

ЮБИЛЕИ

УДК 575:639.3.032

**ОСНОВНЫЕ ИТОГИ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛАБОРАТОРИИ ГЕНЕТИКИ  
И СЕЛЕКЦИИ РЫБ ВНИИПРХ ЗА 80 ЛЕТ ЕЕ СУЩЕСТВОВАНИЯ**

© 2012 г. А.В. Рекубратский, А.В. Поддубная, В.Я. Катасонов, Н.В. Демкина,  
Л.А. Шарт, В.М. Симонов, Л.И. Цветкова, В.Н. Дементьев

*ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного  
рыбного хозяйства», Московская обл., Дмитровский р-н, пос. Рыбное, 141821*

Статья поступила в редакцию 20.04.2012 г.

Исследования по генетике и селекции рыб были начаты в СССР по инициативе и под общим руководством выдающегося биолога Н.К. Кольцова и затем были продолжены его учениками Д.Д. Ромашовым, К.А. Головинской и В.С. Кирпичниковым.

В 1932 г., сразу же после организации Центрального научно-исследовательского института прудового рыбного хозяйства (ЦНИИПРХ, с 1934 г. – ВНИИПРХ), в его составе, в отделе прудового рыбоводства, по инициативе Н.К. Кольцова был создан сектор генетики. Первым заведующим лабораторией по предложению Н.К. Кольцова стал Валентин Сергеевич Кирпичников. Это было первое в СССР и в мире специализированное научное подразделение, занимавшееся вопросами генетики и селекции рыб.

В 1937 г. заведующим лабораторией стал Ф.И. Михайлов. В первые годы войны лаборатория временно прекратила свое существование, однако в 1944 г. она была восстановлена и до 1948 г. работами руководила К.А. Головинская.

Принято считать, что генетику и генетиков в СССР стали преследовать после августовской сессии ВАСХНИЛ 1948 г. Однако это не так. Уже с середины 30-х годов начались мракобесные гонения на генетику, которые возглавили Т.Д. Лысенко и И.И. Презент. Печальными вехами этих гонений стали репрессии против многих генетиков и селекционеров (в том числе сотрудников лаборатории Е.И. Балкашиной и Д.Д. Ромашова), статья в газете «Правда» «Лжеученым не место в Академии наук», (1939 г.), арест и гибель Н.И. Вавилова, разгон Института экспериментальной биологии, возглавляемого Н.К. Кольцовым. Как вспоминал В.С. Кирпичников, «...после дискуссии, организованной в 1939 г. журналом «Под знаменем марксизма», генетика фактически была официально осуждена и держалась лишь на энтузиазме отдельных ученых». После Отечественной войны гонения продолжились с новой силой и достигли апогея в 1948 году, когда «мичуринская биология» была назначена единственно верным учением.

В этой ситуации генетические исследования, проводимые лабораторией, и ее первые заведующие не избежали гонений и нападок. В.С. Кирпичников в 1937 г. вынужден был уйти из института, а К.А. Головинская в 1948 г. была смещена с должности заведующей.

К.А. Головинская сыграла неоценимую роль в жизни лаборатории. Крупный ученый, генетик и селекционер, она обладала бесстрашием и огромными организационными способностями. Благодаря героизму и таланту К.А. Головинской лаборатория сохранилась в 1940-е годы, а исследования по генетике не прекращались даже в 50-х годах и были широко развернуты с наступлением оттепели в начале 1960-х гг.

В 1948-1962 гг. лабораторией руководили Г.В. Кадзевич и Д.В. Шаскольский.

После перевода в 1962 г. ВНИИПРХ из Москвы в пос. Рыбное (Дмитровский район Московской обл.) К.А. Головинская вновь возглавила лабораторию и руководила ею вплоть до выхода на пенсию. С 1975 г. лабораторией заведовал ученик К.А. Головинской Вячеслав Яковлевич Катасонов. Во второй половине 1990-х - начале 2000-х гг. в институте часто происходили перестройки структуры, лаборатории то разбивались на секторы, то объединялись в отделы, потом отделы расформировывались. В этот период времени должность заведующего лабораторией занимал ее многолетний сотрудник, заместитель директора по научной работе Юрий Иванович Илясов.

Основной целью исследований лаборатории на всем протяжении ее восьмидесятилетнего существования является селекция рыб и создание новых пород. Работу достаточно условно можно разделить на три взаимосвязанных направления: исследования по генетике рыб; практическая селекция карповых рыб и разработка методов селекции; разработка научных основ и организация племенной работы. В 1980-е годы добавилось еще одно направление: исследования в области криобиологии и организация криобанка генетических ресурсов рыб.

#### ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ГЕНЕТИКЕ РЫБ

Первые работы сектора генетики касались изучения популяционной структуры сазана. В 1933-1940 гг. В.С. Кирпичниковым и К.А. Головинской с коллегами были выполнены работы по изучению рыбохозяйственной ценности четырех форм карпа, различающихся по характеру чешуйного покрова: (чешуйчатого, разбросанного, линейного и голого). Было убедительно доказано, что последние две формы карпа (линейная и голая) малопригодны для выращивания в прудовых хозяйствах из-за пониженной зимостойкости и относительно низкой скорости роста.

Связь между признаками продуктивности и чешуйного покрова побудила сотрудников лаборатории (В.С. Кирпичников, Е.И. Балкашина, К.А. Головинская) к изучению закономерностей наследования типов чешуйного покрова у карпа. Было установлено, что у голых и линейных карпов в геноме содержится летальный ген N, в гетерозиготном состоянии вызывающий сильную редукцию чешуи и влияющий на развитие многих признаков. Гомозиготные по гену N эмбрионы погибают через три-четыре дня после начала развития. Сочетания двух независимо наследующихся пар генов, Ss и Nn, определяют четыре типа чешуйного покрова.

Исследование плейотропного действия генов чешуйного покрова карпа было продолжено в первой половине 1940-х гг. и затем в 1960-1970-х гг. (К.А. Головинская, Л.И. Цветкова, А.А. Попова, М.А. Щербина). Было показано разнообразное действие генов S и N на целый ряд рыбоводных, морфологических и физиологических признаков.

