

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА ЭСТОНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

ЭСТОНСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ  
ЖИВОТНОВОДСТВА И ВЕТЕРИНАРИИ имени А. Мельдера

---

На правах рукописи

ГРОСС Рихо Эрикович

ГЕНЕТИЧЕСКАЯ, МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ И РЫБОХОЗЯЙСТВЕННАЯ  
ХАРАКТЕРИСТИКА ИСХОДНЫХ ФОРМ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ ЭСТОНСКОГО КАРПА  
И РЕЗУЛЬТАТЫ ИХ ПРОМЫШЛЕННОГО СКРЕЩИВАНИЯ

Специальность 06.02.01 - разведение, селекция  
и воспроизводство сельскохозяйственных животных

АВТОРЕФЕРАТ  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

ТАРТУ - 1991

Работа выполнена в отделе рыбоводства Эстонского научно-исследовательского института животноводства и ветеринарии.

Научный руководитель - кандидат биологических наук, старший научный сотрудник М. И. ПУК.

Научный консультант - кандидат биологических наук Т. К. Паавер

Официальные оппоненты: доктор сельскохозяйственных наук, профессор В. А. ПРИВЕЗЕНЦЕВ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор Р. Р. ТЕЙНБЕРГ

Ведущее учреждение - Эстонский Сельскохозяйственный Университет

Защита состоится «5» ... декабря 1991 г. в «13<sup>30</sup>» часов на заседании Специализированного Совета № 122.01.01 при Эстонском научно-исследовательском институте животноводства и ветеринарии имени А. Мэльдера.

Адрес: 202400, Эстония, г. Тарту, ул. Крейцвальда, д. 1. Ученый совет ЭстНИИЖВ.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке Эстонского НИИЖВ.

Автореферат разослан «30» ... октября 1991 г.

Ученый секретарь  
Специализированного совета -  
кандидат сельскохозяйственных  
наук

Э. Локк

Э. Локк

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Прудовое рыбоводство в Эстонии имеет почти столетнюю традицию, так как впервые карпы и форели были завезены уже в 1893 г. (Puhk, 1986). Они и являются основными объектами разведения. Но все больший удельный вес в общем производстве товарной рыбы приобретает карп. Если в 1980 г. производство карпа составило 180,4 т или 28,7 % от общего производства товарной рыбы, то в 1990 г. оно достигло 916,6 т, т.е. 55,5 % (Puhk, 1986; Kirss jt., в печати). Климатические условия Эстонии относительно неблагоприятны для прудового карповодства: в период размножения наблюдаются резкие колебания температуры, вегетационный период бывает относительно коротким и прохладным (количество дней с температурой выше +15° С в среднем 62-63, сумма тепла 1110-1116 градусо-дней), а период зимовки - длительным (до 200 суток). Разведение карпа в этих условиях встречает определенные препятствия, не всегда компенсируемые совершенствованием технологии рыбоводных процессов. Именно поэтому улучшение самого объекта разведения стало одной из основных задач при организации исследовательской работы по карповодству в Эстонском научно-исследовательском институте животноводства и ветеринарии в конце 60-х годов. По предварительным данным оценки, для местного беспородного чешуйчатого карпа характерна приспособленность к размножению в климатических условиях Эстонии, быстрый темп роста на втором году жизни, высокие выход и калорийность мяса (Пухк, 1972). В целях повышения его жизнеспособности, зимостойкости и скорости роста на первом году жизни, а также улучшения экстерьерных показателей, были завезены ролшинский (в 1966-1967 гг.) и немецкий разбросанный карпы (в 1977 г.). Ролшинский карп известен своей повышенной жизнеспособностью и зимостойкостью, а также быстрым темпом роста на первом году жизни (Кирпичников, 1967), а немецкий карп - хорошим экстерьером и высокими рыбохозяйственными и пищевыми качествами (Steffens, 1969). Все эти карпы стали исходным материалом для создания породы эстонского карпа, структура которой представляется нам, как комплекс нескольких отводок (линий разведения), различающихся по определенным признакам и продуктивным качествам. Создаваемые отводки предполагается использовать в двухлинейном промышленном разведении во избежание тесного инбридинга и в расчете на возможность получения гетерозисных комбинаций. Однако до сих пор отсутствовали данные о степени генетической дифференциации исходных форм, достоверные сравнительные данные по их морфологическим и рыбохозяйственным признакам в условиях Эстонии, а также данные по наследованию этих признаков у помесей.

Работа выполнялась в соответствии с всесоюзной отраслевой научно-технической программой О.СХ.47.02 "Усовершенствовать существующие и создать новые породы рыб для различных климатических зон страны. Внедрить разработанные методы совершенствования маточных стад карпа и других видов рыб в прудовые хозяйства".

Цель и задачи исследования. Основной целью работы являлось изучение генетических и морфологических особенностей, пищевых и рыбохозяйственных качеств местного беспородного, ропшинского и немецкого карпов, а также их помесей, выращиваемых в условиях Эстонии и определение направлений дальнейшей селекционной работы. Для достижения этой цели предстояло решить следующие задачи:

1. Определить генотипы ремонтных рыб и производителей местного, ропшинского и немецкого карпов, а также их помесей по полиморфным белкам и ферментам.

2. Сравнить пластические, меристические и анатомические признаки, убойный выход и химический состав мяса у местного, ропшинского и немецкого карпов, а также у их помесей при достижении товарного возраста (трехлетки).

3. Оценить качество потомства (выживаемость, зимостойкость, темп роста, рыбопродуктивность) до трехлетнего возраста при чистопородном разведении местного, ропшинского и немецкого карпов, а также при скрещивании их между собой.

Научная новизна. Впервые дана генетическая характеристика стад местного, ропшинского и немецкого карпов в Эстонии на основе анализа ремонтно-маточного стада, что в отличие от выборок молодежи отражает реальную генетическую структуру стада.

У местного карпа обнаружен в локусе трансферрина неизвестный ранее для него "двойной" вариант аллеля А, у ропшинского карпа установлен полиморфизм в обоих локусах глицерофосфатизомераз.

