

УДК 597.423:591.158:639.3

ТОВАРНОЕ ВЫРАЩИВАНИЕ МЕЖРОДОВЫХ ГИБРИДОВ СТЕРЛЯДИ С КАЛУГОЙ В ТЕПЛОВОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Е.И. Рачек, В.И. Скирин, В.Г.

Свирский, Д.Ю. Амвросов

Тихоокеанский научно-
исследовательский рыбохозяйственный
центр

(ФГУП «ТИНРО-Центр»), г.

Владивосток, 690091, Россия,

rachek@tinro.ru

Основными объектами товарного культивирования на Лучегорской научно-исследовательской станции (НИС) ФГУП «ТИНРО-Центр», базирующейся на теплых водах Приморской ГРЭС в Приморском крае, являются аборигенные виды осетровых рыб амурского комплекса – амурский осетр и калуга (Рачек и др., 2004; Рачек, Свирский, 2006; Рачек, Свирский, 2007 а). В условиях хозяйства проведены успешные экспериментальные работы по получению и товарному выращиванию реципрокных гибридных форм амурского осетра с сибирским осетром и стерлядью, созданы и выращены до товарных размеров тройные гибридные формы (Рачек, Свирский, 2007 б; Рачек, Свирский, 2008).

Однако наибольшие надежды мы возлагали на гибридные формы калуги со стерлядью – дальневосточные аналоги бестера. Как известно, товарное осетроводство в России началось с промышленного освоения бестера, являющегося межродовым гибридом белуги со стерлядью (Николюкин, 1972; Бурцев, 1983). Дальнейшие работы, связанные с селекцией бестера и его возвратных гибридов на белугу и стерлядь позволили создать три породы – «Бурцевская», «Внировская» и «Аксайская», зарегистрированные как

селекционные достижения (Богерук и др., 2001).

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

Впервые гибридную форму «стерлядь × калуга» удалось получить в 2005 г. при созревании первых самцов калуги собственного продукционного стада, выращенных из потомства производителей природных популяций р. Амур. С 2006 г., когда созрели первые самки калуги, на Лучегорской НИС начали ежегодно проводить опыты по получению и выращиванию гибридных форм «стерлядь × калуга» и «калуга × стерлядь» (Свирский и др., 2006; Свирский и др. 2007; Рачек, Скирин, 2008; Рачек и др., 2008).

В настоящей работе описаны результаты культивирования реципрокных гибридных форм калуги со стерлядью в бассейнах и садках индустриального тепловодного хозяйства с момента получения икры до товарных размеров.

Материал и методика

Зрелых производителей калуги в связи с их крупными размерами в бассейны не переносили, а содержали перед нерестом по 2-3 шт. в садках площадью 10 м², установленных на понтонной линии в водоподводящем канале Приморской ГРЭС вблизи от инкубационно-выростного комплекса (ИВК). Инъецировали производителей при наступлении нерестовых температур непосредственно в садках в щадящем режиме, не вынимая из воды. Икру и сперму получали на понтонной линии. Половые продукты от стерляди получали в



ИВК, оснащенным всем необходимым оборудованием для выдерживания производителей перед нерестом, получения и инкубации икры, подращивания молоди в бассейнах в режиме УЗВ или на прямоточном водоснабжении.

Для гибридизации в сезоны 2005-2009 гг. использовали 12 самок и 14 самцов стерляди массой от 1,8 до 5,25 кг в возрасте от 9-ти до 17-годовиков, неоднократно принимавших участие в нерестовых кампаниях. Калуга была представлена шестью впервые созревшими самками, двумя повторно созревшими самками и шестью самцами массой от 39,2 до 64,8 кг в возрасте от 9 до 13 лет. Для стимуляции созревания производителей использовали одноразовую и двухступенчатую инъекцию гормоностимулирующего препарата «сурфагон».

