

Тихоокеанский научно-исследовательский рыбохозяйственный центр  
(ФГУП "ТИНРО-центр")

# СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОРЕСУРСОВ

Научная конференция, посвященная  
*70-летию С.М. Коновалова*

25–27 марта 2008 г.



Владивосток  
2008

**УДК 639.2.053.3**

**Современное состояние водных биоресурсов** : материалы научной конференции, посвященной 70-летию С.М. Коновалова. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2008. — 976 с.

ISBN 5-89131-078-3

Сборник докладов научной конференции «Современное состояние водных биоресурсов», посвященной 70-летию С.М. Коновалова, доктора биологических наук, профессора, директора ТИНРО в 1973–1983 гг., содержит материалы по пяти секциям: «Биология и ресурсы морских и пресноводных организмов», «Тихоокеанские лососи в пресноводных, эстуарно-прибрежных и морских экосистемах», «Условия обитания водных организмов», «Искусственное разведение гидробионтов», «Биохимические и биотехнологические аспекты переработки гидробионтов».

**ISBN 5-89131-078-3**

© Тихоокеанский научно-исследовательский  
рыбохозяйственный центр (ТИНРО-центр),  
2008

## МЕЖРОДОВОЙ ГИБРИД СТЕРЛЯДИ И КАЛУГИ КАК ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ОБЪЕКТ ТОВАРНОГО ОСЕТРОВОДСТВА

Е.И. Рачек, В.И. Скирин  
ТИНРО-центр, г. Владивосток, Россия, e-mail: [rachek@tinro.ru](mailto:rachek@tinro.ru)

Работы по гибридизации белуги и волжской стерляди, начатые Н.И. Николукиным (1972) в начале 50-х гг. прошлого века, привели к созданию плодовых межродовых гибридов сем. *Acipenseridae* под общим названием «бестеры». Товарное осетроводство в нашей стране началось с промышленного освоения бестера. В дальнейшем работы по селекции гибридных форм и повышению их продукционных характеристик позволили создать три породы — «Бурцевская», «Внировская» и «Аксайская», зарегистрированные как селекционные достижения (Богерук и др., 2001).

С 2005 г. на тепловодной рыболовной станции ТИНРО-центра в пос. Лучегорск Приморского края нами проводятся опыты по гибридизации волжской стерляди (род *Acipenser*) с ближайшим родственником белуги — калугой (род *Huso*), являющейся аборигенным видом бассейна р. Амур.

Предпосылками работы являлось наличие собственного продукционного стада волжской стерляди, интродуцированной личинками в 1992 г. из Волгореченского тепловодного хозяйства, и созревание в садках первых самцов калуги генерации 1996 г., выращенных из личинок от производителей природной популяции р. Амур (Рачек, Свирский, 2006).

Сводная работа по уточнению количества хромосом и филогенетическим связям представителей сем. *Acipenseridae* с использованием наших материалов, проведенная предварительно, позволила определить количество хромосом у стерляди как  $118 \pm 2$ , у калуги — как 120. В дендрограмме топологии целого цитохрома-b калуга относится к тихоокеанской ветви, а стерлядь — к атлантической ветви (Ludwig et al., 2000).

Стерлядь *Acipenser ruthenus* (Linnaeus) является одной из наиболее ценных в пищевом отношении пресноводных рыб нашей страны. Обитает она в реках и водохранилищах европейской части России и Сибири, питается исключительно организмами бентоса. Растет стерлядь довольно медленно, достигая в природе массы не более 16 кг в возрасте 30 лет. Стерлядь отличается от других осетровых наиболее ранним наступлением половой зрелости. Так, в природных условиях самки созревают в возрасте 7–9 лет, в тепловодных хозяйствах в 3–5 лет. Стерлядь хорошо освоена как объект прудовой, пастбищной и индустриальной аквакультуры (Жигин, 2006).

