

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ НАУК  
(Россельхозакадемия)

ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ИРРИГАЦИОННОГО РЫБОВОДСТВА  
(ГНУ ВНИИР)

МЕЖВЕДОМСТВЕННАЯ ИХТИОЛОГИЧЕСКАЯ КОМИССИЯ  
(МИК)

**АКВАКУЛЬТУРА  
И ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ:  
ПРОБЛЕМЫ И ВОЗМОЖНОСТИ**

**МАТЕРИАЛЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
посвященной 60-летию Московской  
рыбоводно-мелиоративной опытной станции и  
25-летию её реорганизации в ГНУ ВНИИР**

**ТОМ 2**

**Москва – 2005**

**УДК 639.3/6**  
**ББК 47.2**

**Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности: Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Московской рыбоводно-мелиоративной опытной станции и 25-летию её реорганизации в ГНУ ВНИИР. Сборник научных докладов. Т.2 – Москва, 11-13 апреля 2005 г. /ГНУ ВНИИ ирригационного рыбоводства – Москва, 2005 г. – 360с.**

**Оргкомитет конференции:** Серветник Г.Е., Шульгина Н.К., Новоженин Н.П., Шишанова Е.И., Львов Ю.Б., Ананьев В.И., Клушин А.А., Лабенец А.В.

**Ответственный за выпуск:** Серветник Г.Е.

Все статьи приведены в авторской редакции

Полученные данные свидетельствуют о более высоком пластическом обмене у зеркальных карпов по сравнению с чешуйчатым.

#### Литература

1. Вихман А.А. Системный анализ иммунофизиологической реактивности рыб в условиях аквакультуры. /М.: ВНИЭР, 1995.- 142с.
2. Головина Н.А. Морфофункциональная характеристика крови рыб объектов аквакультуры. //Автореф. докт. дис. М., 1996.- 53с.
3. Иванова Н.Т. Атлас клеток крови рыб. /Кн.М.: Легкая промышленность, 1983.- 184с.
4. Кудряшова Ю.В. Влияние различных кормовых рационов на состав крови сеголетков карпа. //Докл. ТСХА, 1963.- Вып.85.-С.27-32
5. Лакин Г.Ф. Биометрия. М.: Высшая школа, 1980.- 293с.
6. Маслова Н.И., Загорянский К.Ю., Петрушин А.Б. Способ селекции рыб. //Патент, № 2146869, 2000.
8. Поллард Д. Справочник по вычислительным методам статистики. //Финансы и статистика, 1982.- 157с.
9. Савинов В.А. Методические рекомендации. Принципы диагностики иммунологической дисфункции в клинике. //М., 1990, 15с

УДК 597-442:597-14.087

### **ИДЕНТИФИКАЦИЯ СТЕРЛЯДИ И ЕЕ ГИБРИДОВ ПО КОМПЛЕКСУ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ**

**Симонов В.М., Калмыков Л.В.**

ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт  
пресноводного рыбного хозяйства» (ФГУП «ВНИИПРХ»)  
Федеральное агентство по рыболовству

#### ***SUMMARY***

### **THE IDENTIFICATION OF STERLET AND ITS HYBRIDS ON THE COMPLEX OF MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS**

**V.M.Simonov, L.V.Kalmykov**

On the basis of the recirculation system of VNIPRKh the identification of four sterlet groups (Volga sterlet, Danube sterlet, the hybrid forms – Volga x Danube sterlet, and Danube x Volga) has been carried out. The classification methods of statistic analysis were used to divide the sterlet groups on their morphometric signs. It has been shown that it is possible to determine precisely the population affiliation of sterlet groups by morphotype signs analysis.

В современных популяционно-генетических и селекционно-генетических сравнительных исследованиях популяций или пород используют следующие категории признаков: биохимические, качественные (альтернативные), меристических (счетные) и пластические (измеряемые). Гены количественной изменчивости и главные гены менделеевской генетики лежат в основе разных типов изменчивости: непрерывной и дискретной.

Генотип популяции и его фенотипическое проявление в силу исторически формирующихся связей взаимно отражают друг друга. Однако взаимодействие генов, связь признаков в развитии и паратипическая изменчивость признаков лишают их соответствие однозначности. Это и превращает идентификацию генотипа по фенотипу в специальную проблему сохранения ценных видов рыб. В генетическом анализе идентификация генотипа означает установление аллельного состава. В генетике количественных признаков ее нередко понимают как коррекцию фенотипического значения признака до генетически детерминированного и вскрытие на этой основе “генотипического каркаса расщепления под фенотипическим покровом” (Серебровский, 1970).

