baerii*, амурский *A. schrenckii*,

сахалинский *A. mikado*, китайский *A. sinensis* осетры, калуга *Huso dauricus*, а также североамериканские белый *A. transmontanus*, зеленый *A. medirostris* и озерный *A. fulvescens* осетры – тетраплоидными, а короткорылый осетр *A. brevirostrum* – даже гексаплоидным. Приведенные данные очень важны при выборе путей рыбохозяйственного использования гибридов осетровых.

Рассмотрены примеры использования метода гибридизации в рыбном хозяйстве. Межвидовые гибриды используются в рыбоводстве по двум классическим направлениям: 1) в качестве метода интенсификации и повышения продуктивности рыбоводных хозяйств за счет выращивания гетерозисных гибридов первого поколения и 2) как исходный материал для селекционного выведения новых пород (синтетической селекции). Систематические исследования Н.И. Николюкина по отдаленной гибридизации рыб были посвящены разработке как теории, так и практических вопросов использования гибридов в рыбоводстве. Эксперименты по гибридизации осетровых были проведены с использованием русского осетра, стерляди, белуги и севрюги. С 1949 по 1959 гг. выполнено 10 вариантов скрещиваний (Николюкин, 1972). Все они дали жизнеспособных и быстрорастущих гибридов, составивших экспериментальное стадо Саратовского отделения ВНИРО (затем отделения ГосНИОРХ), которое с 1949 по 1963 гг. содержали в Тёпловском рыбопитомнике. Скрещивание белуги со стерлядью оказалось особенно удачным, этот гибрид был назван «бестером» (Николюкин, Тимофеева, 1953), причём он оказался не только жизнеспособным, но и плодовитым – его самцы созрели в прудовых условиях в 4-годовалом возрасте и были использованы для возвратных скрещиваний с исходными видами (Николюкин, Шпилевская, 1959); созревания самок не наблюдали.

Приведенные данные литературы позволили наметить направления разработки биотехнологий полноциклового культивирования осетровых рыб, заключающиеся как в создании условий их выращивания, адекватных требованиям к среде обитания, особенно к кормовой базе, так и в увеличении

адаптивных способностей путём использования межвидовых гибридов с последующей их селекцией при репродукции в новых условиях существования.

В главе 2 «*Материал и методика*» изложен комплекс использованных методик. Для гистологического исследования гаметогенеза межвидовых гибридов осетровых биопсийные пробы гонад прудовых гибридов собирали через небольшой разрез вентральной стенки полости тела с последующим наложением шва, пробы гонад природных гибридов собирали путем вскрытия рыбы. Фрагменты гонад фиксировали в жидкостях Буэна, Флемминга и 4%-ном формол-кальции. Гистологические препараты готовили по стандартным методикам (Роскин, Левинсон, 1954). Общее количество исследованных гибридов приведено в таблице 1.

Таблица 1. Количество гистологически исследованных гибридов

№ п/п	Гибридная форма	Кол-во исследованных особей, экз.				Общее кол-во, экз.
		Из естественных. водоемов		Выращенных в прудах		
		самки	самцы	самки	самцы	
1	Осетр х стерлядь	29	33	34	16	112
2	Осетр х севрюга	2	2	-	-	4
3	Осетр X шип	1	-	-	-	1
4	Осетр х белуга	-	-	-	5	5
5	Осетр х /стерлядь х (стерл.х севр.)/	-	-	2	3	5
6	Севрюга х стерлядь	5	3	-	-	8
7	Севрюга х шип	40	53	-	-	93
8	Белуга х стерл. F <sub>1</sub>	26	26	45	20	117
9	Белуга х стерл. F <sub>2</sub>	-	-	24	26	50
10	Белуга х (белуга х х стерлядь)	-	-	4	5	9
11	Стерлядь х (белуга х стерлядь)	-	-	2	2	4
12	Белуга х /стерлядь х (стерл.х севрюга)	-	-	9	11	20
	Всего гибридов	103	117	120	5 83	428

После 1966 года, когда было получено второе поколение ( $F_2$ ) бестера, были проведены исследования его биологических особенностей и разработка биотехнологий формирования ремонтно-маточных стад, разведения, селекции и товарного выращивания (Николюкин, Бурцев, 1969, Бурцев, 1971-1983, Бурцев и др., 1973-1989). Работы проводили на Аксайском рыбхозе (ЗАО «Казачка») Ростовской обл., Донрыбкомбинате Донецкой обл., Киевской живорыбной базе, ЗАО «Рыботоварная фирма «Диана» (пос. Кадуй Вологодской обл.), а с 2004 по 2011гг. - на экспериментальном рыбоводном участке ФГУП «ВНИРО» в г. Дзержинский Московской области,, оборудованном установкой замкнутого водоснабжения (УЗВ).

Репродукцию бестера проводили путём прижизненного получения овулировавшей икры, вначале с применением большого разреза (15-20 см) стенки полости тела и наложением швов (рис. 1а, б; Бурцев, 1969), а в последующем – с использованием щадящего метода, путем отцеживания овулировавшей икры через небольшой разрез в каудальной части стенки полости тела (Бурцев и др., 2007, рис.1, в).



а



б

Рис. 1. Прижизненное получение икры от самки бестера через большой разрез брюшной стенки (а) с наложением швов (видны также рубцы от старых швов) (б) и щадящим методом (в).

в



В последние годы мы использовали также и метод С.Б. Подушки (1986), как еще менее травматичный. Операции проводили с использованием анестезии (растворами MS-222, польского анестетика «Прописцин» или эмульсии гвоздичного масла) и применяя правила асептики. Благодаря использованию этих методов самки оставались живыми и давали по несколько (до 15) генераций икры.

Отношение массы овулировавшей икры в процентах к общей массе самки обозначали термином «гамето-соматический индекс». Применяли индивидуальное мечение рыб различными методами, благодаря которому имели возможность определять параметры роста, периодичность созревания, плодовитость и качество последовательных генераций потомства отдельных производителей. В период с 1966 по 2002 гг. потомство бестера получено более чем от 300 самок  $F_1$ ,  $F_2$  и  $F_3$ , от многих неоднократно – от 2-3 до 15 раз, с регистрацией данных по выживанию потомства каждой самки в эмбриональный период (Бурцев, 1983).

Исследования проводили при активном участии сотрудников ВНИРО: Е.В. Серебряковой, В.А. Арефьева, В.Д. Крыловой, А.И. Николаева, А.Д. Гершановича, О.П. Филипповой, А.С. Сафронова, К.В. Метальниковой, В.К. Горелова, Э.Г. Спивака, А.Г. Слизченко, К.В. Дудина, аспирантов Л.Г. Бондаренко, Т.А. Дорофеевой (Никитиной), студентов МГУ и Астрабвтуза. Материалы совместных исследований приводятся со ссылками на соавторов. Всем указанным товарищам мы приносим самую глубокую благодарность.

В главе 3 *«Результаты выращивания экспериментального стада гибридов осетровых рыб в прудах»* приводятся данные по выращиванию в 1964-1966 гг. ряда полученных Н.И. Николюкиным гибридов, имевших возраст от 6 до 14 лет, с применением интенсивного кормления. До весны 1963 г. их выращивали в прудах Тепловского рыбопитомника Саратовской области при нормальной плотности посадки (300-500 кг/га) без подкормки. По достижении рыбами массы 1,5-2,5 кг рост почти полностью прекратился, рыбы были сильно истощены. Для улучшения условий содержания гибридов все

стадо 6 июня 1963 г. было переведено в Аксайский рыбхоз Ростовской обл. В 1964 г. в двух прудах площадью 0,07 и 0,15 га организовано регулярное кормление их свежемороженой тюлькой (Бурцев, 1965), в результате которого получены высокие приросты рыбы. Наибольший относительный прирост оказался у «тройного» гибрида между белугой, стерлядью и севрюгой (280%) и у реципрокных форм бестера (155,5-191,6%). Резко возросла упитанность рыб. В гонадах содержание жира повысилось с 0,5-25% (к сырой массе) до 80% и более. Улучшение физиологического состояния гибридов привело к активизации гаметогенеза (Бурцев, 1967, 1969). Первые самки бестера достигли половой зрелости в апреле 1966 г., от них была получена зрелая икра и - с использованием самцов той же формы - 2-е поколение бестера (БС F<sub>2</sub>). Для осетровых рыб, выращенных в искусственных условиях, это было достигнуто впервые в мире (Бурцев, 1969). Интенсивное выращивание гибридного стада было продолжено и в последующие годы, результаты которого были использованы при дальнейшей репродукции бестера и разработке биотехнологий создания ремонтно-маточных стад чистых видов осетровых.

В главе 4 *«Исследование гаметогенеза гибридов осетровых рыб»* приводятся результаты гистологического исследования половых желез природных и выращенных в прудах гибридов осетровых.

*Гаметогенез стерильных гибридов осетровых.* Были исследованы половые железы 35 прудовых гибридов осетра со стерлядью (20 самок и 15 самцов) и 15 волжских гибридов (6 самок и 9 самцов) возраста от 4 до 16 лет, а также по несколько особей гибридов осетра с севрюгой, шипом и белугой.

У самцов митотическое размножение гоний происходит нормально, но при переходе к мейотическим делениям развитие нарушается, сперматоциты претерпевают пикнотическую дегенерацию и погибают. Был обнаружен лишь один прудовой гибрид, в течение ряда лет (1966-1971) после гипофизарной инъекции дававший текучую сперму, в которой часть спермиев имела уродливое строение. При осеменении ею икры стерляди развитие эмбрионов нарушалось и основная их часть погибала до вылупления.

Развитие яичников у большей части гибридов данной формы не идет далее 2-й стадии зрелости, многие ооциты синаптенного пути дегенерируют, а редкие ооциты периода малого роста подвергаются резорбции с участием фагоцитирующих клеток, заполняющих овариальные фолликулы (рис.2).

