

*На правах рукописи*

Ефимов Александр Борисович

**РЫБОВОДНО-БИОЛОГИЧЕСКАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА ГИБРИДА ОСЕТРОВ  
РУССКОГО И СИБИРСКОГО**

Специальность 03.00.10 — ихтиология

**АВТОРЕФЕРАТ**

диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук



5878-■

**Москва - 2004**

**Работа выполнена** в ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства»

**Научный руководитель:** доктор биологических наук, профессор  
**Чебанов Михаил Степанович**

**Официальные оппоненты:** доктор биологических наук,  
старший научный сотрудник  
**Богерук Андрей Кузьмич**

кандидат биологических наук  
**Бубунец Эдуард Владимирович**

**Ведущая организация:** Межведомственная ихтиологическая комиссия

Защита состоится «18» мая 2004 г. в 11<sup>00</sup> часов на заседании диссертационного совета Д.307.003.01 при Всероссийском научно-исследовательском институте пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) по адресу: 141821, Московская область, Дмитровский район, пос. Рыбное, ВНИИПРХ.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Всероссийского научно-исследовательского института пресноводного хозяйства.

Автореферат разослан «15» августа 2004 г.

Ученый секретарь диссертационного совета

*Подоскина Т.А.*

Подоскина Т.А.

## **ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ**

### **Актуальность исследования**

Сокращение численности естественных популяций осетровых усилило роль товарного осетроводства в удовлетворении потребностей внутреннего рынка на эту продукцию. Количество объектов, используемых в этом направлении и объём товарного производства могут быть увеличены за счёт применения промышленной гибридизации. В первую очередь для этих целей следует использовать виды, численность которых достаточно высока в естественных популяциях или маточных стадах.

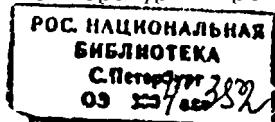
Достаточно эффективным является скрещивание завозимых высокопродуктивных видов с местными, позволяющее получать более устойчивые к конкретным условиям гибридные формы. Одним из значимых факторов, определяющих степень проявления эффекта гетерозиса и, соответственно, продуктивность гибрида являются условия выращивания (плотность посадки, температура выращивания, режим и уровень кормления и т.д.). Поэтому для всесторонней оценки хозяйственной ценности гибридов необходима производственная проверка их в различных климатических и технологических условиях.

В связи с этим представляется актуальным провести рыбоводно-биологическую оценку гибрида осетров русского и ленского (руссиб) в условиях Краснодарского края с использованием индустриальной технологии выращивания в различных температурных режимах.

### **Цель и задачи исследования**

Цель работы - изучение рыбоводно-биологических особенностей молоди и сеголетков гибрида осетров русского и ленского при индустриальном выращивания. Для достижения цели поставлены и решены следующие задачи:

1. Исследовать особенности эмбрионального развития гибрида осетров русского и ленского, полученного с использованием длительной и короткой резервации производителей осетра русского озимой и яровой рас в традиционные и нетрадиционные рыбоводные сроки и определить оптимальный температурный режим инку-



бации. Выявить особенности раннего постэмбрионального развития гибрида.

2. Дать рыбохозяйственную оценку выращивания (температура, жизнестойкость, устойчивость к заболеваниям) молоди и сеголетков гибридов осетров русского и сибирского, полученных по различным схемам скрещиваний и определить оптимальную для индустриальных условий схему скрещивания.

3. Разработать технологическую схему комбинированного выращивания молоди гибрида с использованием нетрадиционных сроков получения.

4. Изучить морфотип гибрида осетров русского и ленского и исходных родительских форм. На основе анализа значений гибридного индекса выявить особенности наследования гибридом комплекса морфологических признаков (меристических и пластических) и проследить динамику их изменения с возрастом. Выявить корреляционные зависимости между группами пластических признаков и их изменчивость.

### ***Научная новизна работы***

Изучены особенности раннего постэмбрионального развития гибрида в сравнении с осетром русским. Даны рыбоводная характеристика сеголетков гибридов осетров русского и сибирского, полученных по различным схемам скрещиваний в индустриальных условиях. Установлены оптимальные плотности посадки, режим и уровень кормления. Разработана технологическая схема выращивания молоди гибрида в зимний период с использованием термальных вод ТЭЦ. Определены особенности наследования комплекса морфометрических признаков. Изучена их возрастная изменчивость.

### ***Практическая ценность работы***

Определена оптимальная схема скрещивания осетров русского и сибирского применительно к индустриальным условиям выращивания. Выявлен наиболее благоприятный температурный режим инкубации икры гибрида. Определены оптимальные условия выращивания сеголетков гибрида руссиб в зимний период с использованием термальных вод ТЭЦ и в традиционные рыбоводные сроки. Дано морфометрическое описание сеголетков и трёхлетков гибрида, изучена изменчивость комплекса морфометрических признаков.

Это позволит в дальнейшем использовать полученный материал для идентификации гибрида в естественной среде, а также в селекционной работе с данной формой.

### ***Реализация результатов исследований***

Разработанные временные рекомендации выращивания гибрида руссиф в индустриальных условиях в традиционные и нетрадиционные рыбоводные сроки с применением бассейновой технологии выращивания прошли производственную проверку в Южном филиале Федерального селекционного генетического центра рыбоводства (ЮФФСГЦР).

### ***Апробация работы***

Результаты исследований обсуждались на Международных конференциях «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре» (Адлер, 2000), «Осетровые на рубеже ХХI века» (Астрахань, 2000), Международной научно-практической конференции молодых ученых «Проблемы аквакультуры и функционирования водных экосистем» (Киев, 2002), Всероссийской конференции молодых учёных, посвящённой 140-летию Н. М. Книповича (Мурманск, 2002).

### ***Публикация результатов исследований***

По результатам исследований опубликовано семь работ.

### ***Структура и объём диссертации***

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов, рекомендаций, списка использованной литературы и приложений. Работа изложена на 155 листах машинописного текста, включает 25 таблиц, 23 рисунка и 11 приложений. Список использованной литературы состоит из 177 наименований.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **1. ПРОМЫШЛЕННАЯ ГИБРИДИЗАЦИЯ КАК ОДИН ИЗ МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ТОВАРНОГО ОСЕТРОВОДСТВА**

Рассмотрены вопросы развития промышленной гибридизации, как одного из методов товарного осетроводства в России и за ру-

бежом. Анализируются исторические и современные проблемы использования гибридизации и пути их решения. Приводится краткая рыбоводно-биологическая оценка промышленных гибридов осетровых, используемых в товарном направлении и обосновывается выбор объекта исследований.