В целях идентификации анализ изменчивости фенотипов необходим для эффективного распознавания. Здесь фенотип рассматривается как структура взаимосвязанных признаков, значения которых определяются генотипом и условиями среды. Основная задача анализа состоит в распознавании групп или особей, выполнение задач по сохранению генофонда коллекционного и племенного материала, контроль преобразований генетической структуры ценных видов рыб при заводском воспроизводстве.

Проблема различения генотипических различных групп рыб актуальна как в связи с регистрацией новых селекционных достижений, так и с созданием и поддержанием генетических коллекций. Кроме того, необходима разработка научно обоснованных породных стандартов.

Неблагоприятный популяционно-генетический процесс приводит к деконсервации адаптивной нормы, смещению индивидуальных биометрических характеристик в сторону крайних фенотипов, изменению смены поколений и к снижению общей воспроизводительной способности популяции, падению численности и тотальной биомассы (Рубан, 1999). В условиях резкого падения численности осетровых в природе поддержание товарных стад и коллекций этих видов является одним из основных способов сохранения уникального генофонда. Задача поддержания биоразнообразия предполагает, наряду с другими мерами, мониторинг генетической изменчивости. Воспроизводство значительной части популяций осетровых рыб на рыбоводных заводах от небольшого числа производителей существенно ограничивает генофонд популяций, уменьшает их разнокачественность и, вероятно, адаптационную пластичность. В связи с этим особый интерес представляют методы контроля генетической структуры популяций, основанные на использовании генетических маркеров - изоферментов и других белков (Кирпичников, 1986).

В последние два-три десятилетия в оценке генетической гетерогенности популяций наиболее популярными стали методы биохимической генетики, основанные на электрофоретическом исследовании белков как первичных продуктов генной активности. Точность этих методов определяется именно близостью изучаемых признаков к гену. Однако совершенно очевидно, что чем ближе к конкретному гену, тем дальше от системы генотипа в целом, которая и определяет адаптивную ценность особей в популяции. Неудивительно, что по этой причине биохимическая генетика относительно мало способствовала

выявлению генетически обусловленной гетерогенности популяций по приспособленности (Алпеева, 2003). Статистический анализ пожизненных генотипических маркеров не может полностью заменить информацию о межпопуляционной экологически обусловленной (приспособительной) изменчивости, которая выражается в устойчивых средних значениях морфологических признаков (Cammusi et al., 1985). Такая изменчивость не всегда адекватна аллотипической изменчивости белков.

Методические преимущества морфологического подхода создают возможность изучать как индивидуальную (внутрипопуляционную), так и групповую (межпопуляционную) изменчивость на основе анализа большого числа морфологических признаков. Изучение индивидуальной изменчивости позволяет оценивать приспособительные возможности популяций в неустойчивых условиях среды. Изучение межпопуляционной изменчивости помогает выявить наследственную неоднородность популяций, которая способствует сохранению целостности вида (Пак, 2004).

Исследовались группы волжской стерляди, дунайской стерляди и их гибридов - волжская x дунайская и дунайская x волжская в процессе роста на УЗВ ВНИПРХ. Цель работ на УЗВ - создать маточные стада сибирского осетра и стерляди для их дальнейшего использования при вселении потомства в места естественного обитания.

Все рыбы подвергались полному биологическому анализу. Промеры пластических и меристических признаков выполняли по единой стандартной методике, принятой для осетровых рыб (Крылова, Соколов, 1981). Измерения пластических признаков производили штангенциркулем с точностью до 1 мм на свежем материале. В работе использованы 38 пластических и 6 меристических признаков: длина зоологическая ( $L$ ), длина тела до конца средних лучей хвостового плавника ( $I_1$ ), длина тела до корней средних лучей хвостового плавника ( $I_2$ ), длина головы ( $C$ ), длина рыла ( $R$ ), ширина рыла у хрящевого свода рта ( $SR_r$ ), ширина рыла на уровне усиков ( $SR_c$ ), расстояния от конца рыла до основания усиков ( $r_c$ ), до хрящевого свода рта ( $r_r$ ) и от основания усиков до хрящевого свода рта ( $r_l$ ), ширина рта ( $SO$ ), ширина перерыва нижней губы ( $il$ ), длина наибольшего усика ( $l_c$ ), горизонтальный диаметр глаза ( $O$ ), заглазничное ( $op$ ) и межглазничное ( $IO$ ) расстояния, наибольшая ширина головы ( $BC$ ), ширина головы по краям жаберных крышек ( $вC$ ), высота головы у затылка ( $HC$ ) и через середину глаза ( $hC_0$ ), наибольшая ( $H$ ) и наименьшая ( $h$ ) высота тела, антедорсальное ( $aD$ ), антевентральное ( $aV$ ) и антеанальное ( $aA$ ) расстояния, длина основания ( $ID$ ) и высота ( $hD$ ) спинного плавника, длина основания ( $IA$ ) и высота ( $hA$ ) анального плавника, длина грудного ( $IP$ ) и брюшного ( $IV$ ) плавников, пектоцентральное ( $PV$ ), и вентроанальное ( $VA$ ) расстояния, наибольший обхват тела ( $CC$ ), наибольшая толщина тела ( $S_c$ ), число лучей в спинном ( $D$ ) и анальном ( $A$ ) плавниках, число жучек в спинном ( $S_d$ ), боковом ( $S_L$ ) и брюшном ( $S_v$ ) рядах, число тычинок на первой жаберной луге ( $Sp. br$ ).