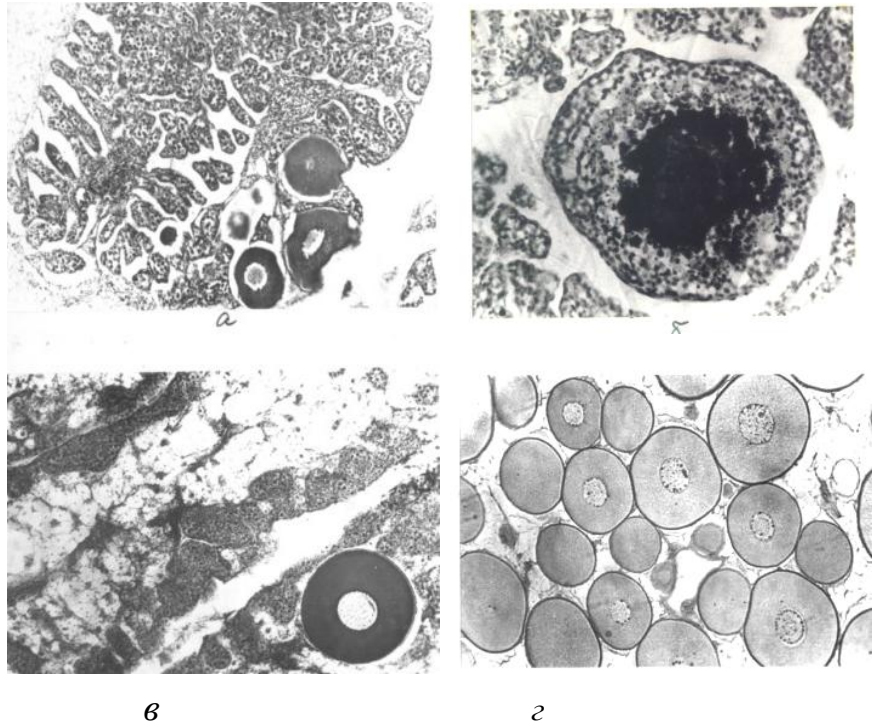
Рис.2. Дегенерирующие яичники гибридов осетра со стерлядью:

*а* – прудовый гибрид, возраст 4 г., масса 0,6 кг; (об. 3,5х, ок.12,5х);

*б* – прудовый гибрид, возраст 14 лет, масса 3,0 кг; резорбция ооцита, (об. 9<sup>х</sup>, ок.10<sup>х</sup>);

*в* – волжский гибрид, 10 лет, масса 4,5 кг;

*г* – стерлядь прудовая, возраст 6 лет (об. 3,5х, ок.12,5х).



Аналогичные нарушения развития половых желез наблюдаются и у других исследованных триплоидных гибридов – русского осетра с севрюгой, шипом и белугой. Очевидно, триплоидные гибриды являются практически полностью стерильными, поэтому их использование для выращивания в садках, установленных на естественных водоемах, не угрожает генетическим загрязнением популяций чистых видов (Бурцев и др., 1989).

*Гаметогенез плодовитых гибридов осетровых рыб.* Целый ряд гибридов между видами с одинаковой ploидностью: диплоидными – между стерлядью, севрюгой, шипом и белугой, и тетраплоидными – русским, сибирским и амурским осетрами и калугой - сохраняют способность к половому созреванию (Бурцев, 1967; Arefjev, Filippova, 1993; Филиппова, 1998; Рачек, Свирский, 2008). Из них наиболее изучен гаметогенез гибрида между белугой и стерлядью - бестера (Бурцев, 1967, 1969).

Исходное состояние яичников у прудовых самок бестера 1-го поколения перед началом кормления изучено по фиксациям 1963 г. (11 проб). В яичниках



истощенных 12-летних гибридов ооциты превителлиновых фаз имеют размеры 300—400 мк в диаметре. Вычерненные осмием жировые включения занимают тонкий циркумнуклеарный слой цитоплазмы.

В 1964-1965 гг. исследованы яичники 18 самок, давших значительные приросты. У этих рыб в развитии яичников произошли существенные сдвиги по сравнению с исходным состоянием. Размеры ооцитов старшей генерации увеличились до 500-600 мк; произошло заметное накопление жировых включений, которые занимают теперь до  $2/3$  толщины слоя ооплазмы. Яичники 12 самок достигли 2-й жировой стадии зрелости.

В яичниках 6 других особей начался процесс вителлогенеза. Отложение желтка начинается, когда слой жировых включений занимает более  $4/5$  толщины слоя ооплазмы (рис. 3, а, б). Появлению первых зерен желтка предшествовало образование вакуолей, располагающихся строго в один слой в краевой ооплазме (рис. 3, б, в). Содержимое краевых вакуолей имеет липидную природу, так как при фиксации в жидкости Флемминга жир импрегнируется осмием (рис. 3, б, д), а после фиксации жидкостью Буэна растворяется в спиртах при заливке в парафин. В вакуолях наблюдаются скопления мельчайших гранул (рис. 3, г), вероятно, рибосом. В дальнейшем на месте вакуолей появляются первые мелкие шарообразные гранулы периферического желтка. По мере увеличения в количестве гранулы желтка распространяются в толщу ооплазмы.

Несколько позже возникает и внутренняя зона желткообразования, после некоторого времени сливающаяся с периферической зоной, так что свободной от желтка остается только околядерная зона цитоплазмы.

К сентябрю 1965 г. в яичниках трех самок имелись заполненные желтком ооциты до 1,5 мм в диаметре. Желток вплотную примыкает к ядру. Гранулы желтка приобрели форму «подушечек». Размеры крупных желточных зерен  $17 \times 17 \times 10$  мк. Под слоем краевой плазмы появились пигментные гранулы; икринки еще не почернели, а лишь приобрели сероватый оттенок.

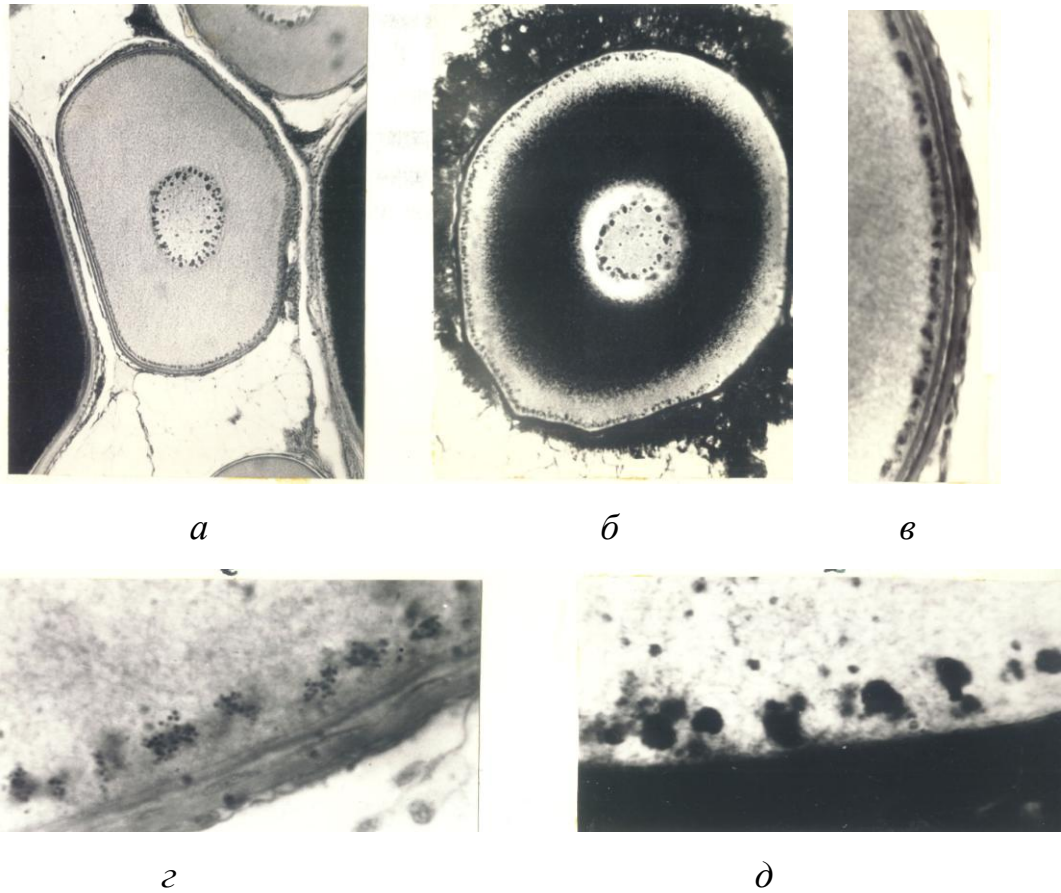
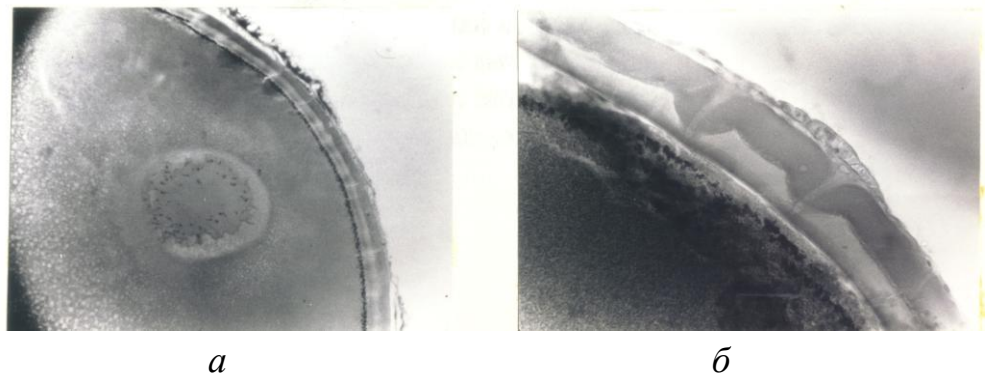


Рис. 3. Ооциты бестера перед образованием желточных зерен со слоем краевых вакуолей; *а* - фиксатор Буэна, гематоксилин Караччи, об. 9х, ок. 7х; *б* - фиксатор Флеминга, гематоксилин Караччи, вакуоли импрегнированы осмием, об. 9х, ок. 7х; *в* - то же, об. 20х, ок. 10х; *г* - фиксатор Буэна, в вакуолях видны мелкие гранулы (рибосомы), об. 90х, ок. 12,5х; *д* - фиксатор Флеминга, краевые вакуоли зачернены осмием, об. 90х, ок. 12,5х.

К апрелю 1966 года (возраст самок 14 лет) ооциты достигли дефинитивного размера, приобрели типичную пигментацию, индекс поляризации ядра составлял около 10% (рис. 4).

Рис. 4. Ооцит бестера со слоем пигментных гранул,  
*а* - об. 3,5х, ок. 12,5х;  
*б* - об. 20х, ок. 10х,  
видны микропиле.



После гипофизарной инъекции все 3 самки бестера дали текущую икру. Эти результаты подтверждают верность исходной предпосылки о

фенотипической природе длительной яловости гибридных самок бестера, выращиваемых в прудах.

Развитие половых желез у бестера 2-го поколения. Было изучено гистологическое строение половых желез у 30 особей белуга х стерлядь и 20 особей реципрокной формы 2-го поколения 4-летнего возраста, весом от 1 до 2,5 кг и длиной от 50 до 68 см. Большая часть самок указанных форм имели нормальные гонады 2-й стадии зрелости, без каких-либо нарушений. Однако у части гибридов  $F_2$  наблюдались определенные отличия от нормы: замечены случаи пикнотической гибели ооцитов синаптенного пути, количество ооцитов однослойного фолликула было снижено, наблюдалась их резорбция и атретические фолликулы. Таким образом, некоторые самки бестера 2-го поколения имеют определенные нарушения в развитии яичников, и часть из них могут оказаться стерильными или иметь пониженную плодовитость.

Самцы бестера 2-го поколения созревают в возрасте 3-4 года и дают после гормональной стимуляции текущие молоки. Однако у части самцов наблюдается отставание в развитии семенников, возрастание частоты хромосомных нарушений при делении гоноцитов (Серебрякова, 1970). Такие самцы бестера 2-го поколения также могут быть стерильны или давать некачественную сперму.