## 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Экспериментальные работы проводились в 1998-2001 гг. на крупнейшем в Азовском бассейне Адыгейском осетровом рыбозаводе (АдОРЗ) и тепловодном садковом хозяйстве Краснодарской ТЭЦ (ТРХ). Для получения гибридов использовались «дикие» производители осетра русского озимой и яровой рас и производители осетра ленского репродуктивного стада ЮФФСГЦР. Количество молоди, использованной в ходе опытных работ, было неравнозначно (табл. 1).

Таблица 1

**Количество личинок и молоди (шт.) гибридных форм и исходных видов, использованных в ходе экспериментов**

№ п/п	Вид/гибрид	1998	1999	2000	2001
1.	Осётр русский (молодь)	1.000	—	400	—
2.	Осётр русский (личинки)	—	20.700	—	9.047
3.	Осётр сибирский (молодь)	—	—	400	—
4.	Осётр сибирский (личинки)	—	—	4.256	—
5.	Гибрид руссиб (молодь)	3.295	—	400	—
6.	Гибрид руссиб (личинки)	—	34.200	—	7.493
7.	Гибрид возвратный 1 (личинки)	—	3.197	1.764	9.110
8.	Гибрид возвратный 1 (молодь)	—	—	400	—
9.	Гибрид сибрусс (личинки)	—	—	9.804	—
10.	Гибрид возвратный 2 (личинки)	—	—	2.665	—

Пробы икры отбирались на различных стадиях по стандартной методике (Детлаф, Гинзбург, 1969). Фиксация материала осуществлялась 4 % раствором формалина. Всего было исследовано 740 шт. икринок гибрида руссиб, реципрокного гибрида сибрасс, возвратного гибрида 1, возвратного гибрида 2 и родительских видов: осетра русского и осетра сибирского.

Для морфологического описания предличинок и личинок использовалась «Методика эколого-морфологических исследований развития рыб» (Ланге, Дмитриева, 1981). Всего было исследовано 500 шт. предличинок и личинок гибрида руссиб, возвратного гибрида 1 и осетра русского.

Инкубацию и выращивание осуществляли в различном температурном режиме в традиционные и нетрадиционные рыбоводные сроки (табл. 2).

**Таблица 2**

**Температура воды на протяжении инкубации и выращивания молоди гибрида и исходных родительских видов.**

<b>Инкубация</b>		
<b>Год</b>	<b>Период наблюдений</b>	<b>Температура воды, °С колебания/средняя</b>
1999	05.12 - 13.12	12,8-16,3/14,8
2000	07.04 - 12.04 13.04 - 21.04	14,4-18,6/15,3 15,1-19,2/17,2
2001	14.05-20.05	13,9-20,3/16,2
<b>Подращивание и выращивание</b>		
1998	16.06-13.08	23,0-30,0/26,3
1999-2000	14.12.99 - 31.01.2000	13,4-18,3/15,4
2000	12.04 - 5.05	15,8-21,2/18,7
	06.05 - 29.08	13,8-28,5/22,9
2001	21.05-2.07	16,7-24,7/20,5

Выращивание проводилось в бассейнах типа «ИЦА-2» и «Бакгидрорыбпроект».

В первые 3-7 сут. питания для кормления использовались живые или замороженные науплии артемии. Суточная норма составляла от

10 до 90% от массы рыбы и распределялась на 2-4 кормления. Одновременно, в рацион вводились сухие корма (0,5-1,0% от массы тела), активное потребление которых начиналось спустя несколько суток после начала кормления. Живые корма (науплии артемии, дафния, артемия, мотыль, трубочник) продолжали использоваться в течение 15-30 сут., но количество их постепенно снижалось, а доля сухих кормов в рационе увеличивалась. В ходе экспериментально-производственных работ применялись стартовые комбикорма импортного производства: «Провими» (Нидерланды), «Аллер аква» (Дания), «Крафт» (Германия). Для определения объёма вносимого корма руководствовались нормами, разработанными производителями корма в соответствии с температурой воды и массой молоди. На основании ежедневных наблюдений поедаемости, проводилась соответствующая корректировка.

Для анализа темпа роста применялся коэффициент массонакопления (Резников, Баранов, 1978).

Изучение физиологического состояния молоди проводили по методике функциональных нагрузок (Лукьяненко, Касимов, Кокоза, 1984) в возрасте 12-14, 40-46 и 71 сут. Определялись: устойчивость к действию повышенной температуры воды (+32 °C), солеустойчивость (при концентрации NaCl = 12%). В ряде случаев определялась также летальная концентрация растворённого кислорода. Опыты проводились в аквариумах, объёмом 3,5-5 литров с принудительной постоянной аэрацией. Эксперименты по определению солеустойчивости проходили без предварительной адаптации к составу среды. Термо- и солеустойчивость выражалась как время (в минутах, часах) гибели всех или большей части особей опытных групп.

Морфометрическую характеристику сеголетков и трёхлетков гибрида и исходных родительских видов проводили согласно «Методических рекомендаций...», разработанных В. Д. Крыловой и Л. И. Соколовым (1981). Статистическую обработку данных проводили на ПЭВМ с использованием пакета статистических программ «Осётр-2002» (Крылова, 1987). Для определения степени морфологического сходства гибрида с родительскими формами использовались значения гибридного индекса Хаббса (Hubbs, Kironuma, 1942) в модификации Б. В. Веригина и А. П. Макеевой (1972). Для морфо-

метрического описания было использовано 160 шт. сеголетков и 60 шт. трёхлетков гибрида и исходных родительских видов.

**Принятые сокращения:**

р.о. х л.о., руссиб - гибрид осетров русского и ленского (первым указывается материнский вид);

л.о. х р.о., сибрасс - реципрокный гибрид осетров ленского и русского; РО.РОЛО, возвратный гибрид 1 - гибрид осетра русского и гибрида и руссиб;

ЛО.РОЛО, возвратный гибрид 2 - гибрид осетра ленского и гибрида руссиб.