Икру от самок стерляди и калуги получали прижизненно методом подрезки яйцеводов (Подушка, 1999). Икру осеменяли по общепринятой в осетроводстве методике, для обесклеивания икры использовали суспензию белой глины. Инкубацию икры проводили в аппарате «Осётр». Выдерживание личинок до перехода на активное питание и дальнейшее подращивание осуществляли в лотках японского производства размером $3,6 \times 0,7 \times 0,65$ м. Кормление производили живыми кормами и отечественным стартовым кормом для осетровых рыб модифицированного рецепта СТ-07М, проводя регулярные сортировки рыбы. Начиная с 10-15 г, молодь постепенно переводили на продукционный гранулированный корм 12-80М производства ТИПРО-Центра с содержанием протеина 42-44 %.

Через два-три месяца подращивания в бассейнах молодь переводили в типовые садки из капроновой дели площадью 10 м^2 каждый, где выращивали до товарных размеров. По мере роста рыбы плотность

посадки уменьшали, применяя сортировки рыбы на три размерные группы.

Среднегодовая сумма тепла в садках за 5 лет исследований составила 4355 градусодней, средняя сумма тепла за вегетационный период с температурами свыше $12 \text{ }^\circ\text{C}$ – 3519 градусодней. Вегетационный период длился с первой декады мая до середины октября. С ноября по февраль температура воды в садках держалась на уровне $1,7\text{-}3,8 \text{ }^\circ\text{C}$, максимальная температура в конце июля и начале августа достигала $29,5\text{-}31,6 \text{ }^\circ\text{C}$.

Осенью каждого года производили бонитировку гибридов, измеряя массу, длину и обхват у 30 экз., случайно отловленных особей из каждого садка. В конце каждого сезона определяли общие кормовые затраты на прирост рыбы за год и рыбопродуктивность садков. Для проведения гибридологического анализа у двухлетних особей проводили морфометрические измерения 45 различных пластических и меристических признаков (Крылова, Соколов, 1981). Все полученные данные проходили статистическую обработку.

Результаты исследований

Инкубация икры, подращивание молоди в бассейнах. Инкубация икры гибридов при температурах $15,2\text{-}19,0 \text{ }^\circ\text{C}$ продолжалась от 98 до 159 часов. За четыре нерестовых кампании 2005-2008 гг. средний выход постэмбрионов гибридов Ст \times К составил 77,9 % (50,5-94,6 %) . Выход постэмбрионов гибридов К \times Ст был несколько ниже – 74,9% (70,9-76,2 %). В 2009 г., когда для гибридизации, кроме стерляди обычной расцветки, использовались самцы и самки стерляди-альбиноса (СтА), выход постэмбрионов был следующим: Ст \times К – 66,7%, СтА \times К – 17,4 %, К \times СтА – 51,3 %. Низкий выход в варианте СтА \times К связан с невысоким рыбоводным качеством икры самки-альбиноса.

Осетровое хозяйство

Личинки гибрида Ст × К при температурах 19-21°C полностью переходили на активное питание через 8-9 суток выдерживания в бассейнах, личинки гибрида К × Ст несколько позже – через 9-10 суток.

Гибридные формы стерляди с калугой унаследовали хищнические инстинкты калуги, поэтому у их личинок и молоди отмечен высокий уровень каннибализма. В первый год культивирования выживаемость гибридов от личинки до сеголетка в результате каннибализма не превышала 30 %. В дальнейшем удалось добиться увеличения выживаемости молоди в бассейнах до 60-76 % за счет использования для ее кормления на личиночных и мальковых этапах крупных форм живого корма – трубочника, икры пестрых толстолобиков, отловленных в водоеме-охладителе, а также своевременного отбора лидирующих по размерам особей.

Гибридные особи на личиночных этапах значительно лучше калуги потребляли декапсулированную артемию и сухие искусственные корма. Начиная с размера 200-300 мг, они бурно реагировали на вносимых в бассейны отбракованных кормовых личинок и молодь карповых рыб, которых выедали в

течение нескольких десятков секунд. Гибриды крупнее 5-7 г наряду с сухими гранулами охотно потребляли влажные гранулы на основе отсева стартового корма и фарша из малоценной рыбы.

Общие затраты всех типов живых и искусственных кормов при выращивании молоди в бассейнах варьировали от 1,3 до 2,3 кг/кг прироста и всегда были меньше у гибридов К × Ст.

В бассейнах молодь выращивали до массы 18-35 г в течение двух-трех месяцев в зависимости от наличия свободных площадей садков.