Описанные наблюдения позволили своевременно сделать важное заключение о необходимости оценки производителей бестера по качеству продуцируемых ими зрелых половых продуктов с целью выбраковки дефектных рыб из племенных маточных стад (Бурцев, 1971, 1983).

В главе 5 **«Исследование жизнеспособности второго поколения бестера и его возвратных форм»** приведен анализ данных по оценке величины выживания потомства гибридных производителей и определяющих его факторов. Как показало специальное исследование (Бурцев, Серебрякова, 1980), уровень жизнеспособности потомств ( $F_2$ ), полученных от разных производителей бестера, был связан с процентным соотношением эмбрионов, имевших низкую или высокую частоту митотических aberrаций,

наблюдаемых в эмбрионах на стадиях поздней бластулы и ранней гастролы. Большое количество эмбрионов с низкой частотой абберрантных митозов (менее 10%) соответствует высокому уровню выживания потомств. Коэффициент корреляции этих показателей для потомств  $F_2$  девяти повторно созревших самок составил 0,86. Вероятно, цитологически дефектные эмбрионы, содержащие более 10% митозов с хромосомными аномалиями, являются нежизнеспособными и погибают в ранний период развития. Качество потомств разных генераций одних и тех же самок бестера оказывается достаточно сходным, а различия между потомствами разных самок остаются стабильными. Высокая повторяемость этого признака позволяет предполагать его высокую наследуемость. Впоследствии такая же закономерность была обнаружена и для бэк-кроссов  $F_{b2}$  - Б.БС и С.БС (Бурцев и др., 1987, Арефьев, 1991). Повышенная летальность  $F_2$  реализуется в ранний период онтогенеза, выживание молоди обычно близко к нормальному.

В главе 6 «*Создание пород бестера для использования в аквакультуре*» описаны разработанные методы и приведены схемы создания культурных пород бестера (Бурцев, 1971, Бурцев и др., 1978). Целями селекции было восстановление генетического гомеостаза и жизнеспособности, а также создание нескольких пород, различающихся по ряду хозяйственно-значимых признаков: темпу роста, возрасту достижения половой зрелости, размерно-массовым показателям зрелых рыб, величине плодовитости, размерам зрелых икринок и т.д. (Бурцев, 1971, 1972, 1977, 1983; Бурцев и др., 1978, 1980; Burtsev et al., 1976). Государственной Комиссией по испытанию и охране селекционных достижений Российской Федерации были допущены к использованию и запатентованы три его породы, получившие название «Бурцевская», «Аксайская» и «Внировская». У членов Государственной комиссии возник вопрос – к какому виду осетровых следует отнести предлагаемые породы? В связи с этим, по общему мнению авторов пород, было предложено видовое название бестера в честь первого его создателя, профессора Н.И. Николюкина - *Acipenser nikoljukini* (Арефьев и др., 2000).

6.1 **Бестер, *Acipenser nikołjukini*, порода «Бурцевская»** - патент на селекционное достижение № 1137, 2001, дата приоритета 04.03.1999. С учетом описанных выше особенностей 2-го поколения бестера, при дальнейшей его репродукции применяли семейный отбор племенных групп из наиболее жизнеспособных потомств (Бурцев, 1971, Burtsev, 1997).

*Характеристики кариотипа.* Соотношение геномов белуги и стерляди – 1 : 1. Характеристика кариотипа бестера: в 1-м поколении ( $F_1$ ) общее диплоидное число хромосом ( $2n$ ) равно 117,0 при коэффициенте изменчивости ( $Cv$ ) 5,1%. У бестера второго поколения ( $F_2$ )  $2n$  равно 116,8 при  $Cv$  6,1%. У бестера  $F_3$   $2n = 118,2$  при  $Cv = 3,3\%$ . У гибридов первого и особенно второго поколения наблюдается повышение вариабельности параметров кариотипа, а у гибридов третьего поколения под влиянием отбора происходит ее снижение практически до уровня, характерного для исходных видов (Серебрякова, 1974, Арефьев, 1988; Arefjev, 1989). Морфологические и продукционные признаки породы приведены ниже.

6.2. **Бестер *Acipenser nikołjukini*, порода «Внировская»** - патент на селекционное достижение № 1830, 2003, дата приоритета 04.03.1999. Выведена на основе реципрокных бэк-кроссов бестера  $F_1$  с белугой.

*Характеристика кариотипа.* Соотношение геномов белуги и стерляди – 3 : 1. У бестера «Внировской» породы  $2n = 117,1$  при  $Cv = 3,3\%$ . У бэк-кроссов первого поколения ( $Fb_1$ ) наблюдалось повышение вариабельности параметров кариотипа по общему числу хромосом и большая разнокачественность их потомства. В то же время отдельные производители давали цитологически нормальное и вполне жизнеспособное потомство, которое и было использовано для селекции (Бурцев и др., 1987; Арефьев, 1988, 1991). Бестер «Внировской» породы имеет наибольшую скорость роста, более крупные размеры производителей и большую плодовитость по сравнению с другими породами.

6.3. **Бестер *Acipenser nikołjukini*, порода «Аксайская»** - патент на селекционное достижение № 1829, 2003, дата приоритета 04.03.1999. Выведена на основе реципрокных бэк-кроссов бестера  $F_1$  со стерлядью.

*Характеристика кариотипа.* Соотношение геномов белуги и стерляди – 1: 3. У бестера «Аксайской» породы  $2n = 117,7$  при  $Cv = 2,7\%$ . У бэк-кроссов первого поколения ( $F_{b1}$ ) наблюдалась большая разнокачественность потомства. Цитологически нормальное потомство высокой жизнеспособности использовалось при отборе на племя (Бурцев и др., 1987, Арефьев, 1988).

По внешнему виду и окраске рыбы «Аксайской» породы напоминают стерлядь, отличаясь от нее большими размерами и рядом других признаков.

**7.4 Сравнительные диагностические и продукционные показатели пород.** Результаты выполненных В.Д. Крыловой исследований (1980, 1987), позволяют четко диагностировать рыб каждой из пород по целому ряду морфологических признаков (диагностических тестов). Кроме того, породы осетровых рыб, созданные на основе прямых и возвратных скрещиваний белуги и стерляди, могут быть уверенно идентифицированы методами молекулярно-генетического анализа (Барменцев и др., 2007) по конкретным наборам ДНК-маркеров, однозначно отражающих молекулярный профиль каждой породы. Для выявления рыб гибридных форм также могут быть использованы видоспецифические белки (Чихачев, Цветненко, 1980, 1983).

*Рост и продукционные показатели пород.* При оптимальных физико-химических условиях среды, допустимых плотностях посадки и полноценном кормлении, рост бестера разных пород в ювенильном возрасте (1-3 года) характеризуется следующими величинами коэффициента массонакопления  $K_m$  (Резников и др., 1978.): породы Бурцевская 0,12–0,13, породы Внировская 0,16 – 0,17 и породы Аксайская 0,08–0,09. Это позволяет выращивать товарную рыбу массой 1,5–2 кг на тепловодных хозяйствах и в южных зонах рыбоводства за 2-3 года (табл. 2), а при выращивании в УЗВ – за 1-1,5 года (Бурцев и др., 2002).

С учетом показателей продуктивности, «Бурцевскую» породу бестера рекомендуется использовать как для выращивания товарной рыбы, так и для производства пищевой икры.

Таблица 2. Ориентировочные рыбоводные показатели культивирования пород бестера в хозяйствах 5-й зоны рыбоводства

Показатели	Породы бестера		
	Бурцевская	Внировская	Аксайская
Возраст достижения половозрелости, лет:			
Самцов	4-6	6-10	3-5
Самок	8-12	13-18	5-7
Масса впервые созревающих рыб, кг:			
Самцов	3-5	10-15	1,5 (1 – 2)
Самок	9,6 (5-14)	34 (16-51)	2,7 (2 - 5)
Плодовитость самок при 2-м созревании, тыс. шт.	94,8(56-150)	375 (300-550)	53,4 (30-80)
Гамето-соматический индекс при 2-м созревании, %	18,1(11-25)	16,3 (15,7-18,7)	18,3 (9,3-25,2)
Средняя масса, г :			
сеголетков	100-150	150-250	50-80
двухлетков	700	1000	500
трехлетков	1500	2500	1000

«Внировская» порода бестера рекомендуется для использования в качестве быстрорастущей «мясной» породы, однако ее можно использовать и для производства икры, поскольку размеры икринок и их вкусовые качества близки к таковым икры белуги.

«Аксайская» порода бестера рекомендуется для использования в качестве скороспелой «икорной» породы, предназначенной в основном для выращивания рыбы с целью получения икры в наименьшие сроки. Производители «Аксайской» породы могут скрещиваться с производителями «Бурцевской» и «Внировской» пород как для сокращения сроков созревания последних, так и с целью предотвращения инбридинга путем применения переменных топ-кроссов. Дальнейшими задачами репродукции пород являются повышение жизнеспособности и продуктивных качеств, поддержание гетерогенности при продолжении племенной работы, прекращение которой может привести к их вырождению и деградации.

В главе 7 *«Разработка биотехнологии товарного осетроводства»* приводятся как собственные, так и многочисленные литературные сведения по разработке и совершенствованию биотехнологии разведения и выращивания

товарного бестера. По результатам производственной проверки выращивания бестера на Аксайском рыбхозе, Донрыбкомбинате и Киевской живорыбной базе, проведенной Минрыбхозом СССР в 1966-1968 гг., была разработана «Инструкция по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью» (Николюкин, Бурцев, 1969). Если ранее (Строганов, 1954, Николюкин и Тимофеева, 1956) рыбопродуктивность нагульных прудов по 2-3-леткам осетровых не превышала 200-250 кг/га, то применение более плотной посадки и интенсивного кормления рыбы позволило увеличить ее до 850-1150 кг/га, а затем и более. Первые партии товарного бестера были выращены и реализованы в 1969 г.: Аксайским рыбхозом в объеме 3,4 т (Афанасьев, 1971) и Донрыбкомбинатом – более 4 т (Черномашенцев, Черномашенцева, 1971).

Рыбопродуктивность прудов небольшой площади (0,1-0,5 га) по товарному бестеру намного превосходила нормативную, достигая 2,8 – 5,3 т/га (Николюк и Черномашенцев, 1971). Рекордные показатели по выращиванию бестера F<sub>1</sub> и бэк-красса Б.БС были получены в 1979-1982 гг. Ю.И. Абаевым и аспиранткой ВНИРО Т.А. Дорофеевой (Никитиной) на Анапском участке Кизилташского кефалевого завода Краснодарского края в прудах площадью по 0,1 га, рыбопродуктивность которых по сеголеткам достигала 6,5 т/га, а по двухлеткам – до 19,1 т/га (Абаев, Дорофеева, 1979; Никитина, 2011).