### **3. РАЗВИТИЕ ГИБРИДА ОСЕТРОВ РУССКОГО И СИБИРСКОГО В РАННЕМ ОНТОГЕНЕЗЕ**

#### Эмбриональное развитие гибрида руссиб.

Осётр русский и осётр сибирский в связи с различными условиями обитания имеют ряд биологических особенностей, одной из которых является оптимальная температура развития в раннем онтогенезе. Так, если скорость развития более теплолюбивого осётра русского с повышением температуры увеличивается, то скорость развития осетра сибирского при температуре воды выше 17 °C снижается, а температурный оптимум развития в раннем онтогенезе лежит в диапазоне 11,0-15,0 °C. Сравнение результатов инкубации при различном температурном режиме выявило, что пониженная температура воды (12,8-16,2 °C) не приводит к заметному увеличению продолжительности инкубации по сравнению с температурой 14,4-19,2 °C. Однако относительный прирост массы эмбрионов значительно ниже (в 1,9-22,9 раза), а продолжительность выпупления увеличивается в 1,6-4,3 раза. В то же время и выживаемость эмбрионов при повышении температуры воды заметно снижается, а асинхронность развития увеличивается. Повышение температуры воды выше определённого нами оптимума (15,2-16,2 °C) отражается и на разнокачественности эмбрионов по массе. При средней температуре воды инкубации, не превышающей 16,5 °C, коэффициент вариации эмбрионов по массе составляет 4,7-6,6%, при более высокой - 11,3-12,9%.

Было установлено, что скорость развития икры гибрида руссиб в сравнении с исходными родительскими видами при одинаковой тем-

пературе инкубации несколько выше. При этом если разница с осетром русским составляет 1-2 стадии, то с осетром сибирским - 3-6 стадий.

По результатам проведённых исследований определено, что развитие икры гибрида руссиб протекает без заметных отклонений и уровень аномалий развития крайне низок. Так, в ходе инкубации зимой 1999 г. было отмечено такое отклонение в развитии, как остаток желточной пробки. Однако если количество таких эмбрионов у осетра русского на различных стадиях инкубации составляло 25-40%, то у гибрида лишь 5-10%. В дальнейшем это повлияло и на количество нежизнеспособных эмбрионов при вылуплении - 12,3% у осетра русского и 4,1 % у гибрида.

#### Раннее постэмбриональное развитие гибрида осетров русского и сибирского.

Сравнительный анализ предличинок гибрида руссиб и исходных родительских видов позволил установить некоторые особенности его раннего постэмбрионального развития. Выполненные исследования выявили значительно менее выраженный отрицательный фототаксис до перехода на экзогенное питание предличинок гибрида в сравнении с осетром русским и осетром сибирским. Эта особенность имеет определённое значение в технологическом аспекте, облегчая процесс ухода за предличинками. Подобное явление отмечал и Н. И. Николюкин (1952) при работе с гибридом осетра русского и стерляди (остер) и с осетром русским.

Анализ показал, что большинство морфометрических признаков для осетра русского и гибрида руссиб схожи как по абсолютным, так и по относительным значениям. Большинство изученных признаков имели слабую корреляционную связь с общей длиной тела. Наиболее тесные корреляционные связи с общей длиной тела характерны для таких признаков, как: длина тела до конца хорды ( $r=0,860-0,994$ ); длина туловища до анального отверстия ( $r=0,615-0,921$ ); длина хвоста ( $r=0,649-0,878$ ); максимальная длина желточного мешка ( $r=0,684-0,801$ ). Изменчивость большинства признаков невысокая. Наиболее изменчива длина рыла ( $C_v=4,2-14,7\%$ ).

Сравнение темпа роста и скорости утилизации желточного мешка гибридных предличинок и предличинок осетра русского, полученных

Таблица 3

**Рост предличинок гибрида руссиб и осетра русского на ранних этапах развития.**

Показатели	1999 г.				2001 г.	
	Осётр русский		Руссиб		Осётр русский	Руссиб
Возраст, сутки	0-3	3-5	0-3	3-5	2-4	2-4
1. Прирост массы, %	11,3	23,9	23,5	19,0	7,0	43,0
2. Сокращение высоты желточного мешка, %	5,0	7,6	2,0	11,8	8	7,7
3. Сокращение длины желточного мешка, %	2,2	0,9	2,6	4,3	9,7	20,3
4. Т, °C	15,4 - 15,5				17,9 - 19,2	

из одной партии икры выявило, что в традиционные и нетрадиционные рыбоводные сроки эти показатели у предличинок гибрида выше (табл. 3), что может свидетельствовать о повышенном метаболизме.

Существенных отличий в продолжительности периода выдерживания предличинок гибрида руссиб и осетра русского не отмечено (в зависимости от температуры воды разница составляет 12-29 ч). Продолжительность выдерживания предличинок в нетрадиционные рыбоводные сроки (средняя температура воды 14,2-16,5 °C) несколько выше - 12 сут., чем в традиционные (средняя температура воды 17,4-20,0 °C) - 9 сут.

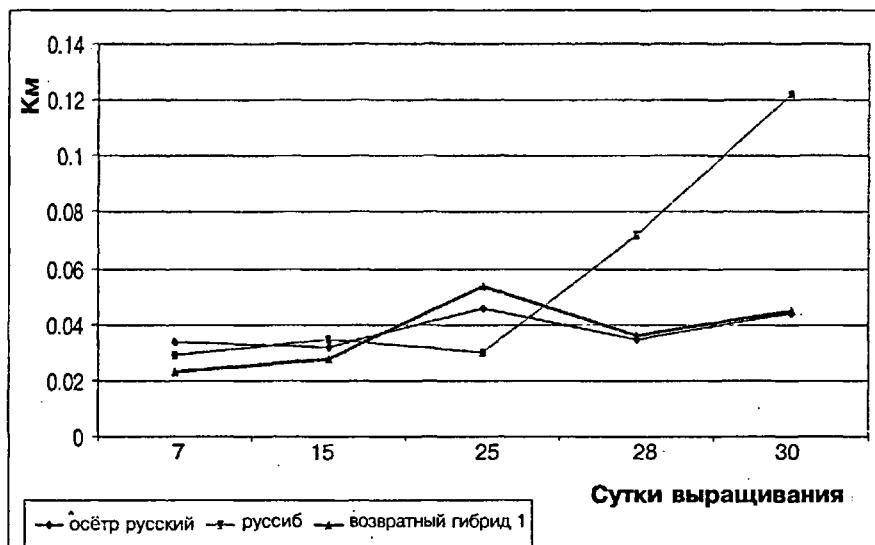
#### 4. ВЫРАЩИВАНИЕ ГИБРИДА ОСЕТРОВ РУССКОГО И СИБИРСКОГО В ИНДУСТРИАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

##### Выращивание молоди гибрида руссиб в нетрадиционные рыбоводные сроки.

Выращивание молоди осетровых в нетрадиционные сроки с использованием термальных вод имеет ряд преимуществ в сравнении с выращиванием в традиционные сроки, наиболее существенным, из которых является получение достаточно крупного посадочного материала к моменту начала рыбоводного сезона и возможность использования для его дальнейшего выращивания по садковой тех-

нологии в течение весенне-летнего периода, что значительно сокращает издержки производства, а также позволяет расширить срок использования производственных мощностей предприятия.