Выращивание сеголеток и товарных особей в садках. В среднем за период опытов масса сеголеток составляла 150-170 г (табл. 1). В вариантах опытов с получением икры гибридов в конце апреля и начале мая с использованием качественного комбикорма сеголетки имели массу более 200 г. В одном из вариантов опыта при позднем получении гибридов во второй декаде мая и замене более половины рыбной муки в рецепте корма 12-80М некачественным кормовым белковым концентратом, сеголетки гибридов К × Ст оказались менее 100 г, а сеголетки гибрида Ст × К выросли до 128 г.

Таблица 1

Обобщенные результаты выращивания гибридных форм стерляди с калугой от сеголеток до товарных размеров (2005-2009 гг.)

Гибридные формы	Масса рыбы разного возраста, г				
	0+	1+	2+	3+	4+
Ст × К	171 (128-214)	1076 (755-1456)	2680 (2523-2978)	5500 (5427-5572)	8593
К × Ст	150 (86-224)	1025 (967-1083)	2776 (2727-2824)	5460 (5459-5470)	-

Низкая масса сеголеток в этом опыте сказалась в следующем году на массе двухлеток, которые выросли меньше 1000 г. Во все остальные годы масса двухлеток превышала 1000 г. В возрасте трёхлеток средняя масса гибридов К × Ст несколько превысила таковую у гибридов

Ст × К. В возрасте четырёхлеток средняя масса гибридов оказалась практически одинаковой, причём в опытах разных лет средние навески гибридных особей были весьма близки.

Приросты гибридов в трёхлетнем возрасте варьировали от 1600 до 1750 г, в



четырёхлетнем возрасте составляли 2680-2820 г. Прирост пятилеток гибридов Ст × К превысил 3000 г.

Выживаемость. Выживаемость сеголеток в садках после перевода из

бассейнов варьировала от 73 до 97 % и составила около 90 % для обеих гибридных форм (табл. 2).

Таблица 2

Выживаемость гибридных форм стерляди с калугой от сеголеток до товарных размеров (2005-2009 гг.)

Гибридные формы	Выживаемость рыбы разного возраста, %				
	0+	1+	2+	3+	4+
Ст × К	87,7	79,6	90,1	98,2	100,0
К × Ст	87,5	79,1	89,3	98,3	-

Наибольшие отходы отмечены при зимовке сеголеток и в начале сезона выращивания двухлеток, когда погибала основная часть мелких нежизнеспособных особей.

При дальнейшем выращивании выживаемость гибридных особей постоянно возрастала, имея весьма близкие значения для обеих гибридных форм. У крупных пятилеток гибрида Ст × К, отобранных в ремонтную группу, отмечена 100 %-ная выживаемость.

Затраты корма на прирост. Затраты корма на прирост после перевода молоди из бассейнов в садки всегда возрастали, т. к. часть корма разбрасывалась рыбой, проваливалась через днище или вымывалась из садков. Средние затраты корма на прирост сеголеток Ст × К за период опытов составили 2,78 кг/кг, затраты корма на прирост гибридов К × Ст оказались выше – 3,0 кг/кг.

При выращивании двухлеток эти значения составили 2,4 и 2,35 кг/кг, при выращивании трехлеток 2,5 и 2,65 кг/кг, при выращивании четырехлеток 2,92 и 2,4 кг/кг прироста соответственно.

Рыбопродуктивность садков с товарной рыбой. Рыбопродуктивность

садков с товарными трехлетками гибридов Ст × К варьировала в разные годы от 65,2 до 80,4 кг/м², составив в среднем 70,6 кг/м². У товарных трехлеток гибридов К × Ст эти значения изменялись в пределах 60,1-103,2 кг/м², составив в среднем 81,7 кг/м² садка.

Рыбопродуктивность четырехлетних особей гибридов Ст × К с учетом реализации в течение сезона составила в среднем 94,7 кг/м² при небольших колебаниях от 90,6 до 98,7 кг/м² садка. Рыбопродуктивность четырехлеток гибридов К × Ст генерации 2006 г. в 2009 г. составила с учетом реализации 100,6 кг/м² садка.

В общей сложности в садках выращено более 20 тонн товарных гибридов трехлетнего и четырехлетнего возраста.