Несколько позже получило развитие садковое выращивание бестера, а также сибирского осетра, стерляди и белуги на тепловодных водоемах–охладителях ГРЭС и АЭС, а также на морских и пресных водоемах с естественным температурным режимом (Корнеев и др., 1969; Михеев, 1972, 1974; Романычева, 1972, 1976; Петрова, 1978.; Тимошенко, Громик, 1984; Тимошенко, Попова, 1985; Сафронов, Филиппова, 2000). С учетом этих и собственных данных по заказу ассоциации «ГКО Росрыбхоз» была разработана «Технология товарного выращивания бестера и сибирского осетра в трехлетнем цикле» (Николаев, Бурцев и др., 1991, рукопись; Крылова, 2003).

В разработке биотехнологий товарного осетроводства кроме автора и ряда сотрудников ВНИРО принимали участие многие институты отрасли:



ЦНИОРХ, КаспНИРХ, ОНПЦ «БИОС», ВНИИПРХ, КрасНИИРХ, АзНИИРХ, УкрНИИРХ, БалтНИИРХ, АзерНИРЛ, МолдНИРС, и несколько позже - ТИПРО-Центр, а также региональные производственные рыболовные организации, благодаря чему исследования и экспериментальные работы приобрели очень большой масштаб. Этот опыт был использован также рыболовами стран народной демократии: ГДР, Польши, Венгрии, Болгарии и КНР. В западных странах работы по выращиванию товарных осетровых были начаты на 15-20 лет позже, чем в СССР, с использованием советского опыта и нашего посадочного материала.

В качестве основного объекта товарного выращивания многие годы использовался бестер первого поколения, молодь которого производили осетровые рыболовные заводы (ОРЗ), отвлекая часть своих производственных мощностей от производства молоди осетровых для пополнения их запасов в морях. Выращенная на ОРЗ молодь была адаптирована к питанию живыми объектами – дафниями, личинками хирономид и др. (Мильштейн, 1962), а на товарных хозяйствах плохо переходила на питание искусственными кормосмесями, что приводило к большим ее потерям (Романычева, 1974, 1976; Пегасов, 1980; Тренклер, 1981; Крылова и др., 1996). В отличие от этого, личинок бестера второго поколения подращивали на товарных хозяйствах только в бассейнах на искусственных кормах с начала активного питания, которые молодь потребляла и дальше, не давая повышенных отходов. Поставки икры бестера второго поколения (Николюкин, Бурцев, 1969; Бурцев, 1983), и сибирского (ленского) осетра (Бурцев, Смольянов и др., 1984; Смольянов, 1981, 1989) в товарные рыболовные хозяйства позволили уже в 80-х годах прошлого столетия полностью прекратить поставки молоди бестера с ОРЗ, освободив их мощности для использования по прямому назначению.

Большое значение для успешного выращивания осетровых имело создание качественных гранулированных кормов. Под нашим руководством аспиранткой ВНИРО Л.Г. Бондаренко был разработан стартовый корм для осетровых на основе крилевого гидролизата, при использовании которого (с

исключением живых кормов) с самого начала смешанного питания личинок был получен отличный результат по их выживанию и росту (Бондаренко, Бурцев, 1983; Бондаренко и др., 1983; Бондаренко, 1984). Институтами ВНИИПРХ (Петрова, 1978, 1979; Гамыгин и др., 2000), КаспНИРХ (Попова и др., 1976, 1988; Шевченко, 1987; Пономарев и др., 2002) и АзНИИРХ (Абросимова и др., 1989) были разработаны различные рецептуры стартовых и продукционных кормов для осетровых, которые были освоены отечественным производством (Ст-07, Ст-04Аз, ОПК и др.). Зарубежными фирмами корма для осетровых рыб стали производиться значительно позже.

Потомство бестера производилось на Аксайском рыбхозе под руководством автора с 1967 г. ежегодно, откуда оплодотворенная икра бестера F<sub>2</sub> поставлялась на другие рыбоводные хозяйства СССР и за рубеж: на Донрыбкомбинат (Донецкая область, УССР), Киевскую живорыбную базу, «Волгореченскрыбхоз» Костромской обл., Беловское рыбоводное хозяйство Кемероворыбхоза, Смоленскрыбхоз, рыбоводную ферму «Диана» Вологодской обл., Печорское тепловодное садковое хозяйство (Коми АССР), НТЦ «Аквакультура» (г. Калининград), рыбколхоз «Натанеби» (г. Потти), в страны соцлагеря: ГДР, Польшу, Венгрию, Болгарию и в КНР, а также в Японию (Amiri et al., 1996), Республику Корея (Бурцев и др., 2007) и в США, (Serfling, Hamlin, 2001).

На основе нашего опыта и технологий на многих рыбоводных хозяйствах было начато формирование ремонтно-маточных стад (РМС) бестера, других гибридных форм и чистых видов осетровых (Попова, 1979; Львов, Попова, и др., 1992). К началу 80-х годов прошлого столетия были уже созданы стада сибирского осетра популяции р. Лены (Бурцев, Смольянов и др., 1974; Смольянов, 1987; Бердичевский и др., 1979; Малютин, 1991; Костылев, Бондарев, 2006), а также популяций рек Оби и Енисея (Заделенов и др., 2000; Подушка, 1999, Нефедов и др., 2006). Были созданы РМС русского осетра, белуги и стерляди (Бурцев и др., 1981; Бурцев, 1983, Vurtsev et al., 2001; Львов, 1996; Тяпугин, 2006; Тяпугин., Китанов, 2006; Тяпугин, Загребина, 2011;

Изергин и др., 2008; Громько и др., 2009; Мамонтов, Захаров, 2011). Это значительно расширило число культивируемых видов и гибридных форм, из которых наибольшее распространение получила реципрокная форма бестера 1-го поколения от скрещивания самок стерляди с самцами белуги, созревшими на многих хозяйствах (Бурцев, 1983).

По нашей инициативе в Советский Союз в 1974 и 1976 гг. был завезен также веслонос *Polyodon spathula*, полученный личинками от Бюро спортивного рыболовства США. Ранее он был рекомендован для акклиматизации в наших водоемах Б.С. Ильиным (1960) и возможность реализации этого предложения возникла после начала работ по воспроизводству этого вида в США (Васецкий, 1971). Личинки были доставлены на экспериментальный пункт ВНИРО на Донрыбкомбинате Донецкой обл., а также переданы лаборатории акклиматизации ВНИИПРХ'а (В.К. Виноградову), проводившей работы в опытном рыбопитомнике «Горячий Ключ» Краснодарского края, и в небольшом количестве – в КаспНИРХ (Бурцев, Гершанович, 1976). В прудовых условиях веслонос показал очень высокий темп роста: сеголетки достигали средней массы 400-500 г (на юге до 900 г), двухлетки – более 2 кг, а 5-летки около 10 кг (Гершанович, 1978, 1983; Гершанович, Николаев, 1984). Самцы достигли половозрелости в возрасте 5-6 лет, а самки – в возрасте 10 лет (Илясова и др., 1988). Веслонос успешно освоен российским рыбоводством (Виноградов и др., 1986; Архангельский, Крупий, 1996; Архангельский, 2001; Мельченков и др., 2002).

Надо отметить большую роль Отраслевого научно-производственного центра осетроводства (ОНПЦ «БИОС») в развитии товарного осетроводства в Волго-Каспийском и других регионах России (Васильева, 2000, 2010; Васильева и др., 2006), а также работы Южного филиала ФСГЦР в Краснодарском крае (Чебанов и др., 2004). Особого упоминания заслуживают работы лаборатории рыбоводства ТИНРО-Центра, сотрудники которой под руководством В.Г. Свирского и Е.И. Рачека организовали на Лучегорской ГРЭС Приморского края экспериментально-производственное выращивание

осетровых и создали маточные стада амурского и сибирского осетров, калуги, стерляди и разнообразных гибридов между ними, от которых производят посадочный материал как для использования в своем регионе (Свирский, Рачек, 2005; Рачек, Свирский, 2006, 2007, 2011; Рачек и др., 2004, 2009), так и для поставки в хозяйства Европейской части России (Подушка, Армянинов, 2006). Таким образом, для обеспечения товарных осетровых хозяйств посадочным материалом в настоящее время используется весь видовой фонд отечественных осетровых.

***В главе 8 «Развитие производства товарной рыбы и пищевой икры»*** приводятся данные по организации и объемам товарного выращивания как разных форм бестера и других гибридов, так и чистых видов осетровых рыб. Объем производства товарной осетровой рыбы всех видов и форм в Российской Федерации к 2005-2006 годам достиг 2,4 тыс. тонн (Nikolaev et al., 2009). По данным официальной статистики (Статистические сведения по рыбной промышленности России 2009–2010, 2011), объем производства товарных осетровых в прудовых и садковых хозяйствах Российской Федерации составил в 2009-2010 годах 2150 и 2078 тонн, из которых почти 50% занимал бестер. М.С. Чебанов приводит на 2008 год объем производства товарных осетровых в России 3,5 тыс. тонн (Chebanov et al., 2009), из которых на долю бестера отведено лишь 10%, что явно занижено.

По сообщениям специалистов, выращивание осетровых в государствах СНГ представляет значительный объем. В Украине, Армении, Белоруссии и Молдове производство осетровых составляет от десятков до сотен тонн. По данным ФАО (Мировое производство аквакультуры в 2007-2010, 2012), мировое производство осетровых в аквакультуре в 2010 году составило 40,3 тыс. т, в том числе в Китае 35,3 тыс. т, что превысило максимальный уровень мирового вылова осетровых в середине прошлого века. Однако наблюдаемое в последние годы замедление или отсутствие роста производства товарной осетровой рыбы в России, Италии, США, Польше и Германии в последние годы

вызывает определенное беспокойство в связи с возможностью падения на нее платежеспособного спроса (Bronzi et al., 2009).

Особый интерес представляет сравнительно новое направление товарного осетроводства, а именно – развитие производства ценнейшего деликатеса – черной икры, еще недавно являвшейся «визитной карточкой» Советского Союза и России. Подрыв состояния запасов осетровых в Каспийском и Азовском бассейнах и других водоемах их ареала был вызван именно высоким потребительским спросом на этот деликатес во всем мире. После распада СССР мгновенно возникли мафиозные структуры, получавшие баснословную наживу от нелегального вылова осетровых и торговли икрой на внутреннем и внешнем рынках, что и привело к катастрофическому подрыву их запасов (Макаров и др., 2000; Сэффрон, 2006; Ходоревская и др., 2007).