В 1939 г. сотрудником лаборатории И.А. Анищенко было отмечено явление однополости в некоторых популяциях серебряного карася, которые были представлены только самками. Эти наблюдения послужили отправной точкой открытия естественного гиногенеза у этого вида. Естественный гиногенез – особый способ размножения, при котором развитие осуществляется только под контролем материнской наследственности. Осеменение при этом необходимо, однако хромосомы спермия инактивируются в цитоплазме яйцеклетки и не участвуют в

контроле развития. Гиногенетическое потомство серебряного карася представлено исключительно самками (одноположенское потомство), поскольку наследует только материнские полоопределяющие факторы. Первая работа, посвященная естественному гиногенезу у серебряного карася, была опубликована в 1947 г. (К.А. Головинская, Д.Д. Ромашов при участии В.А. Мусселиус).

Успешные работы по изучению гиногенеза у рыб были прерваны в 1948 г., однако не остались незамеченными специалистами лысенковского призыва. В начале 1950-х гг. во ВНИИПРХе проводили работы по созданию породы «советского карася», в которых, в полном соответствии с догматами лысенкоизма, наследственность однополый (гиногенетической) формы серебряного карася «расшатывали» с помощью «скрещиваний» с карпом, а полученное потомство «воспитывали» в избранном воспитателями направлении. Однако законы природы оказались сильнее политической целесообразности, и карась остался серебряным, так и не перековавшись в «советского». Конечно, К.А. Головинская и ее сотрудники в этих работах не участвовали.

В 1960-е годы Н.Б. Черфас и К.А. Головинской были продолжены исследования однополый (гиногенетической) и двуполой форм серебряного карася. Было показано, что при созревании ооцитов у самок однополый формы исключается первое деление мейоза, что обуславливает сохранение исходного числа хромосом в яйцеклетках и их генетическую тождественность. Оказалось также, что серебряные караси однополый формы являются триплоидами и имеют 150 хромосом, тогда как караси двуполой формы – диплоидны (100 хромосом). Это был первый случай обнаружения естественной полиплоидии у рыб. Л.И. Похиль обнаружила различия по эритроцитарным антигенам между однополый и двуполой формами серебряного карася. Позднее, в 1980-е годы, Т. Саат (аспирант Н.Б. Черфас) выяснил механизм инактивации хромосом спермия в яйцеклетках однополый формы серебряного карася: вокруг мужского пронуклеуса формируются мембраноподобные структуры, которые не позволяют ему слиться с материнским пронуклеусом.

Данные, полученные при изучении естественного гиногенеза, явились основанием для разработки метода индуцированного (искусственно вызванного) гиногенеза у карпа.

В конце 50-х и в 60-е годы сотрудники лаборатории генетики ВНИИПРХ (К.А. Головинская, Н.Б. Черфас) совместно с ихтиологической группой лаборатории радиационной генетики Института биофизики Академии наук СССР (Д.Д. Ромашов, В.А. Беляева, А.А. Прокофьева-Бельговская и др.) проводили широкомасштабные работы по изучению действия ионизирующей радиации на рыб. В ходе этих исследований был разработан метод индуцированного гиногенеза у карпа. Для искусственной инактивации мужских хромосом спермии облучали рентгеновскими лучами в высоких дозах (100-200 килорентген). При осеменении облученными спермиями яйцеклеток мужские хромосомы сливались в пикнотическое ядро, что не позволяло образоваться мужскому пронуклеусу и приводило к развитию эмбрионов только за счет гаплоидного материнского набора хромосом. Гаплоидные гиногенетические зародыши способны развиваться до вылупления, затем они погибают с характерными признаками морфологических аномалий (гаплоидный синдром). Для получения гиногенетических диплоидов

неоплодотворенные яйцеклетки подвергали холодовому шоку, который подавляет завершение второго деления мейоза.

Индукцированный гиногенез у карпа является пионерской разработкой отечественной науки. Первые публикации об индуцированном гиногенезе вызвали огромный интерес со стороны специалистов-генетиков разных стран, во многих ведущих лабораториях мира были немедленно начаты исследования этого метода на разных видах рыб, а лаборатория генетики и селекции ВНИИПРХ приобрела мировую известность. В 1974 г. было получено авторское свидетельство на способ получения диплоидного гиногенеза у рыб (Н.Б. Черфас, К.А. Головинская, Л.И. Цветкова). В настоящее время этот метод широко используется в генетических и селекционных исследованиях во многих странах мира.

До перевода ВНИИПРХ в пос. Рыбное генетические исследования проводились в Загорском опытном рыбхозе, без помощи директора которого, А.Я. Лазаревой, они вряд ли могли быть успешно выполнены.

В отличие от амейотического гиногенеза у серебряного карася, индуцированный диплоидный гиногенез должен иметь своим генетическим следствием расщепление в потомстве по некоторым аллельным признакам, частота которого зависит от расстояния между геном и центромерой. Однако частота расщепления по большинству генов невелика: гиногенетическое потомство имеет очень высокий уровень гомозиготности, превышающий уровень инбридинга при самооплодотворении. Было показано, что гиногенетическое потомство карпа представлено только самками. Таким образом, этот вид имеет женскую гомогаметность (XX).

На протяжении 1960-1980 гг. было получено четыре последовательных поколения индуцированного гиногенеза у карпа. Четвертое гиногенетическое поколение настолько гомозиготно, что при пересадках плавников между особями наблюдали приживление трансплантатов. Результаты трансплантационного теста позволили рассчитать количество генов гистосовместимости у карпа, которое оказалось равным 32 (Н.Б. Черфас, М.И. Абраменко, А.В. Рекубратский).

В 1980-е гг. методика получения индуцированного гиногенеза у карпа была усовершенствована (Н.Б. Черфас, В.А. Илясова, Б.И. Гомельский, О.В. Емельянова, А.В. Рекубратский, Е.В. Панкратьева). Инактивацию мужских хромосом осуществляли с помощью коротковолнового УФ-облучения, а диплоидизацию гаплоидов вызывали с помощью теплового шока, который применяли или сразу после осеменения (мейотический гиногенез), или при прохождении первого деления дробления (митотический гиногенез).

Гиногенетическое потомство карпа было использовано в 1980-е гг. Б.И. Гомельским при разработке метода гормональной инверсии пола у карпа в мужском направлении. По частоте появления самцов можно было легко судить об эффективности воздействия мужского полового гормона метилтестостерона при превращении женского пола в мужской.

В 1980-е годы сотрудниками лаборатории (Н.Б. Черфас, Б.И. Гомельский, О.В. Емельянова, А.В. Рекубратский, Е.В. Панкратьева) проведены исследования по разработке и других генетических методов селекции карпа: генетической регуляции пола, индуцированного УФ-мутагенеза, искусственной полиплоидии, отдаленной гибридизации.