На протяжении выращивания темп роста молоди гибридов и осетра был практически одинаков. Однако, на заключительном этапе, темп роста гибрида руссиб был существенно выше (рис. 1).



**Рис. 1. Динамика коэффициента массонакопления на протяжении выращивания осетра русского и гибридных форм в нетрадиционные рыбоводные сроки**

Повышенное содержание органических взвесей в сбросной воде ТЭЦ, подаваемой в опытные бассейны, способствовало развитию заболевания, сходного по клинической картине с аэромонозом (Ефимов и др., 2001). В этих условиях повышенная в сравнении с осетром русским плотность посадки гибрида повлияла на конечный выход молоди, которая в возрасте 42 сут. составила 38,6% для гибрида и 45,3 % для осетра. Однако, повышенная плотность посадки гибрида (**824-2548 шт./м<sup>2</sup>**) по сравнению с осетром русским (**585-1136 шт./м<sup>2</sup>**) не оказала тормозящего влияния на темп его роста и конечная средняя масса составила: осётр русский - 0,292 г ( $M \pm t = 0,01$ ), гибрид - 0,397 г ( $M \pm t = 0,02$ ). На протяжении выращи-

вания было отмечено более эффективное использование сухих кормов гибридом. В период 20-30 сут. выращивания значения кормового коэффициента составляли: осётр - 4,8, гибрид - 1,9.

Выполненная оценка физиологического состояния молоди (табл. 4) показала, что терморезистентность рыб, выращиваемых в нетрадиционные сроки, в несколько раз превышает терморезистентность рыб, выращиваемых в традиционные сроки.

**Таблица 4:**  
**Оценка жизнестойкости молоди**  
**методом функциональных нагрузок**

Возраст, сут./масса, г	Летальная концентрация О2, мг/л ( $^{\circ}$ С)	Термоустойчивость, час (при 32 $^{\circ}$ С)	Солеустойчивость, мин. (при 12%)
<b>Выращивание в нетрадиционные сроки</b>			
Осётр русский Руссиб	12/0,026 12/0,030	3,6 (19,5) 3,0 (19,5)	— —
Осётр русский Руссиб	40/0,21 40/0,21	2,3 (18,0) 2,1 (18,0)	42,5 42,5
<b>Выращивание в традиционные сроки</b>			
Осётр русский Руссиб Возвратный гибрид 1	40/0,21 40/0,21 17/0,05	3,4 (25,1) 2,9 (25,1) 2,9 (25,1)	2,5 4 1
Осётр сибирский Осётр русский Руссиб Возвратный гибрид 1	42/1,3 42/1,1 42/1,3 42/1,2	2,4 (21,6-22,6) 2,8 (21,6-22,6) 2,3 (21,6-22,6) 2,3 (21,6-22,6)	12,7 17,8 6,3 11
Осётр сибирский Осётр русский Руссиб Возвратный гибрид 1	71/5,5 71/6,1 71/6,8 71/6,0	— — — —	1610 1730 (20% живых) 1935 (40% живых) 1130

Различия терморезистентности и солеустойчивости гибрида и осетра русского были незначительны, что может косвенно свидетельствовать о физиологической равноценности гибридной молоди и молоди осетра.

#### Выращивание молоди гибрида руссиб в традиционные рыбоводные сроки.

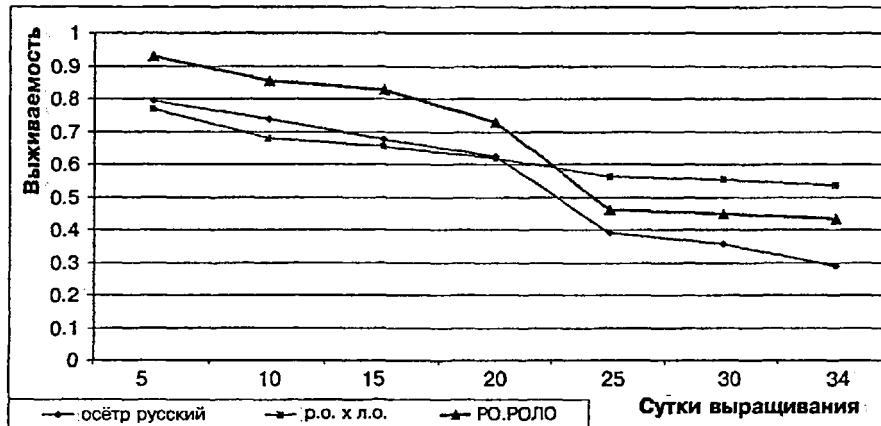
Темп роста молоди, выращиваемой в традиционные сроки значительно выше, чем молоди, выращиваемой в зимний период. Однако, такая важная для этого этапа рыбоводная характеристика, как выживаемость существенно ниже (табл. 5).

**Таблица 5**  
**Рыбоводная характеристика личинок гибридов:**  
**и осетра русского, полученных в традиционные и**  
**нетрадиционные сроки, на начальном этапе выращивания\***