Впервые в условиях Эстонии проведено сравнительное изучение потомства (в течение трех лет жизни) местного, ропшинского и немецкого карпов, а также их помесей по комплексу рыбоводных, потребительских и морфологических показателей.

Впервые с помощью множественного регрессионного анализа исследована возможность использования показателей экстерьера в качестве предикторов убойного выхода у карпа.

Практическое значение работы. Промышленное скрещивание местного и ропшинского карпов позволяет увеличить выход личинок от общего количества инкубируемой икры в среднем на 13,8 %, выход годовиков из зимовки - в среднем на 1,3 %, выход двухлетков - в среднем на 47,1 %, массу сеголетков - в среднем на 38,9 %, прирост массы двухлетков - в среднем на 7,7 % и рыбопродуктивность двухлетков - в среднем на 62,7 % (по сравнению со средними

показателями лучшей родительской формы). Промышленное скрещивание немецкого и роллинского карпов в свою очередь позволяет увеличить выход двухлетков в среднем на 54,4 %, массу сеголетков - в среднем на 10,7 %, прирост массы двухлетков - в среднем на 6,0 % и рыбопродуктивность двухлетков - в среднем на 66,7 % (по сравнению со средними показателями лучшей родительской формы).

При помощи множественного регрессионного анализа установлена зависимость убойного выхода от значения экстерьерных признаков. Полученные уравнения регрессии могут быть применены при проведении селекции на повышение убойного выхода (для прогнозирования убойного выхода по значениям экстерьерных признаков).

Апробация работы. Основные положения работы были доложены на 4-ом конгрессе Эстонского общества генетиков и селекционеров им. И.И.Вавилова (Таллинн, 1986 г.), на Всесоюзном координационном совещании по научно-техническому прогрессу в рыбоводстве Госагропрома СССР (Москва, 1986 г.), на 3-ем Всесоюзном совещании по генетике, селекции и гибридизации рыб (Тарту, 1986 г.), на международном совещании по генетике карпа (Венгрия - Сарваж, 1990 г.) и на 4-ом международном совещании по генетике в аквакультуре (Китай - Вухан, 1991 г.).

Объем работы. Диссертация состоит из введения и 3 глав: обзор литературы, экспериментальная часть, анализ и обсуждение экспериментальных данных; из выводов, предложений производству и списка использованной литературы. Работа изложена на 145 страницах машинописного текста, содержит 41 таблицу и 31 рисунок. Список литературы включает 157 источников, из которых 52 - иностранных авторов.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Работа выполнена в период с 1985 по 1990 г. на опытной станции по рыбоводству Эстонского научно-исследовательского института животноводства и ветеринарии в пос. Ильматсалу (Тартуский р-н, Эстония). Материалом для изучения генетической структуры ремонтно-маточного стада послужили ремонтные рыбы и производители местного, роллинского и немецкого карпов, а также их помеси. Материалом для изучения морфологических и рыбохозяйственных показателей послужило полученное от них потомство в течение трех лет жизни. Варианты скрещивания: I- местные самки х местные самцы (М); II- роллинские самки х роллинские самцы (Р); III- немецкие самки х немецкие самцы (Н); IV- М♀ х Р♂; V- Н♀ х Р♂; VI- Н♀ х М♂; VII- Н♀ х (МхР)♂; VIII- Н♀ х (РхМ)♂; IX- (МхР)♀ х Н♂; X- (РхМ)♀ х Н♂. В ходе исследований собран и обработан следующий материал: определены генотипы полиморфных белков и фер-

ментов у 501 производителя и ремонтной рыбы, взвешено 10860 разновозрастных рыб, измерено и вскрыто для определения долей частей тела 621 трехлеток карпа, проведено 350 биохимических анализов.

Методом электрофореза в полиакриламидном геле были изучены четыре белковых систем: ТФ, ЭСТ, МДГ и ГФИ. Применялась стандартная методика электрофореза в вертикальном блоке 7 % ПААГ в трис-глициновой буферной системе (Маурер, 1971) с последующим окрашиванием на ферменты и общий белок (Салменкоза, Малинина, 1976). Локусы ЭСТ, МДГ и ГФИ обозначались порядковыми цифрами соответствующего изоэлима, начиная с самого быстрого: Est-1, s-Mdh-1, Gri-1 и Gri-2. Для обозначения аллельных вариантов локусов Gri-1 и Gri-2 рассчитаны относительные электрофоретические подвижности соответствующих полос на электрофореграмме. Аллели локуса Tf были обозначены согласно номенклатуре В.Г. Сапрыкина (1980), аллели локуса Est-1 - согласно номенклатуре В.И. Щербенка (1973) и фенотипы локуса s-Mdh-1 - согласно рекомендации Г.И. Тихомирской (1984). При интерпретации изменчивости по локусу Tf "двойной" вариант аллеля А (обозначенный нами А') при подсчете частот аллелей был объединен с вариантом А, поскольку гетерозиготный фенотип А'А и гомозиготный фенотип А'А' практически не различимы.

Личинки были получены заводским способом. Учет количества икры, полученной от каждой самки, проводился весовым способом, а подсчет личинок - объемным методом.

Оценка рыбохозяйственных качеств подопытных групп проводилась в производственных условиях. Сеголетки карпа выращивали в прудах площадью 0,2-1,4 га при плотности посадки в среднем 50 тыс. экз./га, двухлетки - в прудах площадью 0,6-0,7 га при плотности посадки 2000-3600 экз./га и трехлетки - в прудах площадью 1,4-1,5 га при плотности посадки 450-1050 экз./га. Кормление сеголетков осуществлялось гранулированным комбикормом, изготовляемым по рецептуре 110-Э, двухлетков и трехлетков - комбикормом по рецептуре 111-Э.

Опыты по зимовке сеголетков проводились в закрытом помещении в стеклопластиковых лотках объемом 1,1 м<sup>3</sup> при плотности посадки 37,5-128,1 кг/м<sup>3</sup> (в среднем 92,8 кг/м<sup>3</sup>). Продолжительность периода зимовки варьировала от 174 до 203 дней.