Морфологические особенности реципрокных гибридных форм стерляди с калугой. Оба реципрокных гибрида имеют калужий тип рта. Форма рта полулунная. Сросшиеся складки жаберных крышек образуют в той или иной мере складку над межжаберной перегородкой, что является одним из самых главных признаков калуги (рис. 1, 2).

Осетровое хозяйство



Рис. 1. Гибрид «Стерлядь × Калуга», возраст 3+, масса 5,0 кг



Рис. 2. Гибрид «Калуга × Стерлядь», возраст 2+, масса 3,5 кг

По числу боковых жучек гибриды уклоняются в сторону отца. По пластическим признакам головы гибрид Ст × К уклоняется в сторону матери, а К × Ст уклоняется в сторону отца, то есть гибриды наследуют признаки стерляди (Свицкий и др., 2007).

Технохимические показатели гибридной формы «стерлядь × калуга». К настоящему времени мы располагаем результатами биохимического анализа состава мышечной ткани гибридной формы Ст × К четырёхлетнего возраста массой около 4 кг. Анализ подтвердил высокую пищевую ценность мяса гибрида (табл. 3).

Таблица 3

Химический состав мышечной ткани амурских осетровых рыб и гибрида стерляди с калугой, выращенных в садках (в % от сырой массы)

Виды и гибриды	Содержание, %				Энергетическая ценность, ккал
	Влага	Белок	Липиды	Минеральные вещества	
Осетр амурский*	75,8	19,7	3,2	1,3	107,6
Калуга*	77,2	18,4	2,7	1,3	97,9
Стерлядь × Калуга**	75,0	18,5	5,2	1,3	120,8

Примечания: *(Рачек и др., 2004); **данные любезно предоставлены д.б.н. Л.В Шульгиной (ФГУП «ТИНРО-Центр»).

По сравнению с амурским осетром мясо гибрида имеет меньшую влажность, несколько меньшее содержание белка, большее содержание липидов. По сравнению с калугой мясо товарного гибрида Ст × К имеет меньшую влажность, практически одинаковое количество белка, значительно большее содержание липидов. Его энергетическая ценность на 23 % выше, чем мяса калуги. По вкусовым качествам мясо ближе к стерляжьему.

В липидах зарегистрировано большое количество полиненасыщенных

жирных кислот типа «Омега -3» и «Омега-6», обладающих антиоксидантными свойствами. Таким образом, мясо гибридов, кроме пищевой, имеет и лечебную ценность.

Сравнение размерно-массового состава частей тела и отдельных органов амурских осетровых рыб и гибрида стерляди с калугой показало, что гибриды имеют несколько меньшую голову по сравнению с калугой и практически одинаковый выход тушки (табл. 4).



Таблица 4

Соотношение частей тела у амурских осетровых рыб и гибрида стерляди с калугой (в % от массы целой рыбы)

Виды и гибриды	Относительная масса частей тела и отходов при разделке, %					
	Тушка	Голова	Плавники и жучки	Молоки	Внутренности	Хрящи
Осетр амурский**	60,9	15,0	9,6	1,3	7,2	8,0
Калуга*	58,9	19,2	7,6	14,8		
Стерлядь × калуга**	58,6	16,2	7,4	2,5	6,5	8,8

Примечания: *(Рачек и др., 2004); **данные любезно предоставлены д.б.н. Л.В. Шульгиной (ФГУП «ТИНРО-Центр»).

Мясо гибридов с успехом может использоваться для изготовления эксклюзивной консервной продукции и для копчения.

Соотношение полов у гибридных особей. Осенью 2009 г. при вскрытии гибридов во время подготовки к технологической переработке был проведен анализ пола у случайно отобранных особей каждой гибридной формы. Для контроля были изготовлены гистологические препараты.

Из 63 особей гибрида Ст × К в возрасте 3+ средней массой 3,3 кг 25 просмотренных рыб оказались самками, а 38 самцами. Соотношение полов 1:1,5.

Среди 23 особей гибрида К × Ст в возрасте 3+ средней массой 4,95 кг 11 особей оказались самками, а 12 особей самцами. Соотношение полов 1:1,1.