Одноположенское потомство карпа можно легко производить в промышленных количествах, скрещивая обычных самок с самцами-инверсантами, полученными из гиногенетических самок с помощью гормональных воздействий. В условиях тепловодных хозяйств или трехлетнего оборота самок карпа выращивать выгоднее, чем обычное двуполое потомство, поскольку они созревают медленнее, чем самцы, и в товарном возрасте тратят меньше энергии на генеративный обмен. В этом отношении еще выгоднее выращивать стерильных триплоидных рыб, которых получают с помощью подавления второго деления мейоза у обычных диплоидных эмбрионов.

Попытки получить жизнеспособное тетраплоидное потомство у карпа не удалось. Подавляя у ранних зародышей первое деление дробления, довольно легко получить большое количество тетраплоидных личинок, однако они погибают в первые месяцы жизни. Во всех опытах удалось вырастить только одного тетраплоидного годовика карпа.

При разработке метода индуцированного мутагенеза, в котором в качестве мутагенного агента использовалось коротковолновое ультрафиолетовое излучение, было показано, что обработка спермиев в полулетальных дозах вызывает наследуемое увеличение фенотипической изменчивости хозяйственно-ценных признаков. В работах с ультрафиолетом были изучены механизмы восстановления ДНК от УФ-повреждений – фотореактивация и другие виды репарации. Весьма интересными оказались результаты опытов с одновременным облучением и спермиев и яйцеклеток. Показано, что облучение яйцеклеток в небольших дозах индуцировало в них мощную репарацию, которая приводила к исправлению УФ-повреждений в хромосомах спермиев.

В 1970-х годах лабораторией были возобновлены исследования по частной генетике карпа (В.Я. Катасонов, с 1990-х гг. в работе также участвуют В.Н. Дементьев и А.В. Климов). В результате гибридологического анализа у завезенных из Японии цветных карпах – кои были выявлены 3 аллельные системы генов, контролирующих развитие в наружных покровах пигментных клеток – меланофоров и ксантофоров. Нормальное развитие меланофоров обусловлено присутствием хотя бы одного доминантного аллеля дубликатной системы генов ( $B_1b_1$ ;  $B_2b_2$ ). Позднее было установлено наличие еще одного аллеля ( $B'$ ), присутствие которого обуславливает редукцию меланофоров только в верхнем слое кожи, с сохранением их в более глубоких слоях. Отложение пигмента в ксантофорах детерминировано доминантным аллелем  $R$ .

Рыбы с обычным для карпа (диким) типом окраски и нормально развитыми меланофорами и ксантофорами имеют генотип  $RRB_1B_1B_2B_2$ . Оранжевые особи имеют интенсивно развитые ксантофоры, но лишены меланофоров (генотип  $R-b_1b_1b_2b_2$ ). Гомозиготы  $rr$ , имеющие хотя бы один доминантный аллель  $B_1$  или  $B_2$ , окрашены в серовато-голубой цвет. Белая окраска, связанная с отсутствием в коже рыб меланофоров и ксантофоров, обусловлена гомозиготностью рецессивных аллелей всех генов ( $rrb_1b_1b_2b_2$ ).

Среди рыб, завезенных в 1990-х гг. из Электрогорского хозяйства, были обнаружены особи с белой окраской, обусловленной наличием у них рецессивных генов-ингибиторов ( $i$ ), подавляющих проявление других генов окраски.

Наряду с рецессивными типами, были выявлены изменения в окраске тела, обусловленные доминантными генами L, D и Ml.

Ген L вызывает устойчивую контракцию (пикноз) меланофоров, в связи с чем рыбы имеют светлую или светло-золотистую окраску тела. Как и ген чешуйного покрова N, ген светлой окраски в гомозиготном состоянии является летальным: особи с генотипом LL погибают вскоре после вылупления эмбрионов.

Ген D обуславливает наличие у рыб характерного рисунка – блестящей светло-желтой полосы вдоль основания спинного плавника и специфического орнамента на голове (в виде бабочки). Ген не оказывает существенного влияния на жизнеспособность рыб, поэтому может использоваться для генетического маркирования племенных групп карпа.

Под действием гена Ml чешуя, кожа головы и плавников приобретают выраженный металлический блеск, обусловленный интенсивным развитием в эпидермисе гуанофоров.

Исследование биохимического полиморфизма белков рыб во ВНИИПРХ началось в 1971 г. Вначале работы по изучению характера наследования продуктов полиморфных белковых локусов у карпа выполняли совместно с группой сотрудников биологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова, возглавляемой К.А. Трувеллером. В последующие десятилетия сотрудники лаборатории продолжили эти работы самостоятельно, изучив характер наследования у карпа некоторых аллелей локуса эстераз, трансферринов, преальбуминов (Н.В. Демкина, Ю.И. Илясов, Л.А. Шарт). Это позволило организовать генетический мониторинг и на основе многолетних данных провести анализ микроэволюционных процессов в селекционных группах карпа. Некоторые полиморфные гены, не оказывающие существенного влияния на жизнеспособность рыб (трансферрины, миогены и др.), были использованы для генетического маркирования племенных групп карпа (В. Я. Катасонов).

Н.В. Демкиной совместно с сотрудниками биофака МГУ им. М.В. Ломоносова А.Н. Паюсовой и Т.Н. Целиковой изучена возможность использования биохимических маркеров в генетических исследованиях и селекции растительноядных рыб. Была продемонстрирована возможность проведения генетической экспертизы племенных стад пестрого и белого толстолобиков и идентификации гибридов между ними с помощью продуктов мономорфных локусов преальбуминов, миогенов, супероксиддисмутазы и щелочной фосфатазы.

С середины 1990-х годов большое внимание было уделено изучению полиморфизма белковых локусов у представителей отряда осетрообразных – веслоноса, сибирского осетра и стерляди. Были выявлены биохимические маркеры, пригодные для целей генетического мониторинга промышленных стад этих видов (совместные работы лаборатории - Н.В. Демкина, Ю.И. Илясов, Л.А. Шарт, МГУ – А.Н. Паюсова, Т.Н. Целикова, Института общей генетики – Г.Д. Рябова, Д.В. Политов). Усилиями сотрудников института впервые методом гибридологического анализа изучен характер наследования полиморфных белковых локусов у сибирского осетра и стерляди. Описаны локусы, для которых соотношение генотипов в потомствах индивидуальных скрещиваний подтверждает дисомное расщепление (например, локус *LDH-4\** у сибирского осетра) и полиморфные

системы, представленные изолюками, соотношение генотипов по которым предполагает тетрасомное наследование (*PGDH-1,2\** у сибирского осетра).