Сравнительную оценку исходных форм и их помесей провели на личинках, сеголетках, двухлетках и трехлетках карпа. Изучены были следующие показатели: выход личинок от инкубации; зимостойкость сеголетков; выживаемость и рыбопродуктивность двух- и трехлетков; темп роста сеголетков, двухлетков и трехлетков; морфологические признаки, химический состав мяса и соотношение частей тела у

трехлетков.

При оценке относительной скорости роста сеголетков различных племенных групп использовался метод раздельного выращивания с общим контролем, в качестве которого служили немецкие разбросанные карпы. Результаты опытов корректировали по формуле венгерских ученых (Nagy et al., 1980):

$$\hat{P} = P \times \bar{K} / \bar{K},$$

где  $\hat{P}$  - откорректированная средняя масса рыб данной группы;  $P$  - наблюдаемая средняя масса рыб этой группы;  $\bar{K}$  - средняя масса карпов контрольной группы в этом же пруду;  $\bar{K}$  - средняя масса карпов контрольной группы во всех прудах.

Перед зимовкой подопытные группы сеголетков вместе с контрольной группой были серийно мечены по прудам и несколько таких пар (подопытная группа + контрольная группа) перезимовали совместно в общем лотке. Это позволяло уменьшать влияние различий в массе, физиологическом состоянии и упитанности рыб на результаты зимовки. Корректированный выход годовиков из зимовки был вычислен аналогично вычислению откорректированной массы сеголетков.

Скорость роста, выживаемость и рыбопродуктивность двухлетков и трехлетков оценивали при совместном выращивании серийно меченых (путем отрезания плавников и/или введения проционных красителей под чешую или кожу) подопытных групп. Сохранение при переходе к совместному выращиванию нескольких групп немецкого разбросанного карпа с разными начальными массами позволяло определять коэффициенты линейной регрессии весового прироста относительно начальной массы по методу Г.В. Вольфарта и Р.Моава (Wohlfarth, Moav, 1985). Наблюдаемый прирост каждой подопытной группы откорректировали по формуле:

$$Y' = Y - b(X - X_0),$$

где  $Y'$  - откорректированный прирост массы;  $Y$  - наблюдаемый прирост массы;  $b$  - коэффициент линейной регрессии весового прироста по начальной массе;  $X$  - начальная масса данной группы;  $X_0$  - средняя начальная масса всех подопытных групп.

Теоретический прирост рыбопродуктивности (кг/га) подопытной группы вычисляли по формуле:

$$B \times \text{ПМ} \times \text{ПЦ} / 100,$$

где  $B$  - выживаемость, %;  $\text{ПМ}$  - прирост массы, кг;  $\text{ПЦ}$  - нормативная плотность посадки, экз./га (для двухлетков в республиках При-

балтики (Рекомендации . . . , 1976) - 3000 экз./га, для трехлетков - 1000 экз./га).

Гетерозисный эффект исследуемого признака вычисляли по формуле:

$$(ПГ - ПЛР) / ПЛР \times 100,$$

где ПГ - значение признака у гибрида; ПЛР - значение признака у лучшей родительской отводки.

Для анализа данных по выходу, скорости роста и рыбопродуктивности подопытных групп на разных стадиях выращивания (за исключением сеголетков) была использована модель с неповторяемым двухфакторным планом и фиксированными эффектами (Афифи, Эйзен, 1982). При этом данные по выживаемости (за исключением выхода личинок от инкубации) предварительно трансформировали по формуле:

$$\varphi = 2 \arcsin \sqrt{p},$$

где  $p$  - выживаемость рыб, % (Лакин, 1973).

Для анализа данных по скорости роста сеголетков была использована модель с двухфакторным повторяемым планом и фиксированными эффектами (Афифи, Эйзен, 1982). Для оценки дифференциальных эффектов и взаимодействий вышеописанных моделей использовали метод двухфакторного дисперсионного анализа.

Для морфологической характеристики трехлетков карпа были использованы показатели телосложения (в процентах от длины тела: длина головы (С/1) и хвостового стебля (хв/1), высота (Н/1) и толщина (Вг/1) тела, обхват тела (О/1)), коэффициент упитанности по Фультону ( $K_F$ ), индекс внутренних органов (длина камер плавательного пузыря ( $S_1/1$  и  $S_2/1$ ) и кишечника (In/1) относительно длины тела, соотношение камер плавательного пузыря ( $S_1/S_2$ )) и меристические признаки (количество чешуи в боковой линии (L1), число ветвистых лучей в спинном (nD) и анальном плавниках (nA), число хаберных тычинок на 1-ой дуге (Sp.br.), число позвонков с уростилем (Vert.)).

Убойный выход т.е. долю тушки у трехлетков определяли как отношение массы тушки без головы, внутренностей, чешуи и плавников к общей массе рыбы. Химический состав мышц (содержание сухого вещества, хира, белка и зола в % от сырой массы) был определен в химической лаборатории ЭстНИИЖВ. Содержание энергии в мышцах (кдж/кг) вычисляли по формуле:

$$(B \times 17,15) + (Ж \times 38,9),$$

где B - содержание белка в 1 кг мяса (г); Ж - содержание хира в 1



кг мяса (г).

Для породной классификации рыб на основе измерения экстерьерных показателей был применен дискриминантный анализ (Афифи, Эйзен, 1982).

Для прогнозирования убойного выхода по экстерьерным признакам была применена пошаговая процедура множественного регрессионного анализа (Афифи, Эйзен, 1982).

Все данные были статистически обработаны на ПЭВМ "Amstrad PC-1640", с использованием пакета статистических программ (процедуры одно- и многофакторного дисперсионного, дискриминантного, простого линейного и множественного пошагового регрессионного анализа). Достоверность разности между сравниваемыми группами оценивали путем сопоставления 95 % доверительных интервалов (процедура множественного сравнения).