Дифференцировка пола у обеих гибридных форм очевидна и видна невооруженным глазом. У большинства самок зарегистрирована II стадия зрелости яичников, некоторые яичники находятся на переходной стадии II-III с размером ооцитов 200-230 мкм.

Семенники в большинстве случаев находятся на II стадии зрелости, имеются самцы с семенниками на II-III и III стадиях зрелости.

Как у самок, так и у самцов генеративная часть половых желёз маскируется жировой тканью. В отдельных случаях генеративную ткань

можно обнаружить только на поперечном срезе гонады, поскольку некоторые железы со всех сторон окружены жировой тканью. На гистологических препаратах половых желёз самцов у отдельных особей отмечается тотальная резорбция сперматогенных гнёзд и замещение их жировой тканью. У других особей наблюдается спермиогенез. В семенных канальцах видны группы сперматозоидов. Соотношение площади жировой и генеративной ткани на поперечном срезе половой железы в этом случае составляет 1:3, т.е. в семеннике доминирует генеративная ткань.

Обсуждение результатов

Стерлядь *Acipenser ruthenus* (Linnaeus) является одной из наиболее ценных в пищевом отношении пресноводных рыб нашей страны. Стерлядь отличается от других осетровых более ранним наступлением половой зрелости, в тепловодных хозяйствах она созревает в 3-5 лет. Стерлядь хорошо освоена как объект прудовой, пастбищной и индустриальной аквакультуры (Жигин, 2006).

Товарное выращивание чистой линии стерляди в садках рыбоводной станции ТИНРО-Центра оказывается неэффективным в связи с несоответствием температурного режима в летний (до 30°C) и зимний периоды (1,8-3,0°C)

Осетровое хозяйство

потребностям этого вида. Благоприятные для роста стерляди температуры в диапазоне 18-24°C, определенные учёными ВНИИПРХ, наблюдаются не более 50-55 дней в году (Киселёв, 1999). В связи с этим значительную часть вегетационного периода рыба даёт незначительные приросты, активно потребляя корм, а зимой не питается и теряет до 15 % массы. В результате товарные трёхлетние особи вырастают до 450-600 г при затратах корма 3,7-4,5 кг/кг прироста и рыбопродуктивности 37- 55 кг/м².

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 Лучегорской НИС, 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/м² садка. Трёхлетние особи вырастают до 3,0-4,5 кг, но не пользуются высоким спросом из-за крупной головы, низкой жирности и обводнённого мяса.

За несколько лет до проведения экспериментальной гибридизации А. Людвигом с соавторами (Ludwig et al., 2000) была выполнена сводная генетическая работа с использованием наших материалов по стерляди и калуге по уточнению количества хромосом и филогенетическим связям представителей семейства Acipenseridae, которая позволила определить количество хромосом у стерляди как 118 ± 2 , у калуги как 120. В дендрограмме топологии целого цитохрома-b калуга была отнесена к

тихоокеанской ветви осетровых, а стерлядь – к атлантической ветви.

Нами предполагалось получение в перспективе плодовых гибридов и проведение селекционной работы по формированию на их основе породных групп для культивирования в осетровых хозяйствах товарного профиля Дальневосточного региона.

Проведенные эксперименты показали, что геномы стерляди и калуги совместимы и в результате скрещивания двух столь разных по образу жизни и размерам видов получается жизнестойкое потомство. Выживаемость гибридных форм значительно возрастает при использовании на личиночных и мальковых этапах крупных форм живых кормов (трубочник, икра и личинки карповых рыб).

Гибридные формы калуги со стерлядью имеют более высокий физиологический статус, чем чистая линия калуги. Это проявляется в ускоренном темпе роста, большей жизнестойкости в период высоких температур и в большей устойчивости к развитию алиментарных патологий.

При выращивании в садках потенции роста гибридов проявились в полной мере. По темпу роста сеголетки, двухлетки и товарные трёхлетки значительно опережают стерлядь, а по конечной массе в возрасте товарного трёхлетка гибриды занимают промежуточное положение между стерлядью и калугой, превосходя нормативные показатели для трёхлеток бестера в садках тепловодного хозяйства на 1,0-1,3 кг. Так, в соответствии с нормативными документами, трёхлетки бестера при выращивании в садках на тёплых водах должны набрать массу 1,5 кг при затратах корма 3-4 кг/кг прироста и рыбопродуктивности садков 60-80 кг/м² (Крылова, 2003).