Товарное выращивание чистой линии стерляди в садках рыболовной станции ТИНРО-центра является неэффективным в связи с несоответствием температурного режима в летний (до 30,0 °С) и зимний периоды (1,8–3,0 °С) потребностям стерляди. Благоприятные для роста стерляди температуры в диапазоне 18–24 °С, определенные учеными ВНИИПРХ, наблюдаются не более 50–55 дней в году (Киселев, 1999). В связи с этим значительную часть вегетационного периода рыба дает незначительные приросты, активно потребляя корм, а зимой не питается и теряет до 15 % массы. В результате товарные трехлетние особи вырастают до 450–600 г при затратах корма 3,7–4,5 кг/кг прироста и рыбопродуктивности 37–55 кг/м<sup>2</sup>.

Калуга *Huso dauricus* (Georgi) — второй по размерам после белуги вид осетровых рыб нашей страны, вырастающий до 1000 кг. Является типичным хищником. Обитает в бассейне р. Амур, нагуливается в амурском лимане, нерестится в русле реки. Самки в природных условиях созревают очень поздно, в 17–19 лет (Свирский, Рачек, 2005). В условиях тепловодного хозяйства Приморского края первые самки созрели и дали полноценное потомство в 10 лет (Рачек, Свирский, 2006).

Калуга имеет самый высокий темп роста среди товарных осетровых рыб садкового хозяйства ТИНРО-центра, давая максимальные приросты в наиболее теплый период года. Кормовые затраты на ее выращивание не превышают 2,3–2,4 кг/кг, рыбопродуктивность достигает 75–85 кг/м<sup>2</sup> садка. Трехлетние особи вырастают до 3,0–4,5 кг, но не пользуются высоким спросом из-за невысокой жирности и крупную голову.

Генетическая отдаленность и географическая разобщенность стерляди и калуги предполагала высокий уровень гетерозиса полученного гибрида.

По аналогии с бестером, проводя межродовое скрещивание, мы надеялись на успешную гибридизацию, ожидали ускоренный темп роста гибрида, унаследованный от калуги, улучшенное качество мяса, унаследованное от стерляди (Бурцев, 1979).

### **Материалы и методы**

Для гибридизации использовались три самки стерляди массой от 2,90 и 3,95 кг в возрасте 13-годовиков, неоднократно принимающие участие в нерестовых кампаниях. Отцовская линия была представлена впервые созревшим самцом калуги массой 43 кг в возрасте 9-годовика. Для стимуляции созревания производителей применялся гормоностимулирующий препарат сурфагон. Икру от самок получали прижизненно методом подрезки яйцеводов (Подушка, 1999). Из икры каждой самки отбирали по 200 г. По общепринятой методике половину икры осеменяли смесью спермы двух самцов стерляди массой от 1,44 до 1,86 кг, а вторую половину спермой самца калуги. Отмывку икры от клейкости осуществляли суспензией белой глины в течение 1 ч. Инкубацию всех порций икры проводили в отдельных ящиках аппарата «Осетр». При выклеве личинок просчитывали и пересаживали в стеклопластиковые лотки, где производилось их выдерживание до начала активного питания и дальнейшее подращивание при одинаковой начальной плотности посадки. Кормление производилось живыми кормами и стартовым кормом для осетровых рыб рецепта СТ-07. В процессе выращивания применялись сортировки рыбы. При достижении молодью навески 15–20 г ее переводили в садки из безузловой дели площадью 10 м<sup>2</sup>. По мере роста рыбы плотность посадки уменьшали. Для кормления рыбы в садках использовали гранулированный корм собственного производства с содержанием протеина 42 % и диаметром гранул от 2,5 до 6,0 мм.

Контрольные взвешивания рыбы и перерасчет норм кормления в вегетационный период выполняли для личинок и молоди один раз в 4 дня, для сеголеток ежедекадно, а для двух- и трехлеток ежемесячно. Осенью каждого года производили бонитировку осетровых, измеряя массу, длины АВ, АС, АД и обхват у 30 экз. случайно выбранных особей из каждого садка. На основании полученных данных рассчитывали коэффициент упитанности (Ку), коэффициент массонакопления (КМ), индекс обхвата (Резников и др., 1979). В конце каждого сезона определяли кормовые затраты на прирост рыбы и рыбопродуктивность садков. Для проведения гибридологического анализа проводили морфометрические измерения 45 различных пластических и меристических признаков сеголеток и двухлеток стерляди и гибрида (Крылова, Соколов, 1981). Все полученные данные обрабатывали статистически на ПК.