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Генетическая характеристика отводок. Для местного беспородного карпа характерно наличие аллелей А, А' и В в локусе трансферрина, высокая частота "медленного" аллеля локуса Est-1, мономорфизм в локусах Gpi-2 и s-Mdh-1 и полиморфизм в локусе Gpi-1 (табл. 1). По составу генофонда и частотам аллелей этих локусов маточное стадо местного карпа на опытной станции по рыбководству ЭстНИИЖВ несколько отличается от выборки молоди из других рыбхозов Эстонии (Паавер, Гросс, 1930): у них отсутствует аллель Tf<sup>C</sup> и мономорфным является локус Gpi-2. Учитывая невысокий уровень племенного дела в производственных хозяйствах республики, можно предполагать засорение генофонда местного карпа в этих хозяйствах другими породными группами.

По составу генофонда и частотам аллелей локусов Tf и Est-1 выращиваемые в Эстонии немецкие карпы существенно не отличаются от выращиваемых в Литве (Жаюниене, 1983) и на Черепетской ГРЭС (Щербенок, 1980) немецких карпов. Для них характерно наличие аллелей А, В и С в локусе Tf, пониженная по сравнению с местным карпом частота "медленного" аллеля локуса Est-1, мономорфизм в локусе Gpi-1 и полиморфизм в локусах Gpi-2 и s-Mdh-1 (табл. 1).

Стадо ропшинского карпа в Ильматсалу генетически несколько отличается от "настоящих" ропшинских карпов из Роши (Щербенок, 1973; Шарт, Илясов, 1979; Паавер, 1983): у них отсутствует аллель Tf<sup>D</sup> и преобладает "медленный" аллель локуса Est-1, характерный для европейских карпов (табл. 1). Для ропшинских карпов в Ильматсалу характерен также полиморфизм в локусах Gpi-1, Gpi-2 и s-Mdh-1 (табл. 1).

Ни один из исследованных нами локусов не имеет абсолютного

Таблица 1

Частоты аллелей полиморфных локусов у карпов ремонтно-маточного стада

Породная принадлежность, поколение		Tf				Est1	Gpi1	Gpi2	Число рыб	N <sub>e</sub> родителей
		A	B	C	B2	S	100	100		
М	1974	0,75	0,25	0,00	0,00	0,80	0,87	1,00	38	8,9
Р	1972	0,61	0,17	0,22	0,00	0,78	-	-	9	2,7
	1979	0,68	0,12	0,20	0,00	0,86	0,82	0,75	25	5,3
	1982	0,80	0,15	0,05	0,00	0,70	-	-	41	4,8
	1985	0,73	0,14	0,14	0,00	0,79	-	-	22	6,0
Н	1977	0,66	0,19	0,15	0,00	0,63	1,00	0,95	92	-
	1984	0,46	0,29	0,25	0,00	0,43	-	-	54	2,7
МхР	1974	0,67	0,33	0,00	0,00	0,94	1,00	0,93	9	2,7
РхМ	1975	0,54	0,25	0,04	0,17	0,25	1,00	0,57	12	4,0
(МхР)F <sub>2</sub>	1983	0,83	0,16	0,02	0,00	0,75	-	-	32	5,3
(РхМ)F <sub>2</sub>	1983	0,80	0,11	0,02	0,07	0,30	-	-	27	4,0
(МхР)хМ	1984	0,61	0,65	0,05	0,00	1,00	-	-	33	3,0

Примечание. М - местные беспородные карпы, Н - немецкий разбросанный карп, Р - ропшинский карп.

диагностического значения, т.е. нет ни одного локуса, где у разных отводок были бы зафиксированы альтернативные аллели, с помощью которых можно было бы различать особей местного, немецкого и ропшинского карпов.

На основе наших данных сложно судить о генетической близости или отдаленности исходных форм, поскольку число исследованных локусов было небольшим и наблюдались значительные сдвиги частот

аллелей между разными генерациями одной и той же группы. Но если дополнительно учитывать и данные Т. Паавера по мимичной ФГМ и миогенам (Паавер, 1979, 1983; Паавер, Гросс, 1990), можно заметить близость эстонского беспородного и немецкого разбросанного карпов и некоторую отдаленность их от ропшинского карпа.

Отсутствие аллеля  $Tf^C$  у местных карпов и аллеля  $Tf^D$  у ропшинских карпов, значительные сдвиги частот аллелей  $Tf$  и ЭСТ между разными генерациями производителей ропшинского и немецкого карпов, повышенную межгрупповую вариабельность помесных отводок по частотам аллелей  $Tf$  и ЭСТ, а также фиксацию аллелей у местного и немецкого карпов в ряду локусов можно объяснить главным образом случайным генетическим дрейфом, вызванным неравным числом потомков немногих производителей, используемых для воспроизводства маточного стада. Так как потомство единичных производителей может составлять преобладающую часть следующего поколения, легко возникают значительные колебания генетической структуры стада. Даже использование равных объемов половых продуктов разных производителей не обеспечивает пропорциональное распределение генотипов в потомстве, так как разными являются комбинационная способность половых клеток и жизнеспособность эмбрионов (Whitler, 1988; Gile, Ferguson, 1990). Учитывая, что все группы маточного стада в Ильматсалу происходят от немногих производителей (эффективный размер популяций в среднем составляет пять особей (см. табл. 1)) флуктуации его генетической структуры легко объяснимы.