С конца 1970-х гг. и до настоящего времени в лаборатории проводится комплекс исследований гибридов серебряного карася (двуполая форма) с карпом (Н.Б. Черфас, О.В. Емельянова, А.В. Рекубрятский, Б.И. Гомельский, В.Я. Катаонов, Е.В. Панкратьева, Л.Н. Дума, Е.В. Иванеха, В.В. Дума, В.А. Илясова, С.И. Лаврухина, Л.А. Шарт, В.Н. Дементьев, А.В. Поддубная, Д.А. Балашов, Н.В. Рекубрятский, К.В. Ковалев и др.). Самцы карасекарпов первого поколения (F1) стерильны (обычное следствие отдаленной гибридизации), а самки частично плодовиты и продуцируют диплоидные гаметы. В процессе созревания гибридные ооциты претерпевают эндомитоз, а затем два последовательных мейотических деления. Такой характер созревания приводит к возникновению в индивидуальных потомствах гибридных самок клонов, что было доказано с помощью анализа по биохимическим маркерам и трансплантационного теста. Гибридные самки с инвертированным полом («самцы-инверсанты») также оказались способными давать нередуцированные диплоидные спермии, что позволило при скрещивании их с «нормальными» гибридными самками получить тетраплоидное потомство.

Поскольку гибридные самцы стерильны, воспроизводство карасекарпов осуществляют с помощью индуцированного гиногенеза, искусственной диплоидизации эмбрионов при этом не требуется. К настоящему времени получено уже седьмое последовательное поколение гиногенеза. Репродуктивная функция гибридных самок в течение гиногенетического воспроизводства значительно улучшилась.

В возвратных скрещиваниях гибридных самок с самцами родительских видов получают триплоидное потомство, содержащее, соответственно, два генома серебряного карася и один геном карпа или, наоборот, два генома карпа и один геном серебряного карася. Отдельные самки возвратных триплоидных гибридов на серебряного карася оказались частично плодовитыми, они продуцируют триплоидные яйцеклетки. В скрещиваниях таких самок с самцами карпа получено тетраплоидное (амфидиплоидное) потомство, представленное плодовитыми самками и самцами, продуцирующими редуцированные гаметы.

Последовательные этапы получения двуполого тетраплоидного потомства (гибридизация, однополые гиногенетические формы, полиплоидия, восстановление бисексуальности) воссоздают эволюционный процесс возникновения тетраплоидных видов у карповых, лососевых, осетровых и других рыб, который, по гипотезе Б.Л. Астаурова, протекал через такие же стадии.

Все три формы карасекарпов (две триплоидные и диплоидная) представляют значительный интерес в качестве объектов аквакультуры, как это было показано в специальных исследованиях.

В начале 1980-х годов были организованы исследования по количественной генетике признаков продуктивности объектов аквакультуры. Сотрудниками лаборатории (Ю.И. Илясов, С.Ш. Михайлова, В.М. Симонов) совместно с учеными кафедры генетики и микробиологии Кубанского государственного университета (Ю.А. Волчков, В.П. Радецкий, М.В. Ганченко, С.И. Решетников) проведены исследования и разработаны генетические основы селекции растительноядных рыб и

новых объектов рыбоводства. На белом толстолобике, пестром толстолобике, белом амуре были апробированы методы, построенные на системном описании изменчивости фенотипа с последующим использованием адекватных методов многомерного статистического анализа. Исследование генетической структуры изменчивости признаков продуктивности и устойчивости к неблагоприятным средовым факторам позволило обосновать принципы семейной селекции с последующим проведением периодического отбора (Ю.И. Илясов, В.М. Симонов).

На основании генетического анализа альбинизма у канального сома, завезенного в Россию в 1980-х годах, были разработаны рекомендации по использованию этого признака при двухлинейном разведении (Ю.И. Илясов, С.Ш. Михайлова, Ю.А. Волчков).

Сотрудниками ВНИИПРХ (Ю.И. Илясов, В.М. Симонов, Н.В. Демкина, Н.В. Рекубрятский) и Кубанского Госуниверситета (Ю.А. Волчков, В.И. Тюрин) были разработаны генетические и морфологические методы комплексной системы идентификации племенной продукции в рыбоводстве (карповых, осетровых, лососевых). Были разработаны и успешно апробированы методы системного анализа комплексов фенотипических и биохимических признаков для решения задач, связанных с идентификацией селекционно-ценных генотипов по фенотипу. Предлагаемая система идентификации племенного материала позволяет на основании генетических маркеров и системного анализа признаков морфотипа определить принадлежность определенных групп рыб к соответствующей породе (типу, кроссу, одомашненной форме, виду рыб).

С конца 80-х гг и до настоящего времени лабораторией (Б.И. Гомельский, А.В. Рекубрятский, Л.И. Цветкова, К.В. Ковалев, Л.Н. Дума, В.В. Дума, В.Н. Дементьев) совместно с лабораторией биохимической эмбриологии Института биологии развития РАН им. Н.К. Кольцова (А.С. Грунина, А.А. Нейфах, А.А. Минин, Н.С. Мюге), Зоомузеем МГУ (Е.Д. Васильева) и ВНИРО (В.А. Барминцев, А.Е. Барминцева, О.С. Чудинов) проводятся исследования по индуцированному андрогенезу у рыб. При андрогенезе развитие протекает только под контролем отцовского хромосомного аппарата, а материнская ядерная наследственность из развития исключается. Для инактивации хромосом яйцеклетки облучают высокими дозами ионизирующего излучения (20-25 килорентген), а диплоидизация андрогенетических гаплоидов достигается с помощью подавления тепловым шоком первого деления дробления. В результате такое потомство оказывается полностью гомозиготным.

Диплоидный андрогенез был впервые получен у карпа, выюна и сибирского осетра. Андрогенетические карпы, представленные самками и самцами, были выращены до половой зрелости. Потомство, полученное в скрещивании андрогенетических самцов с обычными самками карпа, оказалось однополумужским. Это означает, что андрогенетические самцы имели в генотипе две одинаковые половые хромосомы (YY, в обычном потомстве – XY).