Годовые приросты четырёхлеток гибридов превышают 2,5 кг, у пятилеток составляют 3 кг. Гибриды используют корм на прирост значительно эффективнее



стерляди и приближаются по степени утилизации корма к калуге.

Рыбопродуктивность садков с товарными трёхлетками и четырёхлетками гибридов достигает 80, а иногда и 100 кг/м², что находится на уровне лучших осетровых хозяйств и превосходит нормативы.

Мясо гибридов имеет значительно большую пищевую ценность и лучшие вкусовые качества по сравнению с калугой, содержит меньше влаги, больше белка и жира. Оно пригодно для изготовления любой деликатесной продукции.

Гибриды стерляди с калугой хорошо проявили себя в двух пресноводных хозяйствах Приморья. В одном из них они выращиваются в садках, установленных в водохранилище, с использованием отечественных и импортных кормов и в трёхлетнем возрасте имеют массу свыше 2 кг. В другом замкнутом водохранилище гибриды используются в качестве хищника-мелиоратора, уничтожая многочисленных малоценных мелких рыб. Здесь трёхлетние и четырёхлетние особи выросли до 2,5-4,0 кг.

Приступая к работам по гибридизации, мы рассчитывали на получение плодовитых гибридных форм по аналогии с гибридами «белуга × стерлядь» и «стерлядь × белуга». Поэтому с возраста гибрида 3+ мы начали формировать ремонтные стада гибридов.

Однако в 2008 г. вышла работа с пересмотром хромосомного набора калуги и выводами о том, что калуга является

многохромосомным видом и, следовательно, гибридные формы К × Ст и Ст × К будут стерильными (Васильев и др., 2008).

Тем не менее результаты обследования полученных нами гибридных форм в возрасте 3+ и 4+ показали вероятность их фертильности. При вскрытии рыб были хорошо заметны половые различия между самками и самцами. Яичники гибридов находились на II, II-III, семенники на II, II-III и III стадиях зрелости. На тотальных препаратах яичников хорошо видны икринки, на гистологических препаратах семенников – сперматозоиды. Тем не менее, окончательное заключение о фертильности гибридов можно будет сделать лишь через два года.

Выводы

По комплексу рыбоводных, продукционных, технoхимических, физиологических и хозяйственно-ценных показателей гибриды «стерлядь × калуга» и «калуга × стерлядь» являются весьма перспективными объектами для товарного осетроводства в хозяйствах различного типа. Они также могут быть использованы для вселения в пруды и замкнутые пресноводные водоемы в целях товарного выращивания, спортивного рыболовства и в качестве хищников-мелиораторов.

Вопрос о стерильности гибридных форм пока остается открытым. По крайней мере, часть самцов гибридных форм могут созреть в 2010 г.