#### Морфологические особенности и пищевые качества товарных рыб.

Из десяти меристических и анатомических признаков, которые рассматриваются как диагностические, характеризующие отдаленность от амурского сазана, достоверные различия между исходными формами выявлены по семи (табл. 2 и 3). Немецкий карп имеет увеличенное по сравнению с ропшинским и местным карпами число жаберных тычинок, относительную длину кишечника и передней камеры плавательного пузыря, а также соотношение передней и задней камер плавательного пузыря. Уменьшенными по сравнению с ропшинским и местным карпами у него являются число лучей в анальном плавнике и относительная длина задней камеры плавательного пузыря. Местный беспородный карп отличается от ропшинского только по числу ветвистых лучей в спинном плавнике: оно у местного карпа в среднем больше, чем у ропшинского. Наследование признаков у помесей первого поколения приблизительно промежуточное, что соответствует литературным данным (Головинская, 1965; Хирпичников, 1967). Значения всех диагностических признаков у немецкого карпа соответствуют величинам этих показателей у рафинированных карпов, как, например, украинский, изобелинский, венгерский татайский и ру

Таблица 2

## Меристические признаки у трехлетков карпа

Породная принадлежность	n	L1	nD	nA	Sp.br.	Vert.
M	32	37,8	18,9	5,0	24,6	35,9
P	60	37,3	17,7	5,0	24,5	35,8
H	60	-	19,2	4,7	25,6	35,7
MxP	60	37,6	18,7	5,0	25,0	35,7
HxP	60	37,2	18,5	5,0	25,6	35,5
HxM	60	37,3	19,1	4,8	25,0	35,4
Hx(MxP)	60	37,2	18,7	5,0	25,3	35,5
(PxM)xH	60	36,9	18,6	5,0	25,0	35,9

Таблица 3

## Пластические и анатомические признаки у трехлетков карпа

Породная принадлежность	n	K <sub>F</sub>	C/1	H/1	Br/1	O/1	In/1	S <sub>1</sub> /S <sub>2</sub>
M	30	3,00	25,0	36,0	18,7	89,2	2,09	1,06
P	60	2,95	24,1	35,3	19,7	88,1	2,16	1,05
H	60	3,40	26,7	39,9	20,8	97,9	2,30	1,51
MxP	60	2,95	24,1	36,0	19,5	89,1	2,25	1,02
HxF	60	3,15	24,8	37,9	20,5	94,0	2,35	1,22
HxM	60	3,35	25,6	39,0	20,5	96,1	2,30	1,25
Hx(MxP)	60	3,30	25,7	38,9	20,8	96,2	2,34	1,23
(PxM)xH	60	3,35	26,1	39,4	21,1	96,9	2,42	1,10

мынский "Фресинет" (Головинская, 1965; Прохорчик, 1972; Илясов и др., 1986). Ропшинский карп имеет типичные для гибридов амурского сазана и карпа значения диагностических признаков (Кирличников, 1967; Прохорчик, 1972), а местный беспородный карп приближается к

чистым карпам лишь по числу ветвистых лучей в спинном плавнике. Таким образом, диагностические признаки поддерживают вывод, полученный на основе данных по белковому полиморфизму, что немецкий и ропшинский карпы являются генетически отдаленными, но близость немецкого и местного карпов на основе диагностических признаков показать не удалось.

Немецкие карпы в условиях Эстонии сохранили свойственный им экстерьер рафинированного карпового типа, а ропшинские карпы - экстерьер сазаньего типа (табл. 3). Местные беспородные карпы занимают промежуточное положение между ними. Наследование экстерьерных признаков у помесей первого поколения является приблизительно промежуточным, что соответствует литературным данным (Кирпичников, 1967; Чапская, Кирпичников, 1971; Suzuki, Yamaguchi, 1980<sup>b</sup>). Ранжировка исходных форм и их помесей на основе экстерьерных показателей была в пределах года всегда одинаковой, но межгрупповые различия (в частности, у помесей) не оказались настолько выраженными, чтобы удовлетворительно классифицировать особей с помощью дискриминантного анализа.

Пищевые качества, т.е. убойный выход и химический состав мяса, у исходных форм достоверно не различаются (табл. 4 и 5). Выход мяса у высокоспинного немецкого карпа и прогонистого ропшинского карпа практически одинаков. Такие же результаты получены В.С. Кирпичниковым (1967) и К.В. Кряжевой (1971) при сравнении ропшинского карпа с украинским и беспородным зеркальным

Таблица 4

Доля частей тела (в % от массы тела) у трехлетков карпа

Породная принадлежность	n	Голова	Внутренности	Чешуи	Плавники	Тужка
М	62	19,6±0,3	12,6±0,7	5,05±0,06	2,37±0,04	58,8±0,3
Р	81	20,4±0,2	11,3±0,2	5,36±0,06	2,29±0,03	58,9±0,3
Н	90	21,8±0,3	12,7±0,2	1,02±0,03	2,42±0,03	59,6±0,4
МхР	90	19,6±0,2	11,9±0,2	5,31±0,05	2,33±0,02	59,1±0,2
НхР	60	20,3±0,2	12,1±0,2	5,07±0,06	2,34±0,03	58,5±0,3
НхМ	58	21,2±0,2	11,7±0,2	4,88±0,04	2,53±0,04	57,8±0,2
Нх(МхР)	60	21,0±0,2	11,7±0,2	4,95±0,04	2,44±0,03	58,2±0,2
(РхМ)хН	60	21,1±0,2	11,0±0,3	5,26±0,06	2,32±0,03	57,2±0,3

Таблица 5

Химический состав мышц у трехлетков карпа (в % от сырой массы)