### **Результаты и их обсуждение**

#### *Инкубация икры, выдерживание личинок и подращивание молоди*

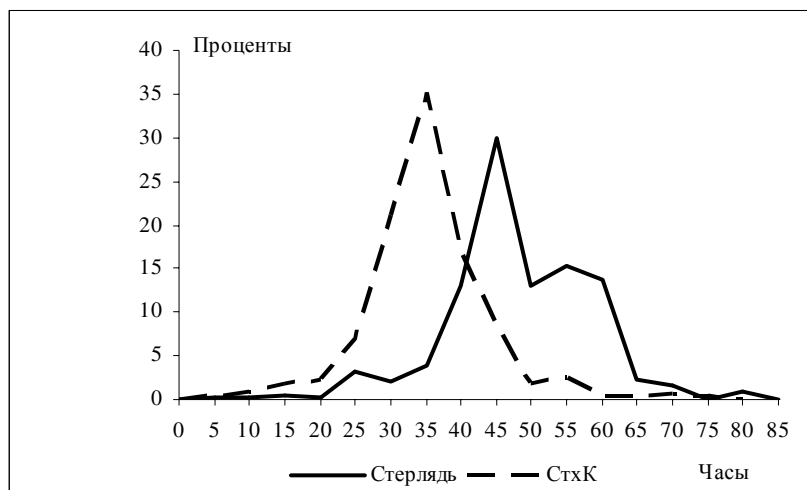
Икру гибрида и стерляди инкубировали в аппарате «Осетр» с 20 апреля 2005 г. при температуре 15,2–17,5 °С. Различия между чистой линией стерляди и ее гибридом с калугой отмечены уже на этом этапе. В процессе инкубации эмбрионы стерляди были более продвинутыми по стадиям развития, чем эмбрионы гибридной формы. Вылупление постэмбрионов стерляди началось на 4 сутки инкубации и продолжалось 67–85 ч. Первые постэмбрионы гибридов появились на 11–13 ч позже стерляди. Однако продолжительность вылупления гибридов была короче, чем у стерляди и составила от 56 до 72 ч. Массовое вылупление постэмбрионов гибридов началось на 10 ч раньше стерляди и было более дружным (рис. 1).

Инкубация икры длилась от 101 до 107 ч у стерляди и от 111 до 116 ч у гибридной формы.

Средний выход постэмбрионов стерляди от икры составил 68,9 %. Элиминация гибридов в процессе эмбрионального развития была значительно больше, их вылупилось 50,5 %.

В процессе выдерживания личинки стерляди опережали личинок гибридов по этапам развития. Все личинки стерляди перешли на активное питание на 5-е сут выдерживания в бассейнах, в то время как питающихся личинок гибридов в этот день было зарегистрировано

около 20 %. Полностью на активное питание гибриды перешли лишь на 7-е сут выдерживания в бассейнах.



Динамика и продолжительность вылупления постэмбрионов стерляди и гибрида стерляди с калугой

Начальная масса личинок стерляди и гибридов, перешедших на активное питание, была одинаковой (табл. 1).

Таблица 1

Результаты выращивания товарных трехлеток стерляди и гибрида стерляди с калугой генерации 2005 г. с момента перевода личинок на активное питание

Видовая принадлежность	Масса в начале опыта, г	Масса в конце опыта, г	КМ	Выживаемость, %	Затраты корма на прирост, кг/кг	Рыбопродуктивность садков, кг/м <sup>2</sup>	Ку
Личинки и молодь							
Стерлядь	0,020	20,2	0,083	68,1	2,5	—	—
Гибрид Ст х Калуга	0,020	19,7	0,085	39,4	2,9	—	—
Сеголетки							
Стерлядь	20,2	108	0,077	90,8	3,3	8,9	0,64
Гибрид Ст х Калуга	19,7	131	0,090	83,6	2,0	7,8	0,62
Двухлетки							
Стерлядь	108	382	0,021	96,2	3,7	23,6	0,82
Гибрид Ст х Калуга	131	1071	0,042	74,1	3,0	45,6	0,79
Трехлетки							
Стерлядь	382	599	0,010	94,7	4,6	34,4	0,82
Гибрид Ст х Калуга	1071	2523	0,028	92,8	2,7	65,2	0,87