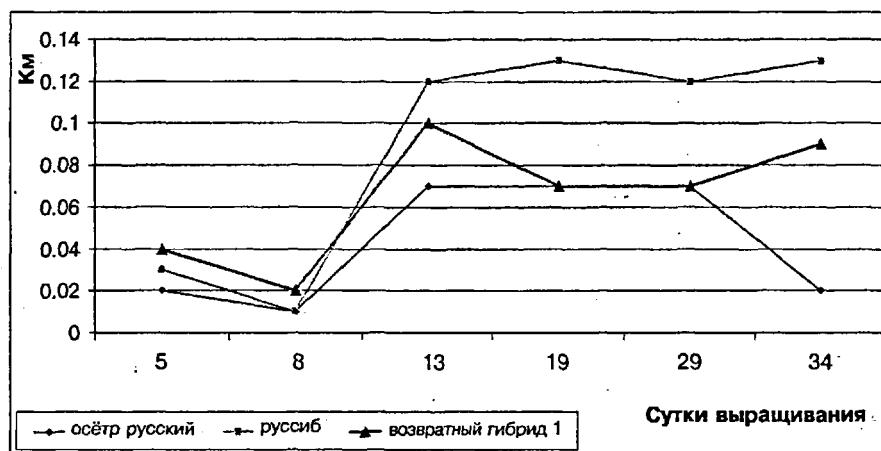
Показатели	Осётр русский		Руссиб		Возвратный гибрид 1	
	зима	лето	зима	лето	зима	лето
1. Средняя масса, г	0,05	0,05	0,05	0,06	0,05	0,06
2. Плотность посадки, тыс.шт./м <sup>2</sup>	1,06	1,08	2,5	1,4	0,5	1,8
3. Выживаемость, %	93,4	78,1	97,0	76,9	88,0	56,9
4. Коэффициент массонакопления	0,034	0,200	0,029	0,226	0,023	0,347
5. Средняя темпера- тура воды, °С	15,6- 16,3	18,5- 20,3	15,6- 16,3	18,5- 20,3	15,6- 16,3	18,5- 20,3

\* - в опыте зимнего и летнего выращивания на протяжении начального периода выращивания (5-7 сут.) использовались исключительно наутилии артемии в количестве: зимнее выращивание 9,7-50,7 % от массы личинок, летнее выращивание 56,9-71,4 %.

а)



б)



**Рис. 2. Основные рыбоводные показатели молоди, выращиваемой в традиционные сроки:** а) - выживаемость (в % от количества суточной предличинки); б) - динамика коэффициента массонакопления.

Следует отметить, что исключение живых кормов на 16-е сут. кормления неблагоприятно отразилось на выживаемости молоди осетра русского и возвратного гибрида 1 (рис. 2а). На дальнейшем этапе выращивания необходимость постоянного присутствия в рационе живых кормов привела к повышенному суммарному значению кормового коэффициента, который составил: осётр русский - 8,6,

возвратный гибрид 1 - 2,3. Кормовой коэффициент для гибрида руссиб, при выращивании которого с 16-х сут. кормления использовались только сухие корма, был 0,9.

На всём протяжении выращивания темп роста гибрида руссиб был выше, чем двух других опытных групп (рис. 26), особенно с переводом гибрида на кормление исключительно сухим кормом. Конечная средняя масса за 39 сут. кормления составила: осётр русский - 1,6 г ( $M\pm t=0,08$ ), возвратный гибрид 1 - 2,4 г ( $M\pm t=0,13$ ), руссиб - 4,4 г ( $M\pm t=0,17$ ).

#### Выращивание сеголетков гибридов, полученных с использованием самок осетра сибирского.

Выращивание сеголетков осетра сибирского, а также гибридов сибрусс и возвратного гибрида 2, показало крайне низкую их выживаемость. Первый пик смертности наблюдался при переходе на экзогенное питание. Несмотря на использование в рационе в первые 5 суток кормления исключительно живых кормов, выживаемость личинок за этот период составляла 48,5-63,7%. Дальнейшее снижение выживаемости в возрасте 40-60 сут. происходило вследствие вспышки заболевания, сходного по своим симптомам с отмеченным нами ранее. Крайне низкая устойчивость изученных форм к этому заболеванию привела к тому, что выживаемость сеголетков в возрасте 116 суток составляла: осётр сибирский - 0%, сибрусс - 9,9%, возвратный гибрид 2 - 4,3%.

Несмотря на достаточно низкие значения кормового коэффициента на протяжении выращивания (0,9-1,8), темп роста сеголетков был невысокий. Значения коэффициента массонакопления на отдельных отрезках выращивания снижались до отрицательных или близких к отрицательным величинам (-0,022-0,009). Конечная масса сеголетков гибридов в возрасте 116 сут. составляла 48,6 г ( $M\pm t=2,02$ ), тогда как масса одновозрастного с ним осетра русского, выращиваемого на АдОРЗ в схожих условиях - 62,2 г ( $M\pm t=2,89$ ). Возможно, на скорости роста осетра сибирского и гибридных форм отразился неблагоприятный для этих форм гидротермический режим Краснодарского края (выращивание сеголетков проводилось в традиционные сроки на Адыгейском ОРЗ). По данным А.С.Константинова и А.М.Шолохова (1990) при повышении температуры воды выше 23 °C удельная среднесуточная скорость роста молоди осетра ленского снижалась с 11,5% до 8,0-11,1 %.

## Выращивание сеголетков гибрида руссиб в традиционные рыбоводные сроки.

Было произведено две серии опытов: выращивание в условиях чистого эксперимента (сравнивались рыбоводные показатели гибрида руссиб и исходных родительских видов при равной начальной массе, одинаковых плотности посадки, режиме и уровне кормления) и совместное выращивание сеголетков гибрида руссиб и осетра русского (в одной ёмкости).

В связи с отмеченной в первой серии опытов вспышкой заболевания, темп роста гибрида руссиб незначительно превышал темп роста осетра русского и был несколько меньшим, чем осетра ленского. Рыбоводные показатели для опытных групп были схожи. Наибольшие отличия выявлены в выживаемости (табл.6), что являлось следствием повышенной устойчивости гибридных форм к заболеванию.

**Таблица 6**

### **Основные рыбоводные показатели при выращивании сеголетков гибридов осетра русского и сибирского и исходных родительских видов**

Показатель	Осётр русский	Руссиб	Осётр- сибирский
1. Продолжительность выращивания, сут.		45	
2. Плотность посадки, шт./м <sup>2</sup>		82	
3. Средняя масса в начале выращивания, г	2,6±0,13	2,3±0,11	2,1±0,08
в конце выращивания, г	23,6±0,94	25,3±1,15	28,8±1,08
4. Выживаемость, %	48,7	65,7	34,5
5. Кормовой коэффициент*	1,2	1,2	1,8
6. Рыбопродуктивность, кг/м <sup>2</sup>	0,94	1,36	0,79

\* использовался стартовый комбикорм "Aller aqua"

Выполненная в возрасте 17, 42 и 71 суток оценка жизнестойкости молоди выявила, что различия в показателях терморезистентности, солеустойчивости и устойчивости к дефициту кислорода гибридных форм и исходных родительских форм незначительны, а солеустойчивость гибрида руссиб по сравнению с родительскими видами даже выше, что было ранее отмечено И. А. Бурцевым, А. И. Николаевым и А. Г. Слизченко (1985).