В данной работе были использованы только абсолютные значения признаков. Отказ от индексов определен результатами предварительного

испытания их эффективности в решении поставленных задач: операции сравнения корреляционных матриц осложнены возникающей при нормировании мультиколлинеарностью, следствием которой оказываются большие погрешности при вычислении межгрупповых расстояний по корреляционной структуре признаков (Волчков, 1994).

Необходимые вычисления выполнены на ПЭВМ. Применяли статистические методы с использованием пакетов STATISTICA и EXCEL (Вуколов, 2004).

Структура изменчивости количественных морфометрических признаков достаточно сложна и включает в себя как собственно генотипические эффекты, так и эффект модификационной изменчивости. Для изучения структуры изменчивости признаков морфотипа проведен дисперсионный анализ. Он позволяет разделить общую, т.е. всю наблюдаемую дисперсию признака, на факториальную (межгрупповую) и так называемую остаточную дисперсию (внутригрупповую, обусловленную модификационной изменчивостью и гетерогенностью группы).

Полученные результаты дисперсионного анализа показали, что на долю интересующих нас межгрупповых различий приходится в большинстве случаев незначительная доля общей изменчивости. Она варьирует от 7,26 до 51,81%, в массе случаев оставаясь в диапазоне 10-30%. Таким образом, можно заключить, что именно значительная внутривидовая изменчивость и является препятствием для построения объективной сравнительной оценки популяций стерляди.

Таким образом, идентификация групп стерляди на основе отдельных морфометрических признаков является неудовлетворительной. Необходимо учитывать комплекс коррелированных признаков, который и является совокупной характеристикой изучаемых групп.

Дискриминантный анализ, объединяя признаки в линейную комбинацию, позволяет надежно дифференцировать сравниваемые породы. При этом идентификация межгрупповых различий осуществляется за счет минимизации внутригрупповой изменчивости.

Как следует из таблицы, особи четырех различных групп стерляди действительно эффективно разделяются в пространстве двух дискриминантных функций. Достоверность классификации имеет наименьшее значение для стерляди в возрасте 16 и 25 дней (51,67-87,5%), но уже с 67-дневного периода жизни дискриминантный анализ на 97,14-100% подтверждает принадлежность особи к «своей» породной группе. Это, безусловно, очень высокие показатели, свидетельствующие об эффективности принятого подхода к анализу различия морфотипов рыб. Все расстояния между центроидами групп стерляди старше 25 дней в пространстве дискриминантных функций (расстояния Махаланобиса) статистически достоверны.

Из таблицы следует, что наиболее морфологически различимыми являются волжская и дунайская стерлядь, а также дунайская стерлядь с гибридными формами - волжская x дунайская и дунайская x волжская (расстояние Махаланобиса меняется в пределах от 70,85 до 77,78). В то же время волжская

стерлядь имеет наименьшее различие с этими гибридными формами стерляди (34,87 - 43,03%), при этом сами гибриды морфологически имеют больше различий (57,61%).

Таблица

Результаты дискриминантного анализа групп стерляди: волжская стерлядь (ВС), дунайская стерлядь (ДС), их гибридов волжская х дунайская (ВхД) и дунайская х волжская (ДхВ)