Породная принадлежность	n	Сухое вещество	Жир	Белок	Зола	Содержание энергии, кДж/кг
<u>1988</u>						
М	10	24,0±0,5	5,8±0,5	15,9±0,6	1,04±0,11	4993±243
Р	10	23,8±0,7	5,8±0,3	16,3±0,6	0,98±0,05	5058±179
Н	10	23,4±0,4	5,2±0,2	16,3±0,5	1,04±0,19	4822±128
МхР	10	25,5±0,5	6,4±0,3	17,4±0,4	0,96±0,04	5484±150
НхР	10	23,4±1,2	5,6±0,8	15,8±0,9	0,99±0,12	4536±580
НхМ	10	23,6±0,6	4,6±0,6	17,2±0,5	1,36±0,26	4395±517
Нх(МхР)	10	24,0±0,6	5,2±0,7	16,8±0,3	1,06±0,11	4590±537
Нх(РхМ)	10	23,3±0,8	5,0±0,7	16,2±0,6	1,09±0,06	4388±542
(МхР)хН	10	22,0±0,6	4,6±0,6	15,6±0,5	1,06±0,13	4149±487
(РхМ)хН	10	24,0±0,3	7,2±0,3	15,5±0,3	1,07±0,15	5436±117
<u>1989</u>						
Р	30	27,6±0,3	8,7±0,4	17,2±0,3	0,97±0,04	6332±133
Н	30	27,6±0,5	9,4±0,4	16,5±0,3	1,01±0,04	6477±161
МхР	30	28,0±0,6	8,5±0,5	17,3±0,3	1,04±0,05	6298±197
НхР	30	29,1±0,5	10,1±0,4	17,1±0,3	1,01±0,04	6850±159
НхМ	30	26,7±0,4	7,7±0,5	16,9±0,2	1,09±0,07	5887±181
Нх(МхР)	30	27,6±0,5	8,4±0,3	17,4±0,3	1,00±0,02	6239±125
(РхМ)хН	30	27,7±0,5	8,8±0,5	16,9±0,3	1,09±0,06	6331±196

карпами. Следовательно, различия в высокостепенности не отражаются на убойном выходе. Множественный пошаговый регрессионный анализ выявил, что наиболее информативными для определения убойного выхода по экстерьерным признакам являются индексы большеголовости, толщины и обхвата, а также относительная длина хвостового стебля (оценка уравнения регрессии при комбинированных данных:  $Y = 70,48 - 0,56 C/1 - 0,49 Bg/1 - 0,21 хв/1 + 0,17 O/1$ ). Чем больше обхват тела и чем меньше остальные показатели, тем больше убойный выход у товарного карпа. Относительно длинная голова и толстое тело у немецкого карпа (коррелируют с долей головы и внутренностей, соответственно) упраздняют его преимущество перед рожинскими и местным карпами по длине хвостового стебля и обхвату

тела, уравнивая тем самым условия выход. Доля съедобных частей и химический состав мяса у помесей и родительских форм существенно не различается. Следовательно, скрещивание исходных форм не позволяет улучшать пищевые качества, и достигать большего убойного выхода можно лишь при помощи отбора, используя при оценке рыб в качестве косвенных признаков индексы большеголовости, толщины и обхвата и относительную длину хвостового стебля.

Рыбохозяйственная характеристика исходных форм и результаты их промышленного скрещивания. Важнейшим показателем для рыбовода является рыбопродуктивность пруда, которая определяется жизнеспособностью и приростом массы рыб. Различия в жизнеспособности и в росте могут иметь либо генетическую, либо паратипическую (разные средовые факторы) природу. Для нас представляли интерес прежде всего генетические различия среди подопытных групп и поэтому мы стремились обеспечить одинаковые условия окружающей среды для всех подопытных групп, применяя разные методы уравнивания средовых факторов (метод контрольной группы, совместное выращивание подопытных групп).

Плодовитость у карпа достаточно высокая, но уменьшение отходов при инкубации икры тем не менее задача немаловажная, позволяющая экономичнее использовать производителей и тем самым снизить затраты на содержание маточного стада. Статистически достоверные различия в выходе личинок между исходными формами отсутствовали, но местный карп и помесь МхР имели достоверное преимущество перед помесью НхМ (табл. 6). Учитывая и повышенную по сравнению с ропминским и немецким карпами рабочую плодовитость местного карпа (Тохверг, в печати), можно сделать вывод о том, что местный беспородный карп имеет хорошие репродуктивные показатели.

Зимостойкость сеголетков имеет в климатических условиях Эстонии большое значение: сеголетки проводят в зимовальных прудах или логгах до 200 дней и отходы в зимовальных прудах составляют в среднем 28,6 % (по данным 10 зимних сезонов в рыбхозе "Ильматсалу") - (Puhk, Veidenberg, 1985). Сравнительные опыты в лотках показали, что ропминский карп и его помеси МхР и НхР достоверно превосходят местного карпа по зимостойкости сеголетков (разница в выходе годовиков в среднем 30 %) (табл. 6). Преимущество ропминского карпа перед местным показали и опыты в зимовальных прудах (Пухк, 1972). Такого результата следовало и ожидать, так как повышенная зимостойкость является главной особенностью ропминского карпа (Кирпичников, 1967). Гетерозисный эффект у помесей первого поколения отсутствует, но так как выход годовиков ропминского карпа и помесей МхР и НхР из зимовки был практически одинаков, его с успехом можно использовать для повышения зимо-

Таблица 6

## Рыбохозяйственная характеристика исходных форм и их помесей

Показатели	Исходные формы			Помеси F1		
	М	Р	Н	МхР	НхР	НхМ
Выход личинок от инкубируемой икры, % (1985-1989 гг.)	50,9	35,8	40,2	57,3	33,9	24,9
Выход годовиков из зимовки, % (1986/87-1989/90 гг.)	60,0	90,4	74,2	91,6	90,5	74,1
Выход двухлетков, % (1987-1990 гг.)	43,6 <sup>1)</sup>	34,2	22,1	50,3	52,8	22,2
Выход трехлетков, % (1988-1990 гг.)	59,3 <sup>2)</sup>	77,3	42,7	76,8	72,1	65,7
Масса сеголетков, г (1986-1989 гг.)	22,7	25,2	20,0	35,0	27,9	26,7
Прирост двухлетков, г (1987-1990 гг.)	232,6 <sup>1)</sup>	242,3	243,5	261,7	257,6	255,5
Прирост трехлетков, г (1988-1990 гг.)	574,5 <sup>2)</sup>	627,7	654,7	559,3	636,7	712,0
Теоретическая рыбо- продуктивность 1+, кг/га (1987-1990 гг.)	291,5 <sup>1)</sup>	245,3	158,8	399,2	408,8	186,5
Теоретическая рыбо- продуктивность 2+, кг/га (1988-1990 гг.)	321,5 <sup>2)</sup>	486,0	304,0	437,3	445,7	454,7

Примечание. 1) - данные 1987 и 1989 гг.; 2) - данные 1988 и 1990 гг.