Отсутствие неблагоприятных факторов (заболевание) во второй серии опытов способствовало более выраженному проявлению эффекта гетерозиса. При соотношении численности в опытном бассейне осетра и гибрида 74%: 26% в возрасте 92 сут. средняя масса осетра составляла 10,3 г ( $M \pm t = 0,41$ ), а гибрида - 16,7 г ( $M + t = 0,62$ ). Различия средней массы были на наш взгляд, связаны с более активным пищевым поведением гибрида, который начинал потреблять корм до его оседания на дно вырастной емкости, и вытеснял с кормовой площадки осетра даже равных размеров. При сравнении рыб, выращиваемых в разных ёмкостях, различия средней массы были более очевидны: в возрасте 56 сут. средняя масса гибрида составляла 12,0 ( $M \pm t = 0,45$  г), а осетра - 6,5 г ( $M \pm t = 0,28$ ), в возрасте 84 суток - 40,5 г ( $M \pm t = 1,51$ ) и 11,0 г ( $M \pm t = 0,39$ ) соответственно.

По результатам выполненных исследований были разработаны и апробированы Временные рекомендации по выращиванию молоди и сеголетков гибрида осетров русского и сибирского в индустриальных условиях:

#### *Инкубация икры*

Оплодотворяемость, % 80

Выход свободных эмбрионов от количества оплодотворённой икры, % 85

#### *Выращивание личинок и молоди*

Площадь личиночных ёмкостей (бассейны «ИЦА», «Бакидрорыбпроект»), м<sup>2</sup> 4-4,9

Плотность посадки свободных эмбрионов (предличинок), тыс. шт./м<sup>2</sup>: 4,3

Выход личинок, перешедших на активное питание, % 85

Средняя масса личинок при переходе на активное питание, мг 45

Продолжительность выдерживания, сут.: °C 12  
при 14,2-16,5

при 17,4-20,0	$^{\circ}\text{C}$	8
Выход молоди, %:		
средней массой 0,5 г при выращивании на тепловодном хозяйстве		
в нетрадиционные сроки	40	
средней массой 4,5 г при выращивании на ОРЗ		
в традиционные сроки	55	
Плотность посадки, тыс. шт./ $\text{м}^2$ :		
при выращивании до средней массы 0,5 г		
в нетрадиционные сроки	1,5	
при выращивании до средней массы 4,5 г		
в традиционные сроки	0,26	
Продолжительность выращивания, сут.		30
<i>Выращивание сеголетков</i>		
Плотность посадки, тыс. шт./ $\text{м}^2$ :		
при выращивании до средней массы 10 г	0,25	
при выращивании до средней массы 40-75 г	0,15	
Продолжительность выращивания, сут.		105
Средняя масса сеголетков в возрасте 105 сут., г		60
Рыбопродуктивность, кг/ $\text{м}^2$		9,0

## 5. МОРФОМЕТРИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ГИБРИДА ОСЕТРОВ РУССКОГО И СИБИРСКОГО

Количество опубликованных исследований морфометрических особенностей гибрида осетров русского и сибирского невелико (Филиппова, 1985; Шевченко, 1997) и они относятся только к ранним стадиям развития (сеголетки), что не позволяет проследить возрастную изменчивость признаков. Характер наследования (значения гибридного индекса) некоторых пластических признаков гибридом в этих работах значительно различается. В частности, если в работе О.П.Филипповой (1985), такие признаки как: наименьшая высота тела, длина головы, горизонтальный диаметр глаза, ширина рта рассматриваются как признаки, наследуемые по материнской линии, а длина рыла - по отцовской, то в работе В.Н.Шевченко (1997) показана обратная тенденция наследования этих признаков. В то же время такой важный параметр как длина рыла при морфометрической характеристике гибрида руссиб является диагностическим признаком, и, следовательно, использование таких различающихся данных может привести к ошибкам при разделении гибридных и «чистых» форм. Наиболее подробно морфотип сеголетков

гибрида руссиб исследован в работе О.П.Филипповой (1985). Однако, значительная разница в массе сравниваемых форм (2-7-кратные отличия) не позволяют достаточно корректно судить об особенностях наследования гибридом изученных признаков.

#### Морфометрическая характеристика сеголетков гибрида руссиб в сравнении с исходными родительскими формами.

Фенотипически отмечается большее сходство сеголетков гибрида с осетром сибирским, чем с русским. Исчерченность жучек, характерная для осетра русского, отсутствует, голова более широкая, чем у осетра русского, рыло - удлинённое и загнутое вверх. Окраска тела - преимущественно серо-коричневая. Встречаются отдельные экземпляры, внешне сходные с осетром русским, но для подавляющей части гибридов характерен единый морфотип. Большая часть изученных признаков (21 из 38) наследуется патроклинико. Матреклиния отмечается в наследовании количества спинных и брюшных жучек, а также в наследовании большинства признаков и коэффициентов телосложения, связанных с размерами тела. Признаки, связанные с параметрами головы и сенсорными органами, наследуются патроклинико.

Изменчивость признаков относительно невысокая. Значения  $C_v$  выше 9 % отмечаются для 21 % изученных пластических признаков гибрида руссиб и осетра сибирского и для 34 % у осетра русского. Анализ корреляционных связей комплекса признаков выявил достаточно сильную корреляционную связь между большинством изученных признаков и общей длиной тела ( $r=0,74-0,99$ ). Следует отметить, что ранее (Филиппова, 1985) отмечалось отсутствие или слабая ( $r=0,50$  и ниже) корреляционная связь между длиной тела и большинством пластических признаков. Также была выявлена достаточно тесная корреляционная связь между горизонтальным диаметром глаза и пластическими признаками у осетра русского и гибрида. Так, у осетра русского все изученные признаки имели коэффициент корреляции с этим признаком - 0,68-0,99; у гибрида - из 31 пластического признака 10 имели коэффициент корреляции 0,64-0,74; у осетра сибирского ни один из признаков не имел коэффициента корреляции с горизонтальным диаметром глаза выше 0,50.

Для диагностики сеголетков гибрида руссиб наиболее информативными являются следующие признаки (табл. 7).