В России изобилие браконьерской икры до недавнего времени сдерживало развитие производства икры в аквакультуре. Однако в последние годы истощение природных запасов осетровых, запрет рыночной торговли продукцией из диких осетровых и реализации конфиската, значительное повышение мировых и внутренних цен на черную икру предопределили высокую рентабельность ее производства в аквахозяйствах, ставшую стимулом их быстрого развития. На всех российских осетровых хозяйствах применяются методы прижизненного, многократного получения икры от самок (Бурцев, 1969, Бурцев и др., 1987, Подушка, 1986, 1999, Подушка и др., 1990), тогда как в аквакультуре большинства западных стран пищевую икру производят, используя традиционную технологию, забивая самок при первом созревании. В России разработано несколько технологий изготовления пищевой икры из овулировавшей икры-сырца, (Подушка и др., 1990, 2005, Копыленко и др., 1999, Копыленко и Корязова, 2002, 2003, Копыленко, 2005, Лунев и др., 2006). Первые опытные образцы пищевой икры бестера были изготовлены на Аксайском рыбхозе ЗАО «Казачка» в 1997-1998 гг. (рис. 5).

Рис. 5. Образец опытной партии пищевой икры бестера, произведенной на рыбхозе ЗАО «Казачка» в 1998 г.



Качество пищевой икры бестера не уступает икре чистых видов осетровых (Копыленко, 2006), по вкусовым свойствам напоминая как икру белуги, так и икру стерляди, высоко ценимых российскими гурманами.

Большинство видов осетровых, кроме стерляди - это поздно созревающие рыбы, характеризующиеся длительным межнерестовым периодом и сравнительно невысокой популяционной плодовитостью. Однако эти особенности могут быть изменены в условиях аквакультуры как путем оптимизации температурного режима выращивания осетровых в установках замкнутого водоснабжения (УЗВ), так и использованием скороспелых и высокопродуктивных пород и гибридов осетровых – бестера и ряда других (Андрианов, Бурцев и др., 2004). Методика интенсивного выращивания осетровых с целью ускорения их полового созревания отработывалась на установке замкнутого водоснабжения (УЗВ) ВНИРО в г. Дзержинский Московской области. Здесь разработаны нормативы роста и созревания пород бестера при круглогодичном содержании в условиях температурного оптимума 22-24°C (Nikolaev, Andrianov, Burtsev et al., 2009).

Мировой приоритет нашей страны в создании технологии товарного осетроводства и многолетний опыт формирования и эксплуатации продуктивных маточных стад позволили развернуть создание промышленных осетровых хозяйств по получению пищевой черной икры, «маяком» для которых является ЗАО «РТФ Диана» Вологодской области, начавшее культивирование осетровых с нашей помощью, и сейчас производящее около

14 тонн икры в год. Общее производство пищевой черной икры в России в 2009 г. достигло 14,5 тонн (Мамонтов, Захаров, 2011) и в 2012 г. – 21 т, что более 10% мирового производства и быстро возрастает.

***В главе 9 «Использование опыта полноциклового разведения осетровых для совершенствования биотехнологии и повышения эффективности их промышленного воспроизводства»*** приводится опыт создания и эксплуатации доместичированных маточных стад на осетровых рыбоводных заводах (ОРЗ). Сокращение численности нерестовых популяций всех видов осетровых привело к серьезным затруднениям в заготовке производителей для ОРЗ. В особенно сложном положении оказался Волгоградский ОРЗ (ВОРЗ), практически лишенный возможности заготовки природных производителей, уничтожаемых браконьерами на всем пути их нерестовой миграции до Волгограда (Дубинин и др., 2000). Для решения возникшей проблемы, угрожавшей закрытием ВОРЗ, по просьбе Нижневолжрыбвода в 1995 г. было разработано «Рыбоводно-биологическое и технико-экономическое обоснование создания собственного ремонтно-маточного стада осетровых рыб ВОРЗ» (Бурцев, Николаев, 1995, рукопись). Началом формирования РМС было внедрение на ВОРЗ метода прижизненного получения икры от самок осетровых, с последующей адаптацией использованных самок к содержанию в условиях завода. Из 9 самок, от которых икра была получена нашим методом (Бурцев, 1969), через 4 года повторно созрели и дали икру 4 самки. Их средний вес за этот период увеличился с 19,3 до 26,6 кг, рабочая плодовитость возросла со 191,9 до 208,1 тыс.шт., а процент оплодотворения икры был значительно выше (88,0 вместо 67,5%). Это был первый опыт повторного использования самок русского осетра на ОРЗ, который можно признать достаточно успешным (Burtsev et al., 2002). Он был продолжен на ВОРЗ и в последующие годы. Для формирования ремонтно-маточного стада (РМС) создан отдельный «цех РМС», расположенный в теле плотины ГЭС, который обеспечивает исходным посадочным материалом (развивающейся икрой) основную деятельность ВОРЗ.

Формирование ремонтно-маточных стад было затем развернуто на многих других осетровых рыбоводных заводах Волго-Каспийского и Азовского бассейнов, Сибири и Дальнего Востока, а также на рыбоводных предприятиях стран ближнего и дальнего зарубежья (Попова и др., 2004; Запорожченко и др., 2007; Изергин и др., 2008; Изергин, Губанов, 2011; Шевченко и др., 2010; Van Eenennaam, Doroshov, 1998), что особенно важно для сохранения исчезающих видов (Артюхин, Романов, 1997; Williot et al., 2009, 2011; Kirschbaum et al., 2009; Sun Da-jiang, 2009).

*Опыт выращивания крупного, жизнестойкого посадочного материала* – сеголетков разных видов рыб массой от 100 до 300 г и более, апробированный на товарных осетровых хозяйствах, также может быть использован для повышения эффективности искусственного воспроизводства популяций осетровых. В последние 10-15 лет заводы снизили выпуск молоди на Волго-Каспийском бассейне почти вдвое – с 80 до 40-50 млн. шт., а на Азовском бассейне более чем в 10 раз – с 35 до 3 млн.шт. При этом качественный (размерно-весовой) состав выпускаемой молоди остался прежним – стандартной навеской 2-3 г., принятой более 60 лет тому назад. При создании ОРЗ был принят единый коэффициент промыслового возврата – 3% от количества выпущенной молоди (Кожин, 1951; Кожин и др, 1963). Однако фактическая величина промыслового возврата оказалась ниже принятой: на Азово-Донском бассейне для русского осетра и белуги она составляла от 0,6 до 1.1-1.3 %, а для севрюги еще ниже - 0.6-0.9 % (Бойко, Калинкина, 1961; Макаров, 1964; Реков, Корнеев, 1987; Зайдинер и др., 2000). Коэффициенты промыслового возврата осетровых Волго-Каспийского бассейна рассчитаны для осетра – 2,8%, белуги – 0,42% и севрюги – 1,0% (Буханевич и др., 1986). Проблема существенного повышения эффективности заводского разведения осетровых, запасы которых подорваны, является весьма актуальной.

Повышения эффективности заводского воспроизводства можно реально достичь за счет повышения качества и жизнеспособности выпускаемой молоди. Исследованиями КаспНИРХ (Левин и др., 2002; Михайлова, 2004) и



АзНИИРХ (Гунько, 1965; Горбачева и др., 2002) показана возможность выращивания молоди в прудах при существующей экстенсивной технологии за счет разреженной плотности посадки до массы 7-15 г. Резистентность такой молоди к неблагоприятным факторам и ее жизнеспособность повышаются в 3-5 раз (Левин, Кокоза, 1989; Левин, 2002; Горбачева, Реков, 1996).

Возвращаясь к истории определения размерно-массовых стандартов на заводскую молодь осетровых, мы должны отметить определенную односторонность их обоснования (Лукьяненко и др., 1984), не учитывавшего возможности производства более крупной молоди, биотехника выращивания которой уже была разработана, но применялась только на товарных осетровых хозяйствах. Авторы исходили из необходимости установления стандарта заводской молоди, аналогичного размерно-массовому составу естественной покатной молоди яровых форм осетровых, наблюдаемому в низовьях рек.

Между тем многие данные свидетельствуют о том, что в воспроизводстве озимой расы русского осетра большое значение имела крупная молодь, обнаруженная на Средней Волге еще в начале прошлого века смотрителем рыболовства А.Н. Баженовым (1906, 1909). Н.Л. Чугунов (1928) отмечал, что «часть сеголетков осетра задерживается в Волге на зиму и, таким образом, остается без учета» (стр.27). По его данным, в 1915 и 1917 гг. численность покатной молоди осетра составляла 15, 3 и 16,1%, что абсолютно не соответствовало численности производителей этого вида, составлявшей в уловах до 60%. Очевидно, что учтенная молодь осетра представляла собой пополнение только яровой расы, тогда как в реке оставалось значительное количество крупной молоди в возрасте старше одного года, представлявшей рекрутов озимой расы русского осетра. Огромное количество молоди русского осетра в возрасте от 1 до 7 лет на Средней Волге было отмечено Г. Монастырским (1933). Об этом же говорят и данные Г.В. Аристовской (Аристовская и др., 1948) и А.В. Лукина (1948, 1949), отмечавших ниже Казани значительное количество крупной (35-67 см) молоди осетра в возрасте от 2 до 5 лет. По наблюдениям А.Т. Дюжикова (1960), основной скат молоди озимого

осетра в море происходит на 3-м году жизни, что обусловлено возрастанием потребности молоди в пище и недостаточным количеством корма в реке. Количественная оценка покатной молоди осетра была произведена Г.А. Батычковым (1972) в период с 1960 по 1969 год на Райгородской контрольной тоне, расположенной в 85 км ниже Волгоградской плотины. Общее количество покатной молоди составило около 11 млн. штук, из которых число сеголетков составило 0,7%, двухлеток – 43,7%, трехлеток – 32,0%, четырехлеток – 13,3%, и более старших – 10,3%. Абсолютная длина наиболее многочисленных двухлеток составляла от 30 до 40 см, трехлеток – от 40 до 50 см и четырехлеток – от 40 до 60 см. Вес покатников составлял от 200 до 1300 г. Промысловый возврат ожидался в объеме 850 тыс. ц рыбы-сырца. Она должна была вступить в промысел в 1970-1980 годах, что и подтвердилось максимальными уловами, наблюдавшимися в 1975-1985 годах (Ходоревская и др., 2007). По наблюдениям на тоне «Мужичья» (Журавлева, Иванова, 2005 а), доля неполовозрелых осетров на верхнем тонеовом участке в 1965 г. составляла 6,5%, а затем она постоянно сокращалась - до 1,3% в 1973 г., 0,4% в 1980 г., 0,2-0,1% в 1998г., а с 1999 г. они не встречаются, т.е. естественное пополнение популяции озимого осетра крупными рекрутами полностью прекратилось.

Приведенные выше данные наблюдений за вековой период (от Баженова, 1906, до Журавлевой и Ивановой, 2005) позволяют сделать вполне определенный вывод, что эффективное пополнение озимой расы русского осетра, намного превышающей численность яровой расы (Берг, 1934), происходило в основном за счет крупных рекрутов, скатывавшихся в Каспий в возрасте 2-6 лет, тогда как пополнение ярового осетра осуществлялось мелкой молодью и было менее эффективным. Относительная численность ярового осетра до 1981 г. составляла всего 12,1%, с 1981 по 1990 гг. она поднялась до 15-15,3%, а к 2000-2004 гг. снизилась до 9,5-8,6% под влиянием нелегального промысла (Журавлева, Иванова, 2005 б).