Из исследованных видов осетры оказались наиболее чувствительными к высокому уровню гомозиготности: они погибали на ранних стадиях постларвального развития. Для получения жизнеспособного андрогенетического потомства у осетровых был предложен и успешно разработан метод диспермного андрогенеза. Наличие у яйцеклеток осетровых нескольких микропиле при определенных условиях



позволяет добиться полиспермного осеменения. Применение теплового шока, разрушающего микротрубочки семенных звезд мужских пронуклеусов, приводит к образованию диплоидного зиготического ядра. При объединении хромосомных наборов спермиев одного самца коэффициент инбридинга составляет 0,5, а если спермии принадлежали двум разным самцам, уровень гомозиготности у андрогенетической особи оказывается таким же, как и при обычном скрещивании самца с самкой.

Исследования по диспермному андрогенезу на протяжении ряда лет проводились в Краснодарском крае, на базе Адыгейского осетрового завода. Большую помощь в организации этих работ оказали заместитель директора КрасНИИРХ М.С. Чебанов, а также Э.А. Савельева и Ю.Н. Чмырь.

С помощью диспермного андрогенеза были получены жизнеспособные потомства у сибирского, русского и персидского осетров, севрюги, стерляди, шипа и белуги. Исследование полового состава андрогенетического потомства сибирского осетра показало, что в нем присутствовали как самцы, так и самки.

Большой интерес представляет получение с помощью андрогенеза ядерно-цитоплазматических гибридов, которые образуются при осеменении инактивированного яйца одного вида спермиями другого. С теоретической точки зрения такие гибриды представляют интерес как материал для изучения взаимоотношений ядра и цитоплазмы в раннем развитии. Кроме того, индуцированный андрогенез представляет чуть ли не единственный путь восстановления генотипов утраченных видов из сохраненных с помощью криоконсервации спермиев. В этом случае также необходимо получать андрогенез с использованием яйцеклеток другого вида.

Впервые у позвоночных были получены жизнеспособные ядерно-цитоплазматические андрогенетические гибриды между севрюгой и белугой, русским и персидским, русским и сибирским осетрами. С помощью молекулярно-генетического анализа было показано, что ядерная ДНК полученных гибридов принадлежит только отцовскому виду, а митохондриальная, локализованная в цитоплазме – материнскому. Кроме того, молекулярными методами был подтвержден и диспермный характер происхождения гибридов.

Многие комбинации, однако, оказались нежизнеспособными, прежде всего такие, которые составляют виды с разным числом хромосом. Андрогенетические гибриды между такими видами погибали на разных стадиях эмбрионального развития. Для преодоления ядерно-цитоплазматической несовместимости был предложен метод, в котором жизнеспособных андрогенетических гибридов можно получить, используя яйцеклетки не чистых видов, а обычных (истинных) гибридов, предварительно полученных в обычном скрещивании.

Морфологический анализ ядерно-цитоплазматических андрогенетических гибридов выявил неожиданное явление: сохранение длительного (до возраста одного года) матроклинического эффекта по ряду признаков.

С 1993 г. лаборатория (Е.В. Иванеха, Л.Н. Дума, В.В. Дума, А.В. Рекубрятский) участвует в совместных с кафедрой эмбриологии МГУ и ВНИРО (В.А. Барминцев, С.М. Расторгуев) исследованиях по генной инженерии у карпа. В качестве трансгена используется рекомбинантная конструкция, содержащая ген соматотропина белого толстолобика и промотор металлотинеина радужной форели.

Первичную трансформацию карпов проводили с помощью микроинъекций рекомбинантной конструкции в бластодиски ранних эмбрионов. Идентификацию трансгенных рыб осуществляли с помощью блот-гибридизации и полимеразной цепной реакции со специфичными к последовательностям трансгена праймерами.

Показан опережающий рост трансгенных карпов по сравнению с обычным потомством. Получены последовательные четыре поколения трансгенных карпов. Обнаружено, что в мейозе у большинства особей, идентифицированных как трансгенные по образцам соматических тканей, происходит элиминация трансгена, в результате их гаметы и потомство свободны от него. Однако выявлены особи, способные передавать трансген без его трансформации, которые могут стать основателями племенного стада стабильно трансгенных форм карпа. В качестве мер по повышению сохранности трансгена в геноме предложено выводить трансген в гомозиготное состояние с помощью индуцированного гиногенеза, а также использовать для получения первично трансгенного потомства яйцеклетки диплоидных гибридов серебряного карася с карпом. Особенности мейоза гибридных самок (эндомитоз и изогенность гиногенетического потомства) должны способствовать сохранению трансгена после встраивания его в хромосомы.

В середине 1990-х гг. лабораторией (А.А. Вихман, Л.П. Генералова, Е.В. Панкратьева) совместно с Р.С. Сахаровым (Центральный институт гематологии и переливания крови РАМН) изучены группы крови у карпа, сибирского осетра и канального сома. Описаны основные системы эритроцитарных антигенов у карпов, принадлежащих к породам и породным группам, создаваемым во ВНИИПРХ. Предложено использовать наиболее активные антигены для маркирования племенных групп.

В последние годы выполнены успешные опыты по получению у осетровых мейотического гиногенеза (А.В. Рекубрятский, К.В. Ковалев, Д.А. Балашов – ВНИИПРХ; А.С. Грунина, Б.Ф. Гончаров, М.Н. Скоблина – ИБР РАН; В.А. Барминцев, А.Е. Барминцева – ВНИРО, Т.С. Голованова – Ихтиологическая комиссия), который был достигнут у русского осетра, севрюги и стерляди. Из яйцеклеток, созревших и овулировавших *in vitro*, вне тела самки, получено и выращено гиногенетическое потомство сибирского осетра. В сложных полевых условиях предпринята попытка получения гиногенеза у исчезающего вида – сахалинского осетра (Д.А. Балашов, К.В. Ковалев; А. Черняк – Московский зоопарк). Наряду с андрогенезом индуцированный гиногенез также рассматривается как один из методов сохранения биоразнообразия осетровых.