стойкости местного, а также немецкого карпов.

Выход двухлетков и трехлетков из производственных прудов рыбхоза "Ильматсалу" за 11 лет в среднем составлял 63,9 и 92,3 %, соответственно (Puhk, Veidenberg, 1985). Уменьшение отходов на втором году жизни является важной задачей, так как на выращивание годовиков сделаны значительные затраты. Наши опыты показали, что важным фактором, влияющим на выживаемость двух- и трехлетков карпа, является породная принадлежность рыб. Ропшинский карп имел достоверное преимущество перед немецким карпом в трехлетнем возрасте (разница в среднем 35 %), различия в двухлетнем возрасте имели случайный характер (табл. 6). По данным двух лет выращивания можно также утверждать, что выход двухлетков у местного карпа в эти годы был приблизительно одинаковым с выходом двухлетков у немецкого карпа, а в трехлетнем возрасте их жизнеспособность приближался к таковой у ропшинского карпа. Помеси МхР и НхР превзошли немецкого карпа как в двухлетнем, так и в трехлетнем возрасте, а также помеси НхМ в двухлетнем возрасте (табл. 6). Хотя помесь немецкого карпа с ропшинским превзошла обеих родительских форм по выживаемости двухлетков (в среднем на 30,7 и 12,1 %, соответственно), гетерозисный эффект не оказался достоверным. Тем не менее, скрещивание с ропшинским карпом позволяет значительно повысить жизнеспособность двухлетков и трехлетков у немецкого и местного карпов.

Достоверные межгрупповые различия в приросте массы наблюдали лишь на первом году жизни: ропшинские карпы имели преимущество перед местными, местные карпы в свою очередь перед немецкими и у всех помесей первого поколения наблюдался достоверный гетерозисный эффект (от 11 до 39 %) (табл. 6). Ускоренный темп роста ропшинского карпа на первом году жизни отметили и другие авторы (Кирпичников, 1967; Кряжева, 1971; Пухк, 1972; Пономаренко, 1973). Межгрупповые различия в двух- и трехлетнем возрасте имели случайный характер (табл. 6) и, следовательно, в нашей серии экспериментов не подтвердились утверждения о замедлении темпа роста ропшинского карпа на втором и третьем году жизни (Кирпичников, 1967; Кряжева, 1971; Пономаренко, 1973).

В целях совмещения показателей выживаемости и прироста массы был вычислен показатель теоретической рыбопродуктивности. Но так как межгрупповые различия в приросте массы у двух- и трехлетков имели случайный характер, решающим фактором при определении рыбопродуктивности оказалась жизнеспособность рыб. По этой же причине ранжировка групп на основе рыбопродуктивности осталась практически одинаковой с ранжировкой групп на основе жизнеспособности, хотя достоверность межгрупповых различий несколько изменялась: среди двухлетков преимущество перед немецким карпом

сохраняли лишь помеси МхР и НхР, а среди трехлетков - лишь ропшинский карп (табл. 6). Рыбопродуктивность местного карпа по двухлетним данным была промежуточной по сравнению с ропшинским и немецким карпами.

Таким образом, среди исходных форм наилучшие рыбохозяйственные показатели в условиях прудовых хозяйств Эстонии имеет ропшинский карп. Местный беспородный карп имеет некоторое преимущество перед ропшинским карпом по экстерьерным и репродуктивным показателям, а немецкий разбросанный карп отличается лишь своим экстерьером. Пониженные по сравнению с ропшинским и местным карпами рыбохозяйственные показатели немецкого карпа можно прежде всего объяснить не подходящими для него климатическими условиями Эстонии. Но в настоящее время немецкий карп с успехом используется в тепловодном рыбоводстве СССР (Пономаренко, 1980; Смирнов, Некрасова, 1986) и поэтому его можно рекомендовать в качестве исходного селекционного материала для создания высокопродуктивной породы применительно к тепловодным хозяйствам нашей республики (Балтийская ГРЭС, Эстонская ГРЭС и др.), продукция которых приобретает все больший удельный вес в общем производстве карпа в Эстонии.

Несмотря на различное происхождение исходных форм и генетические различия между ними, статистически достоверный гетерозисный эффект при их скрещивании обнаружили лишь по скорости роста сеголетков. Это, по-видимому, связано с недостаточным уровнем инбредности исходных форм, на что указывает и достаточно высокий уровень изменчивости полиморфных белков и ферментов. Но скрещивание исходных форм позволяет совместить повышенную зимостойкость и жизнеспособность ропшинского карпа с хорошими экстерьерными и репродуктивными показателями местного и немецкого карпов.

## ВЫВОДЫ

1. По составу генофонда и частотам аллелей полиморфных белков и ферментов местный беспородный и немецкий разбросанный карпы относительно близки и являются типичными представителями европейских карпов. Ропшинский карп частично потерял черты, характерные для одного из его предков - амурского сазана, но тем не менее несколько отличается от местного и немецкого карпов. Ни один из исследованных нами локусов (*Tf*, *Est-1*, *Gpi-1*, *Gpi-2*, *s-Mdh-1*) не имеет абсолютное диагностическое значение.

2. Потерю и фиксацию аллелей, значительные сдвиги частот аллелей между разными генерациями производителей и повышенную межгрупповую вариабельность помесных отводок можно объяснить

главным образом случайным генетическим дрейфом, вызванным неравным числом потомков немногих производителей, используемых для воспроизводства маточного стада.

3. Значения всех диагностических признаков ( $Sp.br.$ ,  $In/1$ ,  $S_1/1$ ,  $S_2/1$ ,  $S_1/S_2$ ,  $nD$ ,  $nA$ ) у немецкого карпа соответствуют величинам этих показателей у рафинированных европейских карпов. Ропшинский карп имеет типичные для гибридов амурского сазана и карпа значения этих признаков, а местный беспородный карп приближается к чистым карпам лишь по числу ветвистых лучей в спинном плавнике.