Таблица 7

**Краткая морфометрическая характеристика сеголетков гибрида руссиб в сравнении с осетрами русским и ленским**

Признак	Осётр русский			Руссиб			Осётр сибирский		
	Xср.	Sx	Cv, %	Xср.	Sx	Cv, %	Xср.	Sx	Cv, %
<b>В процентах от общей длины тела</b>									
aD	62,79	0,60	2,5	64,06	1,10	4,9	62,10	0,38	2,2
aV	54,35	0,72	3,5	56,69	0,87	4,3	54,89	0,38	2,5
aA	64,83	0,55	2,2	68,11	1,21	11,6	66,44	0,46	2,5
<b>В процентах от общей длины головы</b>									
R	44,32	0,93	5,5	51,23	0,55	3,0	53,45	0,59	4,0
op	43,98	1,06	6,4	39,5	1,05	7,5	42,89	0,58	4,8
HC	34,21	1,18	9,1	32,61	0,77	6,7	31,59	0,46	5,3
HCo	25,45	0,70	7,3	22,41	0,32	4,0	20,13	0,35	6,2
bC	31,08	1,01	8,6	26,51	0,80	3,0	24,79	0,38	5,5
rc	21,69	0,89	10,8	28,84	0,77	7,5	32,99	0,87	9,5
rr	48,65	0,89	4,9	53,96	0,54	2,8	56,98	0,75	4,8
lc	18,18	1,41	20,4	19,91	0,91	12,9	21,88	0,78	12,9

Морфометрическая характеристика трёхлетков гибрида руссиб в сравнении с исходными родительскими формами.

Фенотипически отмечается большее сходство с осетром русским, чем в раннем возрасте: рыло более короткое, чем у осетра ленского и кончик его закруглён, тело несколько более прогонистое, однако, окраска его - тёмно-серая на спинной части и светло-серая на боковой - придаёт ему сходство с осетром ленским. Большая часть изученных признаков (17 из 30) наследуются патроклинико. С возрастом у гибрида происходит уменьшение длины головы относительно длины тела. Также уменьшается длина рыла относительно длины головы. В отличие от сеголетков, для старшей возрастной группы характерно приближение этих признаков к осетру русскому.

В целом с возрастом происходит заметное увеличение относительных значений таких признаков, как: пектовентральное расстояние, заглазничное расстояние, наибольшая и наименьшая высота головы, междуглазничное расстояние, наибольшая ширина головы и уменьшение длины головы и длины грудного плавника. Старшая возрастная фуппа гибрида отличалась повышенной в сравнении с исходными видами и с младшей возрастной группой (сеголетки) изменчивостью. Значение  $C_v$  выше 9% отмечено у 57% изученных пластических признаков, в то время как у осетра русского - у 27%, у осетра сибирского - у 10%. Было отмечено, что у осетра сибирского в возрасте 2+ происходит ослабление корреляционных связей между общей длиной тела и длинами спинного, грудного, брюшного и анального плавников. Так, если у сеголетков коэффициент корреляции этих признаков составлял 0,61-0,79, то у старшей возрастной группы - -0,067-0,30. Для диагностики трёхлетков гибрида руссиб наиболее информативными являются следующие признаки (табл. 8).

**Таблица 8**

**Краткая морфометрическая характеристика трёхлетков гибрида руссиб в сравнении с осетрами русским и ленским**

Признак	Осётр русский			Руссиб			Осётр сибирский		
	$X_{ср.}$	$S_x$	$C_v, \%$	$X_{ср.}$	$S_x$	$C_v, \%$	$X_{ср.}$	$S_x$	$C_v, \%$
<b>В процентах от общей длины тела</b>									
Sc	11,84	0,20	7,5	9,30	0,19	10,0	7,90	0,29	8,2
cc	37,71	0,53	6,2	32,62	0,26	4,0	29,42	0,59	4,5
<b>В процентах от общей длины головы</b>									
R	32,66	0,57	7,8	43,35	1,23	14,2	61,47	0,99	3,6
io	34,43	0,84	10,9	31,74	0,79	12,4	35,18	1,21	7,7
SRr	35,25	0,94	12,0	40,99	1,32	16,1	30,86	1,83	13,2
rc	13,11	0,41	14,1	21,55	0,80	18,7	43,54	1,69	8,7
rr	39,68	0,79	8,8	43,61	0,99	11,3	67,89	1,79	5,9
lc	14,29	0,50	15,6	18,19	0,50	15,6	23,56	1,16	11,0

## **ВЫВОДЫ**

1. Продолжительность эмбриогенеза гибрида руссиб, полученного в нетрадиционные рыбоводные сроки несколько меньше, чем осетра русского и осетра ленского и составляет: при средней температуре инкубации 14,8 °C - 155 ч (осётр русский - 167 ч), при средней температуре инкубации 15,3°C - 109 ч (осётр ленский - 127 ч).
2. Эмбриональное развитие гибрида в нетрадиционные рыбоводные сроки (температура инкубации 12,8-16,3 °C) протекает синхронно в сравнении с осетром русским. Развитие осетра ленского при средней температуре 15,3 °C также протекает синхронно (разброс по стадиям не более 1), при средней температуре инкубации 17,2 °C разброс по стадиям составляет 3-5.
3. Установлена ускоренная резорбция желточного мешка и более высокая скорость роста гибрида в раннем онтогенезе по сравнению с осетром русским, как в традиционные, так и в нетрадиционные рыбоводные сроки.
4. Анализ результатов лабораторных экспериментов по оценке жизнестойкости личинок выявил, что по солеустойчивости (2,5-32 ч в возрасте 17-70 сут.) и оксирезистентности (2,1-3,0 мг/л в возрасте 12-42 сут.) гибрид руссиб превосходит осетра русского и сибирского.
5. Проведённый морфометрический анализ предличинок гибрида и осетра русского показал, что относительные и абсолютные значения изученных пластических признаков у сравниваемых форм не имеют принципиальных различий. Корреляционные связи признаков с общей длиной тела - слабые. Изменчивость предличинок невысокая в сравнении со старшими возрастными группами (сеголетки, трёхлетки). Однако вариабельность пластических признаков гибридных предличинок ниже ( $C_v=2,3-12,1\%$ ), чем осетра русского ( $C_v=2,5-19,8\%$ ), что свидетельствует о большей их однородности.
6. В ходе исследований морфотипа сеголетков гибрида было установлено, что характер наследования большей части пластических признаков, связанных с размерами головы - патроклиний. Часть признаков, связанных с размерами тела (антевентральное, антеанальное и пектовентральное расстояния, длина брюшного и

спинного плавников) также наследуется патроклинино, однако в наследовании остальных признаков наблюдается матроклиния. Количество жучек в спинном и брюшном рядах наследуются матроклинино, а жучек в боковом ряду - патроклинино. Изменчивость меристических признаков у родительских видов выше, чем у гибрида. Пластические признаки наиболее изменчивы у осетра русского.