Развитие товарного осетроводства, в том числе производства в аквакультуре пищевой икры, поставило задачу проведения исследований по регуляции пола у осетровых. Получение одноположенного потомства возможно двумя путями: с помощью гормональной инверсии пола и создания специальных форм рыб, потомство которых представлено только самками (генетическая регуляция). В опытах по гормональной инверсии пола (начаты во второй половине 2000-х гг.) в которых молоди бестера, русского и сибирского осетров скормливали корм, содержащий женский половой гормон эстрадиол, были получены одноположенские потомства (К.В. Ковалев, А.В. Рекубрятский, В.В. Дума, Л.Н. Дума, С.А. Купченко, Д.А. Балашов, Е.А. Виноградов). В настоящее время на Конаковском заводе по осетроводству формируется однополое маточное стадо сибирского осетра.

Ожидается, что через три-четыре года оно достигнет половой зрелости, тогда можно будет оценить плодовитость инвертированных производителей.

Для того чтобы приступить к разработке способа генетической регуляции пола у осетровых, необходимо было изучить у них генетический механизм определения пола. С этой целью исследовали половой состав в гиногенетических потомствах разных видов осетровых (совместная работа лаборатории – А.В. Рекубратский, К.В. Ковалев, Д.А. Балашов, Института проблем эволюции и экологии РАН – В.П. Васильев, Е.Б. Лебедева, О.А. Бадртдинов, и Зоомузея МГУ – Е.Д. Васильева). Показано, что гиногенетические потомства сибирского осетра и стерляди представлены как самками, так и самцами, а все гиногенетические севрюги неожиданно оказались самцами. В совокупности с имеющимися литературными данными по половому составу в гиногенетических потомствах бестера, тупорылового и белого осетров полученные результаты позволяют достаточно уверенно предполагать у осетровых женскую гетерогаметность. Такой механизм определения пола менее благоприятен для его генетической регуляции, чем мужская гетерогаметность, которая имеет место у карповых. Для ее реализации необходимо создать самок с конституцией полоопределяющих факторов WW, что возможно при сочетании методов гиногенеза, инверсии пола и гибридологического анализа.

#### СЕЛЕКЦИЯ РЫБ

В 1930-1940-х гг. были выполнены важнейшие работы, направленные на повышение продуктивности, общей жизнеспособности, зимостойкости и устойчивости к заболеваниям карпа, разводимого в центральной и южной зонах европейской части СССР. С этой целью культурных карпов (в основном это были потомки галицийского карпа) скрещивали с волго-каспийским и амурским сазаном (В.С. Кирпичников, К.А. Головинская, Ф.И. Михайлов, И.А. Анищенко, В.Н. Миловидова и др.). У внутривидовых гибридов (помесей) карпа с волжским сазаном наблюдали гетерозис по скорости роста и выживаемости при выращивании сеголетков. Однако эти гибриды не обладали достаточной зимостойкостью и были подвержены заболеваниям краснухой. Гибриды с амурским сазаном (представителем другого подвида, *Cyprinus carpio haematopterus*) проявляли гетерозис по всем необходимым признакам. Их использование позволило продвинуть карповодство на Северо-Запад СССР, где карпы раньше не выживали из-за суровых условий зимовки. В последующие годы выращивание гибридов карпа с амурским сазаном получило широкое распространение во многих регионах страны. Для получения гибридов первого поколения в ряде хозяйств были сформированы маточные стада амурского сазана.

В 1950 г. под руководством К.А. Головинской в рыбхозе «Пара» Рязанской обл. были начаты работы по созданию породы карпа, предназначенной в основном для разведения в рыбхозах Центрального и Центрально-Черноземного региона России (II и III зоны рыбоводства). Основной целью этих работ было повышение жизнестойкости и скорости роста рыб путем гибридизации местного карпа с амурским сазаном.

Для формирования исходного селекционного стада из рыбхоза «Пуйга» Тверской обл. были завезены самцы амурского сазана, которых скрестили с местными самками с разбросанным чешуйным покровом. Отобранные во втором-третьем поколениях гибридов чешуйчатые особи послужили основой для

формирования одной из племенных групп, получившей название «отводка М». Позднее была заложена вторая племенная группа – отводка УМ, полученная от скрещивания гибридов с разбросанным чешуйным покровом с завезенными в 1964 г. украинскими рамчатыми карпами.

Основным методом селекции парского карпа было проведение интенсивного массового отбора среди сеголетков и двухлетков, выращенных по прогрессивной производственной технологии. Особенно жесткий отбор по массе проводили в первых поколениях селекции, когда он достигал 0,5% от числа выращенных рыб.

В середине 1960-х годов работы по селекции парского карпа возглавила Ю. П. Боброва, в них участвовали сотрудники лаборатории С.И. Лаврухина, В.Я. Катасонов, А.Г. Гарин и др., а также работники рыбхоза «Пара» Э. В. Воронкова, Л.А. Елуфимова, А. А. Полянский, Н.Т. Тимиров, П.М. Щелокова, В.Е. Акатов и др.

В 1989 г. парский карп был признан породой (первой в России), позднее получившей широкое распространение в рыбхозах страны. Помеси между внутривидовыми племенными группами (чешуйчатой отводкой М и разбросанной УМ), проявляющие эффект гетерозиса, используют для товарного выращивания во многих районах Европейской территории России.

В 1981 г. обе отводки парского карпа были завезены на Центральную экспериментальную базу ВНИИПРХ «Якоть» (пос. Рыбное Московская обл.). Здесь они прошли несколько поколений селекции на приспособленность к относительно суровым климатическим условиям первой зоны рыбоводства. Одновременно с этим проводили целенаправленный отбор рыб по массе тела и экстерьеру, а также по плодовитости самок.

В 1999 г. было получено авторское свидетельство и патент на внутривидовый тип парского карпа московский чешуйчатый (авторы Ю.П. Боброва, Н.В. Демкина, В.Я. Катасонов, С.И. Лаврухина). В 2004 г. статус внутривидового типа получил московский разбросанный карп (Ю.П. Боброва, В.Я. Катасонов, С.И. Лаврухина, А.В. Рекубрятский, Л.А. Шарт).

В 1963 г. на опытном участке Ангелинского рыбхоза Краснодарского края под руководством В.С. Кирпичникова были начаты исследования по созданию пород карпа с повышенной устойчивостью к симптомокомплексу «краснухоподобных» инфекционных заболеваний – аэромонозу и весенней виремии. Первоначально работы велись ГосНИОРХом, где тогда работал В.С. Кирпичников. После перехода в 1971 г. В.С. Кирпичникова в Институт цитологии РАН исполнение работ было перенесено во ВНИИПРХ, В.С. Кирпичников остался руководителем, а соруководителем от ВНИИПРХ стал сотрудник лаборатории генетики и селекции Ю.И. Илясов. В работах принимали участие сотрудники лаборатории Л.А. Шарт, Г.Ф. Тихонов, М.В. Ганченко, А.Л. Осташевский, А.А. Вихман, В.М. Симонов, С.Ш. Михайлова, Л.П. Генералова, рыбовод Г.А. Гончарова.