4. Показатели экстерьера у исходных форм соответствуют их происхождению: немецкие карпы сохраняли свойственный им экстерьер рафинированного карпового типа, а ропшинские карпы - экстерьер сазаньего типа. Местные беспородные карпы занимают промежуточное положение между ними.

5. Сравнительная оценка пищевой ценности исследуемых групп карпа показала, что исходные формы по убойному выходу и химическому составу мяса достоверно не различаются. Увеличить убойный выход можно, по-видимому, лишь при помощи отбора, используя при оценке рыб в качестве косвенных признаков индекс большеголовости, толщины и обхвата, а также относительную длину хвостового стебля.

6. Опыты по сравнительному выращиванию исходных форм показали, что ропшинский карп имеет достоверное преимущество перед местным беспородным карпом по скорости роста и зимостойкости сеголетков, а перед немецким карпом - по скорости роста сеголетков и по жизнеспособности и рыбопродуктивности трехлетков. Местный беспородный карп превосходит немецкого лишь по скорости роста сеголетков. Статистически достоверных различия по выводимости икры, жизнеспособности, рыбопродуктивности и приросту массы у двухлетков, а также по приросту массы трехлетков у карпов разного происхождения не обнаружено.

7. Статистически достоверный гетерозисный эффект при скрещивании исходных форм обнаружен лишь по скорости роста сеголетков, но тем не менее скрещивание с ропшинским карпом позволяет значительно повысить жизнеспособность, зимостойкость и рыбопродуктивность местного и немецкого карпов.

8. На основании анализа собранных данных по оценке генетических, морфологических, пищевых и рыбохозяйственных качеств исходных форм мы считаем, что главными направлениями дальнейшей селекции являются:

а) сохранение исходных форм в чистом виде с применением реципрокного периодического отбора для большей их генетической дифференциации по жизнеспособности и темпу роста, чтобы увеличить

гетерозисный эффект при их промышленном скрещивании;

б) применение разных типов синтетического скрещивания с целью совмещения полезных свойств исходных форм и отбор гибридов на закрепление желанных признаков (повышенная жизнеспособность и зимостойкость, ускоренный темп роста).

#### ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПРОИЗВОДСТВУ

Выращиваемое в Эстонии стадо ропминского карпа обладает повышенными по сравнению с местным и немецким карпами показателями жизнеспособности, зимостойкости и роста, а также удовлетворительными пищевыми качествами при чистопородном разведении и может быть рекомендован для выращивания в прудовых хозяйствах Эстонии. Хорошая комбинационная способность ропминского карпа при скрещивании с местными и немецким карпами указывает на целесообразность применения промышленного скрещивания этих групп в прудовых хозяйствах Эстонии.

С целью исключения случайного изменения частот аллелей и предотвращения дальнейшего увеличения степени бесконтрольного инбридинга необходимо для воспроизводства маточного стада использовать как можно большее количество производителей с равным соотношением полов и обеспечить их равный вклад в потомство. В целях восстановления генофонда у выращиваемого в Эстонии стада ропминского карпа было бы целесообразно скрещивать его с представителями "настоящего" ропминского карпа из Роппи.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. Гросс Р. О типах трансферрина и эстераз у производителя карпа (*Surginus carpio* L.) Ильматсалуской опытной станции по рыбоводству // Сб. науч. тр. / Эст. НИИ животноводства и ветеринарии, 1985. № 56. С. 172-179.

2. Гросс Р.Э., Пулк М.Х., Тохверт Т.К. Рыбохозяйственная оценка исходного материала для селекции эстонского карпа // III Всесоюзное совещание по генетике, селекции и гибридизации рыб: Тез. докл. - М., 1986. С. 54-56.

3. Гросс Р. Оценка породных групп карпа и их помесей по росту сеголеток // Генетика и селекция в научно-техническом прогрессе: Тез. докл. 4. конгресса ЭСТОГИС 28-29 октября 1986. - Таллин, 1986. С. 21-22.

4. Пулк М.Х., Тохверт Т.К., Гросс Р.Э. Селекционно-племенная работа с карпом в Эстонской ССР // Всесоюзное координационное совещание по научно-техническому прогрессу в рыбоводстве Госагропрома СССР: Тез. докл. - М., 1986. С. 80-81.

5. Гросс Р. Зависимость убойного выхода от породной принадлежности, экстерьера и массы тела у трехлетков карпа // Достижения науки и передовой опыт. Рыбоводство. - 1989. - № 20. - С. 25-30 (на эстонском языке).

6. Гросс Р.Э., Пухк М.Х., Тохверт Т.К. Генетическая и рыбохозяйственная оценка исходного материала для селекции эстонского карпа // Селекция рыб. - М., 1989. С. 47-55.

7. Гросс Р.Э., Лухк М.Х., Тохверт Т.К. Оценка некоторых генетических и рыбохозяйственных показателей исходного материала для селекции эстонского карпа // Генетика в аквакультуре: Труды 3-го Всесоюзного совещания по генетике, селекции и гибридизации рыб / Тарту, 1986 г. - Л., 1986. - С. 196-206.

8. Гросс Р. Породные различия в темпе роста карпа // Достижения науки и передовой опыт. Рыбоводство. - 1990. - № 15. - С. 21-27 (на эстонском языке).

9. Паавер Т., Гросс Р. Генетическая изменчивость выращиваемых в Эстонии стад карпа *Cyprinus carpio* L. // Генетика. - 1990. - Т. 26. - № 7. - С. 1269-1278.

10. Gross R. A comparison of genetic, morphometric, production and carcass traits of the common carp strains and strain crosses in Estonia // 4<sup>th</sup> International Symposium on Genetics in Aquaculture: Abstracts. - Wuhan, 1991. P. 46-47.

Trükkimiseks antud 18.10.91. Formaat 60x84/16.  
Trükipoognaid 1,25. Tingtrükipoognaid 4,16.  
Arvestuspoognaid 4,18. Tiraaž 400. Tell. nr. 239.  
EÜ rotaprint, Tartu, Riia 12.