Через 4 сут после начала активного питания личинки стерляди превосходили личинок гибрида по массе почти в два раза, что связано с более поздним переходом личинок гибридов к потреблению корма. В дальнейшем разница постепенно сокращалась, и к моменту перевода рыбы в садки средняя масса стерляди и гибрида практически сравнялась.

На этапе бассейнового выращивания в течение первых 35 сут опыта наблюдалась значительная элиминация личинок гибрида, связанная, по нашему мнению, с возрастанием частоты митотических aberrаций при межродовом скрещивании, что отмечалось при гибридизации белуги со стерлядью (Бурцев, 1983).

Кормовые затраты на прирост личинок и молоди гибридной формы при подращивании в бассейнах оказались на 16 % выше стерляди.

#### *Выращивание стерляди и гибридов в садках*

При выращивании в садках потенции роста гибрида проявились в полной мере. По темпу роста сеголетки, двухлетки и товарные трехлетки гибридов намного превосходили стерлядь (табл. 1). Гибриды утилизировали корм гораздо эффективнее стерляди, кормовые затраты на их прирост в возрасте сеголеток, двух- и трехлеток были ниже стерляди соответственно на 40 %, 19 и 41 %. Начиная со второго года культивирования, рыбопродуктивность

садков с гибридами почти в два раза превышала таковую у стерляди. В трехлетнем возрасте гибриды превзошли стерлядь и по упитанности тела.

Выживаемость гибридов различного возраста в садках оказалась гораздо выше, чем при подращивании в бассейнах на ранних стадиях развития. Однако она всегда была ниже, чем у чистой линии стерляди, отличающейся повышенной выживаемостью в осетровых хозяйствах всех типов из-за раннего становления иммунной системы.

Вариабельность массы, длины и обхвата тела гибридов в возрасте сеголетки была значительно выше, чем у стерляди (табл. 2).

Однако к возрасту товарного трехлетка вариабельность всех этих показателей оказалась ниже, чем у стерляди, что связано с элиминацией мелкой рыбы и компенсаторным ростом некоторых гибридных особей.

В соответствии с нормативными документами, трехлетки бестера при выращивании в садках на теп-

лых водах должны набрать массу 1,5 кг при затратах корма 3–4 кг/кг прироста и рыбопродуктивности садков 60–80 кг/м<sup>2</sup> (Крылова, 2003). Выращенные нами трехлетки гибридов стерляди с калугой имеют массу тела на 1 кг больше нормативных значений при меньших затратах корма и сходной рыбопродуктивности.

У гибрида преобладает окраска калуги. Рот калужьего типа. Кожистые складки жаберных крышек не приращены к межжаберной перегородке и образуют своеобразный карман над нею, что является одним из самых главных признаков калуги.

Гибридологический анализ показал, что по преобладающему большинству морфологических и меристических признаков гибрид унаследовал форму тела и головы стерляди, т.е. наблюдалась матроклиния. Мясо гибридов имеет значительно более высокую жирность, чем калужье и по вкусовым качествам ближе к стерляжьему.

### Выводы

Проведенный эксперимент показал, что геномы стерляди и калуги совместимы и в результате скрещивания двух столь разных по образу жизни и размерам видов получается жизнестойкое потомство. Повышенная элиминация гибридов наблюдается в основном на эмбриональном и личиночных этапах развития. С возраста сеголетки выживаемость значительно возрастает. Гибриды унаследовали высокий темп роста калуги и достигают массы свыше 2,5 кг в трехлетнем возрасте, опережая по этому показателю бестера. Гибриды используют корм на прирост значительно лучше стерляди, рыбопродуктивность садков с трехлетками гибридов превышает 65 кг/м<sup>2</sup>.