Селекцию краснухоустойчивого карпа проводили одновременно с тремя племенными группами – местными с разбросанным типом чешуи (М), ропшинскими чешуйчатыми (Р, завезенными из рыбхоза «Ропша» Ленинградской обл.) и украинско-ропшинскими (УР, помеси украинских рамчатых и ропшинских чешуйчатых карпов, среди которых в процессе селекции отбирали только чешуйчатых особей). Украинско-ропшинские помеси были получены с целью

совмещения высокой жизнестойкости ропшинских карпов с отличными продуктивными качествами украинских рамчатых карпов.

Основным методом селекции этих групп карпа была выбраковка больных рыб на фоне естественных вспышек заболевания. На завершающих этапах селекции, когда вспышки заболеваний значительно ослабли, проводили искусственное заражение рыб патогенными бактериальными и вирусными культурами.

В результате работ были созданы уникальные породы карпа – ангелинский чешуйчатый и ангелинский зеркальный с наследственной резистентностью к заболеванию краснухой. Обе породные группы в 1998 г. признаны селекционными достижениями (авторы М.А. Веприков, Ю.И. Илясов, В.С. Кирпичников, Г.Ф. Тихонов, К.А. Факторович, Л.А. Шарт). По результатам комиссионной оценки преимущество отселекционированных карпов по сравнению с контрольными рыбами составило при бактериальном заражении до 30%, при вирусном – до 60%. Породы районированы для разведения на Северном Кавказе, являющемся естественным очагом данного заболевания.

В начале 60-х годов под руководством К.А. Головинской, а позднее В.Я. Катасонова, при участии сотрудников лаборатории Ю.П. Бобровой, Л.И. Цветковой, Н.В. Дёмкиной, Н.Б. Черфас, И.И. Стояновского, А.В. Поддубной, В.Н. Дементьева, А.В. Рекубратского, С.И. Лаврухиной, А.А. Поповой, И.И. Ибрагимова, А.Ф. Авсюк и др. были организованы работы по созданию породы среднерусского карпа. Селекция направлена на повышение темпа роста и выживаемости карпа в климатических условиях I-II зон рыбоводства. В основу формирования ядра будущей породы был заложен принцип синтетической селекции – с созданием комплекса внутripородных групп (отводок), полученных путем скрещивания нескольких неродственных групп карпа (украинской – У, нивской – Н, курской – К, загорской – З, немецкой – Нем), каждая из которых обладала определенными хозяйственно полезными свойствами.

Создаваемая порода включает несколько параллельно селекционируемых отводок, в том числе исходную группу загорских карпов и три помесные группы: З/Н-К, З-У/Н-К, Нем/У-НК<sup>D</sup>. Племенные группы отличаются друг от друга характерными маркерными признаками: чешуйным покровом, окраской или определенным типом белка сыворотки крови (трансферрин), что позволяет поддерживать их в чистоте.

Племенная группа Нем/У-НК<sup>D</sup>, маркированная геном окраски D, привнесённым с помощью вводного скрещивания самок У-НК с самцами кои, характеризуется наличием на теле рыб специфического рисунка.

В настоящее время отводки среднерусского карпа прошли 5-6 поколений селекции и представляют собой ценные породные группы, которые используются для получения высокопродуктивных промышленных гибридов во внутripородных и межпородных скрещиваниях с парским карпом.

На основе имеющейся в племенном стаде одомашненной формы амурского сазана создана генетически маркированная группа КМ-1, гомозиготная по гену чешуйного покрова (SS) и рецессивному гену мышечного белка миогена (My). В 2006 г. на эту породу было получено авторское свидетельство и патент (авторы В.Я. Катасонов, А.В. Поддубная, Н.В. Дёмкина).

Порода КМ-1 предназначена, прежде всего, для промышленного скрещивания с карпом с целью получения гибридного потомства с повышенной жизнеспособностью. Рекомендуются для выращивания в прудовых хозяйствах I и II климатических зон рыбоводства, характеризующихся коротким летом и продолжительной суровой зимой. Гибриды могут представлять практический интерес также и в более южных районах при неблагоприятных условиях выращивания (неблагоприятный гидрохимический режим, наличие заболеваний и т.д.).

Наличие нескольких параллельно селекционируемых групп рыб представляет широкие возможности для проведения промышленной гибридизации.

С 1991 по 2010 гг. сотрудники лаборатории (В.Я. Катаонов, В.Н. Дементьев, А.В. Поддубная, И.И. Круглов, А.А. Кидов и др.) исследовали более 10 комбинаций различных межлинейных, внутривидовых и межвидовых скрещиваний. Установлено, что промышленные гибриды первого поколения позволяют получать дополнительно до 10-15% и более пищевой рыбной продукции.

На основании проведенных исследований для выращивания в рыбоводных хозяйствах Центрального и Северо-Западного регионов России был предложен чешуйчатый гибрид (кросс) Дмитровский, получаемый в скрещивании производителей московского чешуйчатого карпа (внутривидового типа парского карпа – МЧ) и генетически маркированной породы КМ-1. Кросс Дмитровский обладает повышенной жизнеспособностью и благодаря этому обеспечивает более высокий уровень рыбопродуктивности прудов при выращивании как посадочного материала, так и товарной рыбы. В 2007 г. на это селекционное достижение получены авторское свидетельство и патент (авторы В.Я. Катаонов, А.В. Поддубная, В.Н. Дементьев, С.И. Лаврухина).

Отводка среднерусского карпа Нем/У–НК<sup>D</sup> использована для получения топкросса Мадам Баттерфляй. Вначале от самки Нем/У–НК<sup>D</sup> получили высокоинбредное гиногенетическое потомство, в котором с помощью гормонального воздействия получили фенотипических самцов ХХ. Для получения топкросса самцов-инверсантов предложено скрещивать с самками московского разбросанного карпа. Все особи от такого скрещивания являются самками с разбросанным чешуйным покровом и рисунком, обусловленным действием гена D.