Возраст (сут.)/ Достоверность классификации , %	Расстояние Махаланобиса между группами/ F-критерий/ p-уровень					
	Группы стерляди					
	ВС-ДС	ВС-ВхД	ВС-ДхВ	ДС-ВхД	ДС-ДхВ	ВхД-ДхВ
16 / 87,50	9,60/7,95/ 0,000	14,45/11,9 7/0,000	8,22/6,80/ 0,000	11,64/9,64 /0,000	7,04/5,83/ 0,000	15,29/12,6/ 0,000
25 / 51,67	1,58/3,67/ 0,017	1,51/3,50/ 0,021	4,39/9,11/ 0,000	0,69/1,46/ 0,237	3,09/6,62/ 0,001	4,56/9,77/ 0,000
67 / 100,00	157,10/ 13,39/0,00	75,11/6,40 /0,000	46,72/3,98 /0,004	141,43/12, 05/0,000	123,19/10, 50/0,000	79,11/6,74/ 0,000
280 / 97,14	112,04/7,2 6/0,001	51,07/3,46 /0,016	76,17/4,93 /0,004	116,71/10, 41/0,000	129,70/10, 92/0,000	116,49/10,39 /0,000
430 / 100	73,91/6,05 /0,001	72,99/5,97 /0,001	38,83/2,99 /0,019	118,42/9,6 9/0,000	115,17/8,8 7/0,000	72,62/5,59/ 0,001
Среднее расстояние между группами	70,85	43,03	34,87	77,78	75,64	57,61

Таким образом, система “морфотип рыбы” удовлетворительно описывается стандартным набором морфометрических признаков — промеров тела. Построение их линейных комбинаций (дискриминантных функций) на основе внутригрупповой матрицы корреляций и последующая кластеризация особей по евклидовым расстояниям в пространстве главных компонент выявляют генетическую гетерогенность популяций и создают необходимую предпосылку для идентификации.

Из проведенной работы следует, что анализ комплекса морфотипа является необходимым средством изучения генетических коллекций осетровых рыб, обеспечивая правильную оценку генетических различий составляющих эти коллекции образцов и исследования их собственной генетической гетерогенности. Показано, что существенные отличия популяций стерляди различного происхождения и их гибридов имеют различную генетическую структуру, выявляемую по системе связей признаков и достоверным различиям средних значений их линейных комбинаций. Продемонстрирована возможность однозначно определять популяционную принадлежность групп стерляди при анализе признаков морфотипа.

В целях оценки генетического разнообразия осетровых рыб и сохранения генетических ресурсов коллекционных хозяйств, а также проведения контроля процессов гибридизации и селекции, показана возможность использования молоди стерляди в возрасте двух месяцев. Проведение идентификации

коллекционного материала по фенотипу на ранних стадиях развития позволяет более объективно подходить к их содержанию в условиях коллекционного хозяйства и обеспечивает экономию средств и технологических мощностей предприятия.

#### Литература

Алпеева И. Г. Структура природных популяций мидии (*Mytilus galloprovincialis* Lam.) восточной части Черного моря, выявляемая методами системного морфометрического анализа // Автореф. канд. дисс. – Краснодар, 2003. - 19 с.

Волчков Ю.А. Системный анализ изменчивости в селекции рыб // Автореф. докт. дисс. - С.-Пб, 1994. - 50 с.

Вуколов Э.А. Основы статистического анализа. - М.: ФОРУМ - ИНФРА-М, 2004. - 484.

Кирпичников В.С. Селекционно-генетические исследования рыб // Вестн. АН СССР. - 1986. - N 12. - С. 84-89.

Крылова В.Д., Соколов Л.И. Морфологические исследования осетровых рыб и их гибридов (методические рекомендации). - М.: Изд-во ВНИРО, 1981. - 49 с.

Пак И. Комплексная морфогенетическая оценка состояния природных популяций рыб (на примере сиговых Обь-Тазовского бассейна) // Автореф. докт. дисс. – Тюмень, 2004. - 50 с.

Рубан Г.И. Сибирский осетр *Acipenser baerii* Brandt (структура вида и экология). - М.: ГЕОС, 1999. - 236 с.

Серебровский А.С. Генетический анализ. - М., 1970. - 315 с.

Cammusi A., Ottaviano E., Calinski T., Kaczmarek Z. Genetic distances based on quantitative traits // Genetics. – 1985. - V.111, N. 4. - P. 945-962.

УДК 639.371.52.032

### **ГЕТЕРОЗИСНЫЙ ЭФФЕКТ У СЕГОЛЕТКОВ ТРЕХПОРОДНЫХ КРОССОВ КАРПОВ В I И II РОТАЦИОННЫХ ЦИКЛАХ**

**Трубач И.А.**

РУП "Институт рыбного хозяйства НАН Беларуси".

#### ***SUMMARY***

#### **Heterosis effect in three-breed carp crosses yearlings of the I and II rotatory cycles.**

**Trubach I.A.**

Three-breed crosses estimation with respect to fish production parameters for carp fry has shown the crosses advantages comparing to original parent forms. Most stable heterosis effect was revealed by yearlings survival rate. Heterosis effect reduction in II rotation crosses comparing to I rotation crosses and two breed hybrids was observed for the other parameters investigated.

Получение кроссов карпа разного происхождения с повышенной устойчивостью к заболеваниям, высокими показателями выживаемости и