Гибриды стерляди с калугой унаследовали окраску тела и размеры рта калуги, форму тела и головы стерляди. По вкусовым качествам гибриды ближе к стерляди.

Промышленный межродовой гибрид «Стерлядь х Калуга» F1, обладающий комплексом хозяйственно-ценных признаков, может быть рекомендован для товарного культивирования в осетровых хозяйствах и дальнейшей селекции.

### ЛИТЕРАТУРА

Богерук А.К., Евтихеева Н.Ю., Илясов Ю.И. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ. — М.: Наука, 2001. — 206 с.

Таблица 2

Результаты осенних бонитировок стерляди и гибридов различного возраста

Возраст рыбы	Показатели					
	Масса, г		Длина АС, см		Обхват, см	
	М ± m	CV, %	М ± m	CV, %	М ± m	CV, %
Стерлядь						
0+	108 ± 4	33,0	25,60 ± 0,30	12,1	10,70 ± 0,10	12,7
1+	382 ± 9	25,9	38,20 ± 0,29	8,2	15,90 ± 0,14	9,4
2+	599 ± 16	29,0	44,50 ± 0,33	8,2	17,30 ± 0,18	11,7
Гибрид Стерлядь х Калуга						
0+	131 ± 8	48,5	27,70 ± 0,50	15,4	11,20 ± 0,30	17,3
1+	1071 ± 36	25,8	53,70 ± 0,55	7,9	23,00 ± 0,30	10,0
2+	2523 ± 60	22,5	70,2 ± 0,51	6,9	29,2 ± 0,27	8,7

Бурцев И.А. Гибридизация и селекция осетровых рыб при полноцикловом разведении и одомашнивании // Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. — Л.: Наука, 1983. — С. 102–113.

Бурцев И.А. Опыт содержания в эксплуатации прудовых маточных стад бестера // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР: Тез. и реф. 2-го Всесоюз. совещ. — Астрахань, 1979. — С. 30–31.

Жигин А.В. Выращивание осетровых в замкнутых системах: ОИ ВНИЭРХ. Сер. Прибрежное рыболовство и аквакультура. — М., 2006. — Вып. 2. — 52 с.

Киселев Ю.А. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М., 1999. — 62 с.

Крылова В.Д. Биотехника товарного выращивания бестера и ленского осетра в трехлетнем цикле: Аналитическая и реферативная информация ВНИЭРХ. Сер. Воспроизводство и пастбищное выращивание гидробионтов. — М., 2003. — Вып. 2. — 42 с.

Крылова В.Д., Соколов Л.И. Морфологические исследования осетровых рыб и их гибридов: методические рекомендации. — М.: ВНИРО, 1981. — 49 с.

Николюкин Н.И. Отдаленная гибридизация рыб. — М.: Пищ. пром-сть, 1972. — 235 с.

Подушка С.Б. Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей // Науч.-техн. бюл. лаб. ихтиол. ИНЭНКО. — 1999. — Вып. 2. — 66 с.

Рачек Е.И., Свирский В.Г. Доместикация калуги расширяет ассортимент продукции товарного осетроводства // Рыб. хоз-во. — 2006. — № 5. — С. 7–9.

Резников В.Ф., Баранов С.А., Стариков Е.А., Толчинский Г.И. Стандартная модель массонакопления рыбы // Тр. ВНИИПРХ. — 1979. — Вып. 2. — С. 182–190.

Свирский В.Г., Рачек Е.И. Биологические потенции роста и созревания амурского осетра *Acipenser schrenckii Brandt* и калуги *Huso dauricus (Georgi)* в управляемых системах // Чтения памяти В.Я. Леванидова. — Владивосток: Дальнаука, 2005. — Вып. 3. — С. 535–551.

Ludwig A., Belfiore N.V., Pitra Ch. et al. Genome Duplication Events and Functional Reduction of Ploidy Levels in Sturgeon (*Acipenser*, *Huso* end *Scaphirhynchus*) // Genetics. — 2000. — Vol. 158. — P. 1203–1215.