7. Проведённое изучение морфотипа трёхлеток гибрида выявило, что с возрастом происходит изменение в наследовании таких важных диагностических признаков как длина головы и длина рыла в сторону матроклинии. Вместе с тем наследование большей части изученных признаков, связанных с размерами тела (за исключением длины спинного, анального и грудного плавников) - патроклинико. Изменчивость трёхлеток гибрида повышенная в сравнении с сеголетками и с одновозрастными родительскими формами.

8. Темп роста гибрида превосходит аналогичный показатель осетра русского и не уступает осетру ленскому. Темп роста молоди, выращиваемой в нетрадиционные рыбоводные сроки существенно ниже, чем выращиваемой в традиционные рыбоводные сроки (двух-кратные различия значений коэффициента массонакопления). В сравнении с исходными родительскими формами и гибридами осетров русского и сибирского, полученными по другим схемам скрещивания, сеголетков гибрида руссиб отличает повышенная выживаемость и устойчивость к заболеваниям.

## **ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ**

1. Оптимальной температурой инкубации гибрида руссиб является 15,0-16,0 °C. В традиционные для Краснодарского края сроки получения икры осетра русского (май - июнь) для поддержания этой температуры целесообразно использование цеха длительного выдерживания производителей, оборудованного холодильными установками и артезианской скважиной. С целью снижения влияния скачка температуры инкубацию на 31-35 стадиях следует проводить при традиционных температурах. Повышение температуры инкубации на более ранних стадиях приводит к повышенной разнокачественности эмбрионов по массе ( $C_v$  достигает **11,4%**, в то время как при начале доинкубации на 31 стадии - 4,7-5,5%) и более низкой выживаемости.

2. Выращивание посадочного материала гибрида руссиб в нетрадиционные сроки с использованием длительной резервации производителей и смещением полового цикла позволяет максимально использовать производственные мощности и получать к началу рыбоводного сезона достаточно крупную для использования садкового метода выращивания молодь. При использовании термальных вод в зимний период плотность посадки гибрида должна составлять: 2.500 шт./ $m^2$  - на начальном этапе выращивания при использовании в рационе только живых кормов (5-7 сут.) и 500-1.000 шт./ $m^2$  - на дальнейшем этапе выращивания до достижения средней массы 0,5 г.

3. При выращивании молоди гибрида руссиб в традиционные рыбоводные сроки, оптимальная плотность посадки составляет: при выращивании молоди до массы 4,5 г - 260-270 шт./ $m^2$ ; при дальнейшем выращивании сеголетков - 130-200 шт./ $m^2$ .

4. Выживаемость молоди на ранних этапах развития (первые 5-7 суток выращивания) можно повысить использованием живых кормов (науплии артемии). Уровень кормления, как в традиционные, так и в нетрадиционные сроки должен составлять не ниже 30% (не более 50%).

5. При скрещиваниях осетра русского, осетра сибирского и гибрида руссиб (гибриды второго поколения) наиболее эффективны скрещивания самок осетра русского с самцами осетра сибирского и осетра русского с самцами гибрида. Молодь гибридов, полученных от скрещивания самок осетра сибирского с самцами осетра русского и гибрида, а также молодь самого осетра сибирского в условиях индустриального выращивания имеет крайне низкую устойчивость к заболеваниям и выживаемость (0-9,9%).

6. Проведённые исследования показали, что в качестве диагностического признака гибрида руссиб в раннем (предличинки, сеголетки) и старшем (трёхлетки) возрасте возможно использование относительной длины рыла, которая имеет значительные расхождения с исходными родительскими формами. Значения этого признака составляют: предличинки - 36,3-37,2% общей длины тела, сеголетки - 51,2% длины головы, трёхлетки - 43,3% длины головы.

## **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Ефимов А. Б., Крымов В. Г. Сравнительная оценка результатов зимнего получения и подращивания личинок русского осетра и его гибрида с сибирским осетром. Тезисы докл. Международной науч.-практич. конф. «Осетровые на рубеже 21 века». - Астрахань, 2001 г. С. 240-241.
2. Ефимов А.Б. Рыбоводно-биологическая характеристика гибридолов осетра русского и осетра ленского при бассейновом выращивании. Тезисы докл. науч.-практич. конференции «Проблемы и перспективы развития аквакультуры в России». - Адлер, 2001 г. С. 35-36.
3. Ефимов А. Б., Крымов В. Г., Волченко Н. В. Боремся с заболеваниями молоди осетровых и их гибридолов. Рыбоводство и рыболовство, 2001 г., №4. С. 39-41.
4. Ефимов А. Б. Некоторые итоги бассейнового выращивания молоди гибрида осетров русского и ленского в сравнении с исходными родительскими формами. Материалы международной науч.-практ. конференции молодых учёных «Проблемы аквакультуры и функционирования водных экосистем». - Киев, 2002 г. С. 98-99.
5. Ефимов А. Б., Крымов В. Г. Рыбоводно-биологическая оценка гибрида осетров русского и ленского осенне-зимнего и весенне-летнего получения. Материалы международной науч.-практ. конференции молодых учёных «Проблемы аквакультуры и функционирования водных экосистем». - Киев, 2002 г. С. 100-101.
6. Ефимов А. Б. Сравнительная оценка развития осетра русского и гибрида осетров русского и ленского в раннем онтогенезе. Тезисы докл. Всероссийской конференции молодых учёных, посвящённой 140-летию со дня рождения Н. М. Книповича. - Мурманск, 2002 г. С. 75-77.
7. Ефимов А. Б. Опытно-производственное выращивание сеголетков гибрида осетр ленский хосёстр русский. Генетика, селекция и воспроизводство рыб. - Санкт-Петербург, 2002 г. С. 108-110.

Отпечатано в Полиграф-агентстве «Литера». Подписано к печати 12.04.04г. Объем 1.5 п.л. Тираж 100 экз.  
Печать авторефератов, брошюр, листовок, буклетов и пр.: (095) 198-70-53; e-mail: [litera@crozna.net](mailto:litera@crozna.net)