Учитывая приведенные выше данные, наше предложение организовать интенсивное выращивание крупной молоди, имеющей повышенную

резистентность к неблагоприятным факторам и полностью исключаящей ее истребление хищниками (Бурцев, 2007, Burtsev, 2009), представляется вполне обоснованным. Опыт выращивания «сверхкрупной» молоди осетровых в условиях дефицита производителей был проведен также Е.Н. Артюхиным и Н.А. Ефимовой (1999). Выращивание и выпуск молоди осетровых высоких размерно-весовых параметров практикуется в ряде западных стран - Италии, США, Румынии, Польше и др.

Для обобщения и иллюстрации всего изложенного мы попытались графически представить динамику выживания молоди осетровых (на примере русского осетра) с момента выпуска ее в естественную среду обитания, используя известные уровни выживания 3- и 10-граммовой молоди в качестве реперных точек, и экстраполяции этих данных для получения кривой предполагаемого выживания 50-граммовой молоди (рис. 6).

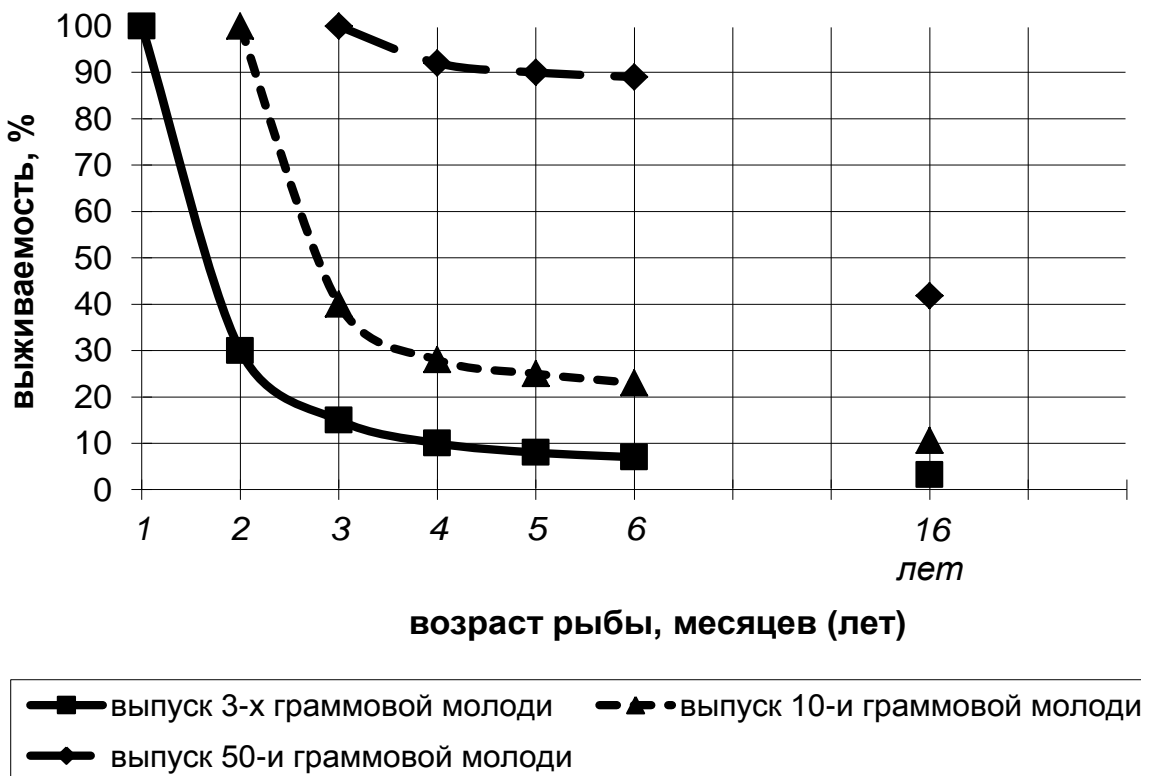


Рисунок 6. Зависимость величины выживания русского осетра от массы выпускаемой молоди.

Американские ученые (Ireland et al., 2002) в период с 1990 по 2000 годы определили уровни выживания заводской, выращенной в бассейнах молоди

белого осетра *A. transmontanus* в возрасте от 1 до 4 лет, размерами от 23 до 72 см. Выживание крупной молоди в первый год после выпуска в р. Кутенай (штат Айдахо) составляло 60%, а в последующие годы достигало 90%. По мнению Е.Н. Артюхина (2008), белый осетр и другие виды осетров (в т. ч. сахалинский осетр), выходящих на нагул в осолоненные эстуарии или в открытый океан, пополняют численность популяций за счет молоди, совершающей пократную миграцию в большом возрасте и при крупных размерах, что и обеспечивает ее выживание в агрессивной океанской биоте.

Выращивание молоди русского осетра и белуги высоких размерно-весовых кондиций уже производится КаспНИРХом в бассейнах на экспериментальной базе «БИОС», оснащенной крупной УЗВ. Молодь выращивают при периодическом снижении плотности посадки путем ступенчатого выпуска молоди разного возраста и навесок - сначала мелкой, затем все более крупной (10 – 30 – 50 -...- 300 г), в результате чего возврат взрослых рыб будет получен от выпуска всех партий молоди – мелкой, средней и крупной, и общий эффект будет максимально высоким (табл. 3; Бурцев, 2007; Васильева, 2010; Федосеева, Астафьева, 2010; Досаева и др., 2010).

Таблица 3. Промысловый возврат русского осетра от ступенчатого выпуска стандартной и крупной молоди, выращенной в бассейнах площадью 1000 м<sup>2</sup>.

Средняя навеска молоди, г	Количество молоди, тыс. шт.		Коэффициент пром. возврата, % от выпущен.	Промысловый возврат	
	выращено	Выпущено		Тысяч экз. рыб	Тонн
<b>3</b>	<b>1200</b>	<b>800</b>	<b>3,2</b>	<b>25,6</b>	<b>384,0</b>
<b>10</b>	<b>360*</b>	<b>160</b>	<b>10,2</b>	<b>16,32</b>	<b>244,8</b>
<b>50</b>	<b>180*</b>	<b>180</b>	<b>41,8</b>	<b>75,2</b>	<b>1128</b>
<b>Всего:</b>	<b>-</b>	<b>1140</b>	<b>-</b>	<b>117,12</b>	<b>1756,8</b>

Примечание: \* - с учетом отхода 10% за период этапа

По нашему мнению (Бурцев и др., 2010), выращивание крупной молоди для выпуска в природную среду целесообразнее проводить комбинированным методом, по схеме «УЗВ – пруды». При этом раннее выращивание молоди в бассейнах УЗВ можно проводить только до массы 5-10 г, что позволит значительно снизить потребную мощность УЗВ и ее стоимость. Дальнейшее выращивание молоди целесообразно продолжать в выростных прудах в апреле – июне, с кормлением теми же кормами, к которым молодь уже была приучена в бассейнах (Bondarenko, Komarova, 1993; Минияров, 1999). Пруды должны быть подготовлены к созданию проточного режима, который необходимо устанавливать в жаркий период во избежание перегрева воды. По достижении молодью массы 50-100 г (через 1,5-2 месяца) молодь следует пометить и выпустить на высококормные морские участки в оптимальные сроки. Прудовая молодь экологически более подготовлена к выпуску в естественные водоемы по сравнению с бассейновой (Касимов, 1972; Burtsev, 2009). Еще более эффективным является метод доращивания молоди осетровых до указанных размерно-весовых параметров в морских садках, что уже апробировано как на Азово-Черноморском, так и на Каспийском бассейнах (Романычева, 1976; Гриценко, Ларина, 1979; Кокоза, Левин, 1996; Левин и др., 1987; Тренклер, 1981; Тренклер, Степанова, 1983; Баландина и др., 2000; Чепурная, 2002).

Перевод осетровых рыбозаводов на производство и выпуск молоди высоких размерно-весовых стандартов позволит обеспечить устойчивое пополнение популяций осетровых рыб заводскими рекрутами и оценивать эффективность работы различных ОРЗ по гарантированной величине промыслового возврата. Это также создаст преимущество странам, использующим наиболее эффективные технологии заводского воспроизводства осетровых рыб, при определении национальных квот вылова (Иванов, 2000).

### ***ВЫВОДЫ***

1. Экспериментально подтверждено значение фактора полноценного питания для созревания осетровых в искусственных условиях и разработаны

интенсивные биотехнологии создания ремонтно-маточных стад «от икры» и путем доместикации диких производителей.

2. Отдаленные гибриды осетровых рыб являются более пластичными (по сравнению с чистыми видами) при адаптации к необычным для осетровых условиям неволи. Повышению адаптационной пластичности осетровых при их переводе в новую среду обитания способствует направленное изменение их видовых адаптаций при скрещивании видов разного филогенеза, обладающих разными биологическими чертами - проходных видов с туводными.

3. Гибриды между видами с разной ploидностью кариотипов (диплоидными и тетраплоидными) являются стерильными триплоидами. Они обладают более высокой продуктивностью в силу присущего им гетерозиса и используются для получения дополнительной продукции в короткие сроки, а их стерильность является гарантией от возможности генетического загрязнения чистых видов при случайном попадании таких гибридов в естественные водоемы.

4. У ряда гибридов от скрещивания видов с одинаковой ploидностью – диплоидных (между стерлядью, севрюгой, шипом и белугой) или тетраплоидных (между русским и сибирским осетрами, амурским осетром и калугой) – нормальное развитие половых желез завершается продуцированием зрелых половых продуктов (икры и молок), и гибриды сохраняют воспроизводительную способность, обычно в той или иной степени пониженную по сравнению с родительскими формами.

5. Наиболее перспективным в практическом отношении является гибрид между белугой и стерлядью, обе реципрокные формы которого были впервые получены Н.И. Николюкиным и Н.А. Тимофеевой в 1952 г. Проведенный нами эксперимент по кормлению бестера позволил ускорить рост, повысить упитанность рыб и в результате активизировать гаметогенез, завершившийся созреванием самок и получением от них зрелой икры и потомства в условиях неволи, что для осетровых рыб явилось прецедентом в мировой практике.

6. Путем репродукции разных форм бестера с проведением селекционно-племенной работы были созданы три культурные породы, обладающие различными хозяйственно ценными биологическими особенностями: темпом роста, возрастом достижения половой зрелости и размерно-весовыми показателями половозрелых рыб, величиной плодовитости, размерами икры и другими. Породы бестера – «Бурцевская», «Аксайская» и «Внировская» - допущены к использованию в аквакультуре и запатентованы в Российской Федерации в качестве нового вида – *Acipenser nikoljukini* (Арефьев, Бурцев и др., 2001). Они используются во многих товарных осетровых хозяйствах для производства как товарной рыбы, так и пищевой черной икры.