Литература

- Богерук А.К., Евтихеева Н.Ю., Илясов Ю.И. 2001. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ. – М.: Наука. – 206 с.
- Бурцев И.А. 1979. Опыт содержания в эксплуатации прудовых маточных стад бестера. – // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР: Тез. и реф. II Всесоюз. Совещ. – Астрахань: Волга. – С. 30-31.
- Бурцев И.А. 1983. Гибридизация и селекция осетровых рыб при полноцикловом разведении и одомашнивании // Биологические основы рыбоводства: проблемы генетики и селекции. – Л.: Наука. – С. 102-113.
- Васильев В.П., Васильева Е.Д., Шедько С.В., Новомодный Г.В. 2008. Кариотипы калуги, *Huso dauricus*, и сахалинского осетра, *Acipenser mikadoi* (Acipenseridae, Pisces) // Материалы отчетной конференции «Биоразнообразию и динамика генофондов». – М. – С.19-21.
- Жигин А.В. 2006. Выращивание осетровых в замкнутых системах // Рыбное хозяйство. Сер. Прибрежное рыболовство и аквакультура: Обзорная информация / ВНИЭРХ. – Вып. 2. – М. – 52 с.
- Киселев Ю.А. 1999. Биологические основы и технологические принципы разведения и выращивания объектов аквакультуры в установках с замкнутым циклом водообеспечения // Автореф. дис. ... докт. биол. наук. – М. – 62 с.
- Крылова В.Д., Соколов Л.И. 1981. Морфологические исследования осетровых рыб и их гибридов: методические рекомендации. – М.: ВНИРО. – 49 с.
- Крылова В.Д. 2003. Биотехника товарного выращивания бестера и ленского осетра в трёхлетнем цикле // Рыбное хозяйство. Сер. Воспроизводство и пастбищное выращивание гидробионтов: Аналитическая и реферативная информация / ВНИЭРХ. – Вып. 2. – М. – 42 с.
- Николюкин Н.И. 1972. Отдалённая гибридизация рыб. – М.: Пищевая промышленность. – 235 с.
- Подушка С.Б. 1999. Получение икры у осетровых с сохранением жизни производителей // Научно-технический бюллетень лаб. ихтиологии ИНЭНКО. – Вып. 2. – С. 4-19.
- Рачек Е.И., Курихина Л.С., Юрьева М.И., Андреев Н.Г. 2004. Технохимическая характеристика амурского осетра и калуги при искусственном выращивании // Рыбное хозяйство. – № 6. – С. 56-57.
- Рачек Е.И., Свирский В.Г. 2006. Доместикация калуги расширяет ассортимент продукции товарного осетроводства // Рыбное хозяйство. – № 5. – С. 7-9.
- Рачек Е.И., Свирский В.Г. 2007 а. Культивирование амурского осетра в садках тепловодного промышленного хозяйства Дальневосточного региона. // Рыбное хозяйство. – № 5. – С. 86-89.
- Рачек Е.И., Свирский В.Г. 2007 б. Рыбоводно-биологическая характеристика гибридных форм между амурским и сибирским осетрами из садкового тепловодного хозяйства Приморского края // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. Материалы и доклады международного симпозиума, 16-18 апреля 2007 г., г. Астрахань. – Астрахань: Изд-во АГТУ. – С. 356-359.
- Рачек Е.И., Скирин В.И. 2008. Межродовой гибрид стерляди и калуги как перспективный объект товарного рыбоводства // Современное состояние водных биоресурсов. Научн. конф. посв. 70-летию С.М. Коновалова (25-27 марта 2008 г.). – Владивосток: ФГУП «ТИНРО-Центр». – С. 778-782.
- Рачек Е.И., Скирин В.И., Свирский В.Г. 2009. Первые результаты товарного культивирования реципрокных гибридных форм между стерлядью и калугой в садках полносистемного тепловодного хозяйства Приморья // Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке. Материалы



Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 100-летию Енисейской ихтиологической лаборатории (ФГНУ «НИИЭРВ») (Красноярск, 8-12 декабря 2008 г.). – Красноярск. – С. 125-131.

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

Свирский В.Г., Скирин В.И., Рачек Е.И., Картаева Л.В. 2006. Анализ морфологических признаков сеголетков стерляди (*Acipenser ruthenus*), калуги (*Huso dauricus*) и гибридной формы стерлядь × калуга (F1) // Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы докладов IV Международной научно-практической

конференции (13-15 марта 2006 г., Астрахань). – М.: Изд-во ВНИРО. – С.163-166.

Свирский В.Г., Скирин В.И., Рачек Е.И. 2007. Анализ морфологических признаков сеголетков стерляди (*Acipenser ruthenus*), калуги (*Huso dauricus*), и двух реципрокных гибридных форм «стерлядь × калуга» (F1) и «калуга × стерлядь» (F1) // Тепловодная аквакультура и биологическая продуктивность водоемов аридного климата. Материалы и доклады международного симпозиума (16-18 апреля 2007 г., г. Астрахань). – Астрахань: Изд-во АГТУ. – С. 367-369.

Ludwig A., Belfiore N.V., Pitra Ch., Svirsky V., Jenneckens I. 2000. Genome Duplication Events and Functional Reduction of Ploidy Levels in Sturgeon (*Acipenser*, *Huso* and *Scaphirhynchus*). // Genetics. – V. 158. – P. 1203-1215.