7. Бестер стал первым объектом успешного выращивания в прудовых, садковых и бассейновых рыбоводных хозяйствах; на его примере была разработана биотехнология интенсивного выращивания осетровых, примененная затем и для выращивания чистых видов осетровых рыб – сибирского, амурского и русского осетров, стерляди, севрюги, белуги, калуги и др., что послужило началом становления нового направления рыбоводства – товарного осетроводства, получившего широкое развитие как в СССР и Российской Федерации, так и во многих зарубежных странах. Мировые объемы производства товарных осетровых превысили 40 тыс. тонн, т.е. выше максимального уровня мировых уловов осетровых в середине 20-го века. В России были разработаны и технологии производства пищевой черной икры в аквакультуре при многократном получении икры-сырца от самок. Объемы ее производства составляют в России 15-20 т, а в мире – 120-150 т.

8. Разработанные и апробированные в товарном осетроводстве инновационные элементы биотехнологии были использованы при промышленном воспроизводстве природных популяций осетровых рыб: создание маточных стад и выращивание крупной молодежи дали возможность продолжения деятельности осетровых рыбоводных заводов даже при остром дефиците природных производителей, а также повысить эффективность их работы. Эти методы являются единственным путем сохранения и

восстановления численности видов, находящихся на грани исчезновения (азовских белуги и севрюги, сахалинского, атлантического, адриатического осетров и ряда др. видов).

В *Заключении* отмечено, что массовое производство товарных осетровых и пищевой черной икры в аквакультуре имеет большое значение для сохранения естественных запасов осетровых в природных водоемах, поскольку удовлетворяет потребительский спрос на продукцию из осетровых рыб и составляет серьезную конкуренцию нелегальной продукции на мировом рынке, снижая ее масштабы. Во всех направлениях указанной инновационной производственной и природоохранной деятельности Россия давно, в историческом масштабе завоевала и сохраняет несомненный мировой приоритет, и обладает реальным потенциалом восстановления запасов осетровых в своих водоемах до былого исторического максимума!

### Список основных публикаций по теме диссертации

#### **Публикация в рецензируемых изданиях, рекомендованных ВАК:**

1. **Бурцев И.А.** О воспроизводительной способности гибрида осетра со стерлядью // Доклады АН СССР. 1962. Т. 144. № 6. С. 1377-1379.
2. **Бурцев И.А.** Вителлогенез в ооцитах гибрида белуги со стерлядью (*Huso huso* L. x *Acipenser ruthenus* L.) // Доклады АН СССР. 1967. Т.172. № 2. С.464-467.
3. **Бурцев И.А.,** Гершанович А.Д. Об акклиматизации веслоноса в СССР // Рыбное хозяйство. 1976. №10. С. 13-16.
4. **Бурцев И.А.,** Серебрякова Е.В., Николаев А.И. Созревание стерляди в прудах // Рыбное хозяйство. 1981. № 11. С. 38-40.
5. **Бурцев И.А.,** Гершанович А.Д.. Будут ли жить осетры в 21 веке // Рыбное хозяйство. 1993. №4. С.18-20.
6. **Бурцев И.А.,** Кузнецова Е.Н., Зуевский С.Е., Филиппова О.П., Сафронов А.С., Нежданова Н.В., Запорожченко Н.С. Сотрудничество ФГУП "ВНИРО" с рыбоводными предприятиями Республики Корея в области осетроводства // Рыбное хозяйство. 2007. № 2. С. 81-83.



**Авторские свидетельства и патенты:**

7. А.С. № 244793 СССР "Способ получения икры от самок рыб" / **Бурцев И.А.**- Комитет по делам изобр. и откр. при Сов. Мин. СССР, 1969.
8. А.С. SU 1084005 А «Стартовый корм для рыб» / Бондаренко Л.В., Орлова Т.А., **Бурцев И.А.**- Гос. Комитет СССР по делам изобретений и открытий, 1984.
9. А. С. № 32366 на породу бестера "Аксайская" / Арефьев В.А., **Бурцев И.А.**, Крылова В.Д., Николаев А.И., Николюкин Н.И., Серебрякова Е.В., Тимофеева Н.А., Филиппова О.П.- Гос. комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений, 2000.
10. А. С. № 32367 на породу бестера "Бурцевская" / Арефьев В.А., **Бурцев И.А.**, Крылова В.Д., Николаев А.И., Николюкин Н.И., Серебрякова Е.В., Тимофеева Н.А., Филиппова О.П.- Гос. комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений, 2000.
11. А. С. № 32368 на породу бестера "Внировская" / Арефьев В.А., **Бурцев И.А.**, Крылова В.Д., Николаев А.И., Николюкин Н.И., Серебрякова Е.В., Тимофеева Н.А., Филиппова О.П.- Гос. комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений, 2000.
12. Патент № 2052927 на изобретение "Способ сохранения производителей осетровых рыб при их интенсивной эксплуатации с прижизненным отбором икры" / **Бурцев И.А.**, Николаев А.И., Гершанович А.Д., Ежов В.Г. и Богерук А.К.- Комитет РФ по патентам и товар. знакам, 1996.
13. Патент на изобретение № 2164063 "Способ и устройство для получения икры рыб" / **Бурцев И.А.**, Докукин М.М., Николаев А.И.- Росс. агентство по патентам и товарным знакам, 2001.
14. Патент на селекционное достижение № 1137. Бестер *Acipenser nikoļjukini*, порода БУРЦЕВСКАЯ / Арефьев В.А., **Бурцев И.А.**, Крылова В.Д., Николаев А.И., Николюкин Н.И., Серебрякова Е.В., Тимофеева Н.А., Филиппова О.П.- Гос. комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений, 2001.
15. Патент на селекционное достижение № 1829. Бестер *Acipenser nikoļjukini*, порода АКСАЙСКАЯ / Арефьев В.А., **Бурцев И.А.**, Крылова В.Д., Николаев А.И., Николюкин Н.И., Серебрякова Е.В., Тимофеева Н.А., Филиппова О.П.- Гос. комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений, 2003.
16. Патент на селекционное достижение № 1830. Бестер *Acipenser nikoļjukini* , порода ВНИРОВСКАЯ / Арефьев В.А., **Бурцев И.А.**, Крылова В.Д.,

Николаев А.И., Николукин Н.И., Серебрякова Е.В., Тимофеева Н.А., Филиппова О.П.- Гос. комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений, 2003.

17. Патент № 48700 на полезную модель «Биокомплекс» / Андрианов Д.П., **Бурцев И.А.**, Докукин М.М., Зуевский С.Е., Николаев А.И., Сафронов А.С.- 2005.

18. Патент № 50375 на полезную модель «Фермерский рыбоводный комплекс» / Андрианов Д.П., **Бурцев И.А.**, Петухов А.В., Николаев А.И.- Фед. служба по интелект. собственности, патентам и товарным знакам, 2005.

19. Патент на изобретение № 2290794. «Способ получения икры от самок осетровых рыб» / **Бурцев И.А.**, Николаев А.И., Сафронов А.С.- Фед. служба по интелект. собственности, патентам и товарным знакам, 2007.

20. Патент на изобретение № 2428143 «Способ получения раневого покрытия для рыб, выращиваемых в искусственных условиях» / Немцев С.В., Сорокоумов И.М., Строкова Н.Г., Микодина Е.В., **Бурцев И.А.**, Сафронов А.С., Дудин К.В., Албулов А.И.- Фед. служба по интелект. собственности, патентам и тов. знакам, 2011.

#### **Публикации в других изданиях:**

21. **Бурцев И.А.** Кормление тюлькой гибридов осетровых // Рыболовство и рыбоводство. 1966. № 6. С. 18-19.

22. **Бурцев И.А.** Некоторые данные по гаметогенезу гибридов осетровых рыб // Труды ЦНИОРХ. Т.1. М.: Пищ. пром., 1967. С. 252-257.

23. **Бурцев И.А.** Влияние питания на гаметогенез некоторых гибридов осетровых рыб при прудовом содержании // Обмен веществ и биохимия рыб. М.: Наука, 1967. С. 241-243.

24. **Бурцев И.А.** Получение потомства от межродового гибрида белуги со стерлядью // Генетика, селек. и гибрид. рыб. М.: Наука, 1969. С. 232-242.

25. **Бурцев И.А.**, Серебрякова Е.В. Первый опыт глубокого замораживания спермы осетровых рыб // Труды молодых ученых ВНИРО. Вып.1. М.: ВНИРО, 1969. С. 94-100.

26. Николукин Н.И., **Бурцев И.А.** Инструкция по разведению и товарному выращиванию гибридов белуги со стерлядью. М.:ВНИРО, 1969. 52 с.

27. **Бурцев И.А.** Половое созревание гибридов белуги со стерлядью в Азово-Донском бассейне // Труды ВНИРО. 1970. Т. 76. С. 238-243.

28. **Бурцев И.А.** Задачи и методы селекционно-племенной работы с гибридом белуга х стерлядь // Актуальные вопросы осетрового хозяйства. Астрахань: ЦНИОРХ, 1971. С. 11-17.
29. **Burtsev I.A.** Progeny of an Intergeneric Hybrid of Beluga and Sterlet // Genetics, selection and hybridization of fish. Jerusalem, 1972. P. 211-220.
30. **Burtsev I.A., Serebryakova E.V.** A hybrid beluga x sterlet (*Huso huso* (L.) x *Acipenser ruthenus* L., Pisces): karyology, gametogenesis and potential status // Proc. of the XIII Intern. Congr. Genetics, Abstr.- Berkeley, USA.: Californ. Univ., 1973. P. 35.
31. Соколов Л.И., Малютин В.С., Смольянов И.И., **Бурцев И.А.** Первые результаты освоения сибирского осетра р. Лены как перспективного объекта товарного осетроводства и акклиматизации во внутренних водоемах СССР // Воспроизводство рыб и совершенствование биотехники выращивания посадочного материала. Кишинев, 1976. С. 75-78.
32. **Burtsev I.A., Nikoljukin N.I., Serebryakova E.V.** Karyology of the *Acipenseridae* family in relation to the hybridization and taxonomy problems // Acta Biol. Iugoslavica, ICTHYOLOGIA. Vol. 8. No.1. Beograd, 1976. P. 27-34.
33. **Бурцев И.А., Серебрякова Е.В., Николаев А.И.** Временные инструктивные указания по селекционно-племенной работе с гибридами осетровых рыб. М.: ВНИРО, 1978. 16 с.
34. **Бурцев И.А.** Опыт содержания и эксплуатации прудовых маточных стад бестера. // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР.- Астрахань: ЦНИОРХ, 1979. С. 30-31.
35. **Бурцев И.А., Серебрякова Е.В.** Оценка производителей бестера (гибридов белуги *Huso huso* со стерлядью *Acipenser ruthenus*) по цитологическим показателям и жизнеспособности потомства // Кариол. изменчивость, мутагенез и гиногенез у рыб. Ленинград: Наука, 1980. С. 63-69.
36. **Бурцев И.А.** Гибридизация и селекция осетровых рыб при полноцикловом разведении и одомашнивании // Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. Л.: Наука, 1983. С. 102-112.
37. **Бурцев И.А.** Полноцикловое разведение осетровых // Рыбоводство и рыболовство. 1984. №3. С. 3-4.
38. **Бурцев И.А., Смольянов И.И., Гершанович А.Д., Николаев А.И.** Методические указания по формированию и эксплуатации маточных стад сибирского осетра. М.: ВНИРО, 1984. 23 с.

39. **Бурцев И.А.**, Черфас Н.Б. Селекционно-генетические работы в товарном рыбоводстве // Аквакультура в СССР и США. М.: ВНИРО, 1985. С.37-46.
40. **Бурцев И.А.**, Николаев А.И., Слизченко А.Г. Новый объект товарного осетроводства – гибрид между русским и сибирским осетрами (*Acipenser guldenstadtii* Br. x *A. baerii* Br.) // Культивирование морских организмов. М.: ВНИРО, 1985. С. 112-116.
41. Душкина Л.А., Карпевич А.Ф., **Бурцев И.А.** Современное состояние и перспективы морской аквакультуры // Биологические основы аквакультуры в морях Европейской части СССР. М.:Наука, 1985. С. 7-17.
42. **Бурцев И.А.**, Николаев А.И., Арефьев В.А., Серебрякова Е.В., Слизченко А.Г. Особенности возвратных форм бестера и направления селекции с их использованием // Генетические исследования морских гидробионтов. М.: ВНИРО, 1987. С. 143-156.
43. **Бурцев И.А.**, Серебрякова Е.В., Николаев А.И., Филиппова О.П. Временная инструкция по получению стерильных гибридных форм осетровых рыб. М.: ВНИРО, 1989. 13 с.
44. **Burtsev I.A.**, Gershanovich A.D. The world leader in sturgeon culture // Fish Farming International. December 1991. Vol. 18. No. 12. P. 22-25.
45. **Burtsev I.A.**, Nikolaev A.I., Gershanovich A.D., Arefjev V.A. // Acipenserids as caviar producers. 2<sup>nd</sup> Int. Symp. On Sturgeon, Abstr. Bull.- Msc: VNIRO, 1993. P. 97-98.
46. **Burtsev I.A.** Bester in aquaculture // Sturgeon Stocks and Caviar Trade Workshop / Birstein V.J. et al. (eds.). IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK, 1997. P. 35-43.
47. **Burtsev I.A.**, The history of global sturgeon aquaculture. // J. Appl. Ichthyology, v.15 (4-5), Proc. of the 3<sup>rd</sup> Int. Symp. on Sturgeon, Piacenza, Italy, July 8-11/ 1997.- Berlin, 1999. P.325.
48. **Бурцев И.А.**, Николаев А.И. Методы формирования и эксплуатации маточных стад осетровых в условиях ОРЗ для целей пастбищной марикультуры // Второй междунар. симпозиум «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре». Краснодар, 1999. С. 20-21.
49. **Бурцев И.А.**, Николаев А.И., Сафронов А.С., Крылова В.Д., Филиппова О.П. Методические указания по прижизненному получению икры у осетровых рыб. М.: ВНИРО, 1999. 10 с.

50. **Бурцев И.А.**, Крылова В.Д. Результаты работ по гибридизации и селекции осетровых рыб в полноцикловой аквакультуре // Современные достижения рыбохозяйственной науки России. Саратов.: Саратов. отд. ГосНИОРХ, 2000. С. 19-21.
51. **Burtsev I.A.**, Nikolaev A.I., Maltsev S.A., Igumnova L.V. Formation of domesticated brood-stocks as a guarantee of sustainable hatchery reproduction of sturgeon for sea ranching. // J. Appl. Ichthyol. 2002. Vol.18. (4th Int. Symp. Sturg., Oshkosh, USA, 2001). Berlin: P. 655-658
52. **Бурцев И.А.**, Николаев А.И., Крылова В.Д., Филиппова О.П., Сафронов А.С. Первые породы осетровых рыб, созданные на основе межродового гибрида белуги со стерлядью – бестера // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития. М.: ВНИРО, 2002. С. 146-150.
53. Мельченков Е.А., Виноградов В.К., **Бурцев И.А.**, Васильева Л.М., Подушка С.Б. Некоторые направления развития товарного осетроводства России // Аквакультура начала XXI века: истоки, состояние, стратегия развития. М.: ВНИРО, 2002. С. 103-107.
54. Бурцев И.А., Николаев А.И. Как живет бестеру // Наука в России. 2003. №1. С. 72-77.
55. Андрианов Д.П., **Бурцев И.А.**, Копыленко Л.Р., Котенев Б.Н., Николаев А.И., Сафронов А.С. Состояние и перспективы развития производства пищевой черной икры, как нового направления товарного осетроводства // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития (Астрахань). М.: ВНИРО, 2004. С. 17-20.
56. **Бурцев И.А.**, Николаев А.И. Инновационные пути развития осетроводства в России // Моя Москва. 2004. №8/100. С. 68-73.
57. Дергалева Ж.Т., **Бурцев И.А.**, Николаев А.И., Васильева Л.М., Бондаренко Л.Г. Концепция развития товарного осетроводства в Российской Федерации на период до 2020 года // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития (Астрахань). М.: ВНИРО, 2004. С. 32-37.
58. **Burtsev I.A.** Bester in aquaculture. Msc., Russia: VNIRO, The CITES Sci. Authority on Sturgeon Species in the Rus. Federation, 2007. 8 pp.
59. **Бурцев И.А.** К определению оптимальных размерно-весовых стандартов заводской молоди осетровых для воспроизводства // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. Астрахань: АГТУ, 2007. С. 298-302.

60. **Бурцев И.А.**, Крылова В.Д., Николаев А.И., Сафронов А.С., Филиппова О.П. Комплекс пород бестера (*Acipenser nikołjukini*) // Породы и одомашненные формы осетровых рыб (Acipenseridae). М.: Минсельхоз РФ, 2008. С. 4-22.
61. Арефьев В.А., **Бурцев И.А.** О видовом статусе бестера *Acipenser nikołjukini* // Генетика, селекция, гибридизация, племенное дело и воспроизводство рыб. Медунар. конф. к 100-летию В.С. Кирпичникова 10-12 сент. 2008. Тезисы докл. Санкт-Петербург: ГосНИОРХ, 2008. С. 87-88.
62. Филиппова О.П., **Бурцев И.А.**, Сафронов А.С., Дудин К.В., Аветиков М.С., Чекмарев А.С. Влияние температурных условий выращивания бестера (*Acipenser nikołjukini*) на длительность гаметогенеза и возраст достижения половой зрелости в установках замкнутого водообеспечения и в прудах // Труды ВНИРО. Т.148. М., 2009. С. 170-179.
63. **Burtsev I.A.** Towards the definition of optimal size-weight standards of hatchery-reared sturgeon fry for restoration // Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons. Series: Fish & Fisheries Series .Vol. 29. Carmona, R.; Domezain, A.; García-Gallego et al. (Eds.), XVIII, 2009. Pp. 359-368.
64. **Burtsev I.A.** Problems of conserving the sturgeon phylogenetic adaptations at their industrial reproduction while changing the natural selection spectrum // 6th International Symposium on Sturgeon. Book of Abstracts. Posters. October 25-31. Wuhan, China, 2009. Pp. 103-105.
65. Nikolaev A.I., Andrianov D.P., **Burtsev I.A.**, Kopylenko L.R., Kotenev B.N. and Safronov A.S. International trade in caviar and business perspectives in Russia // Biology, Conservation and Sustainable Development of Sturgeons. Fish & Fisheries Series. Vol. 29. Carmona, R., Domezain, A.; García-Gallego et al. (Eds.), XVIII, 2009. Pp. 321-337.
66. **Бурцев И.А.**, Николаев А.И., Сафронов А.С., Зуевский С.Е., Ефимов А.Б., Дудин К.В. Пути повышения эффективности промышленного воспроизводства осетровых рыб // Воспроизводство естественных популяций ценных видов рыб. СПб.: ГосНИОРХ, 2010. С. 29-31.

### Благодарности

Прежде всего считаю необходимым выразить глубокую благодарность и отдать долг памяти своему научному руководителю, профессору Николаю Ивановичу Николюкину и его ближайшей сотруднице и супруге Нине Аполлоновне Тимофеевой, чьим идеям я следовал в своей работе, а также профессорам П.Г. Борисову, Б.И. Черфасу, А.Г. Андресу, аспирантам В.Э. Беккеру и Н.Б. Черфас, и всему профессорско-преподавательскому составу Мосрыбвтуза. Приношу признательность директорам ВНИРО: А.С.Богданову, П.А. Моисееву, С.А. Студенецкому, А.А. Елизарову, Б.Н. Котеневу, А.Н. Макоедову и М.К. Глубоковскому, заведующим лабораториями ВНИРО Н.И. Кожину, А.Ф. Карпевич, С.И. Дорошеву, Л.А. Душкиной, Н.Е. Сальникову, Е.В. Микодиной, А.И. Николаеву, И.В. Бурлаченко и Л.Р. Копыленко за внимание, помощь и поддержку. Весьма благодарен руководителям и сотрудникам рыбохозяйственных организаций и предприятий: начальнику Управления р.х. внутренних водоемов СССР К.Е. Бабаяну, С.Ф. Шабалину, В.Ф. Долгих, Ф.С. Гореву, Ю.П. Мамонтову, А.К. Богеруку, С.И. Дягилеву, от решений которых зависело становление и развитие товарного осетроводства в СССР, начальнику отдела Главрыбвода Л.В. Поликашину, С.А. Колосовой, начальникам ЦПАУ В.С. Малютину и Нижневожрыбвода С.А. Мальцеву, директорам Волгоградского ОРЗ А.М. Лубянскому и Д.Н. Сырбулову, Аксайского рыбхоза (ЗАО «Казачка») – А.П. Кремезной, И.В. Мацкевичу, И.Ф. Плугину и Г.А. Кротову, начальнику Укрглаврыбхоза В.П. Горошко, директору Донрыбкомбината Б.А.Николюку, Волгореченскрыбхоза О.М. Соловьевой, директорам РТФ «Диана» Н.С. Запорожченко, В.П. Ефименко и И.П. Золину, директору ООО «Беловодье» А.В. Михайлову, директору ОНПЦ «БИОС» Л.М. Васильевой, начальнику ЦПАУ В.С. Малютину и АзПАС А.И. Кизнеру, гл. рыбводам: Азоврыбвода В.В. Говоруновой, Волгоградского ОРЗ Т.П. Балыновой и А.В. Марченко, Рогожкинского ОРЗ П.И. Козодерову и Т.И. Копченовой, Куринского ЭОРЗ М.Ш. Гусейнову, Киевской ж/р базы Б.П. Ховрину и всем работникам указанных предприятий, стоявшим у истоков товарного осетроводства, коллегам А.А. Поповой, В.Г. Свирскому и многим другим, принимавшим участие в совместных работах (стр. 14). Я выражаю также признательность переводчикам Л.С. Царевой, К.М. Михлиной и Т.Я. Уманской за помощь при подготовке публикаций и общении с зарубежными коллегами.