Одноположенный топкросс Мадам Баттерфляй представляет интерес для культивирования в прудовых хозяйствах южного региона (III–IV зоны рыбоводства), где половой диморфизм по скорости роста проявляется уже в товарном возрасте и позволяет увеличить рыбопродуктивность на 10-15%. Немаловажное значение имеет и привлекательный внешний вид карпов, несущих на теле и голове красивый рисунок. В настоящее время подготовлена заявка на получение патента на новое селекционное достижение топкросс Мадам Баттерфляй.

В ближайшем будущем будут проведены работы по апробации еще одного селекционного достижения – гиногенетической линии самок карасекарпов. Сейчас формируется маточное стадо из самок уже седьмого гиногенетического поколения, обладающих высокими показателями репродуктивной способности. Самки карасекарпов будут использоваться для получения стерильных высокопродуктивных гибридов в скрещиваниях с самцами карпа и серебряного карася.

Кроме работ по практической селекции, в лаборатории разрабатывались методы селекции, а также методы отбора и оценки производителей по признакам, сопряженным с продуктивностью. Такие методы позволяют повысить эффективность селекционной работы с рыбами. О генетических методах селекции, разработанных в лаборатории, говорилось выше. И.Ф. Гмырей и В.Я. Катасоновым разработан метод отбора сеголетков и двухлетков по устойчивости к хронической гипоксии и показана связь между устойчивостью рыб и их продуктивностью. Был усовершенствован метод общего контроля, позволяющий снизить влияние фактора среды при испытании наследственных продуктивных свойств племенных групп карпа (В.Я. Катасонов).

Большое внимание уделено разработке методов, вовлекающих в селекционный процесс рыб на личиночных стадиях развития. В отличие от двухлетков и даже сеголетков отбор на личинках позволяет значительно повысить его напряженность. Оценка производителей по их потомству в возрасте личинок позволяет значительно облегчить работу и существенно снизить потребности в однотипных выростных водоемах при проведении индивидуального отбора.

В исследованиях, начатых в 1990-е гг., были найдены тесты, позволяющие связать свойства личинок и продуктивность рыб в товарном возрасте (В.Я. Катасонов, В.Н. Дементьев, В.М. Симонов, Е.В. Виноградов). С использованием этих тестов был разработан метод экспресс-оценки самцов карпа по потомству, а также метод выбора лучших семей при проведении индивидуального отбора по скорости роста и выживаемости. Также была разработана система комплексной оценки продуктивности племенного материала по результатам испытаний на различных этапах онтогенеза (личинки, сеголетки, годовики, двухлетки).

#### РАЗРАБОТКА НАУЧНЫХ ОСНОВ И ОРГАНИЗАЦИЯ ПЛЕМЕННОЙ РАБОТЫ

Научные основы племенного дела в рыбоводстве были заложены К.А. Головинской в 1930-50-х гг.

В конце 1930-х гг. на основе комплекса работ в ряде отделений ВНИИПРХ (на Украине, в Белоруссии, в Центрально-Черноземной зоне, в том числе Московской области) В.С. Кирпичников, К.А. Головинская, Б.Г. Полкашина рекомендовали схему районирования карпа в СССР, включая гибридов с амурским сазаном.

В 1944 г. сотрудниками лаборатории была проведена инвентаризация производителей и ремонтных стад карпа в рыбхозах РСФСР. По результатам обследования рыбхозам были даны рекомендации по организации племенной работы. В 1946 г. Д.В. Шаскольским была подготовлена первая официальная инструкция по племенному делу в карповодстве.

Повторно инвентаризация племенных стад была проведена в 1987-1988 гг. (Л.И. Цветкова, В.П. Воронина, Л.Н. Титарева, В.Я. Катасонов). Практически во всех рыбоводных хозяйствах СССР была собрана информация, касающаяся состава и численности племенных рыб, материально-технической базы племенного рыбоводства, выяснены особенности применяемой в различных хозяйствах биотехники. На основании полученных сведений была составлена схема организации селекционно-племенной работы во все республиках СССР,

а рыбоводным хозяйствам даны рекомендации по биотехнике выращивания и эксплуатации племенных рыб.

В 1950-х гг. под руководством К.А. Головинской были определены нормативы выращивания ремонта и производителей карпа. Тогда же Д.В. Шаскольским была предложена двухлинейная схема разведения карпа в племенных и товарных хозяйствах.

В 1960-х годах К.А. Головинской была предложена трехступенчатая система организации племенной работы в рыбоводстве, предусматривающая выращивание племенных рыб в специализированных селекционных хозяйствах и репродукторах. Промышленные хозяйства при этом освобождались от необходимости выращивать производителей.

Позднее, в 1970-е годы, В.Я. Катасоновым с учетом внедрения заводского способа воспроизводства была предложена двухступенчатая схема организации племенного дела в рыбоводстве. Эта схема предусматривала концентрацию всех работ с племенными рыбами, включая и получение потомства для промышленных целей, в специализированных хозяйствах. Остальные рыбхозы при этом полностью освобождались от необходимости содержать собственные ремонтно-маточные стада, что существенно упрощало процесс.

В 1972 г. коллективом сотрудников была подготовлена инструкция по племенной работе с карпом в рыбхозах, которая стала итогом разработок лаборатории в 1960-е гг.

В 1970-2000-х гг. в лаборатории выполнен комплекс разнообразных исследований по разработке и совершенствованию биотехники племенного и товарного рыбоводства. В.Я. Катасонов, Ю.П. Мамонтов и И.И. Стояновский разработали систему мечения. Ю.П. Бобровой разработаны методы формирования ремонтно-маточных стад и эксплуатации производителей растительноядных рыб в условиях III-I зон рыбоводства, а также нормативы кормления карпа при племенном и товарном выращивании. Г.М. Прониным разработан ряд биотехнических приемов преднерестового содержания производителей карпа (плотность посадки при преднерестовом содержании, облов прудов, бонитировка производителей), составлены рецептуры кормосмесей, учитывающих физиологическое состояние производителей и способствующие увеличению их плодовитости и качества потомства. Был усовершенствован ряд технологических приемов заводского метода воспроизводства, в том числе обесклеивание оплодотворенной икры, выдерживание и учет личинок, транспортировка эмбрионов и личинок и многие другие (работы В.Я. Катасонова, Л.И. Цветковой, К.Н. Докукиной, Т.Г. Петровой, Л.Н. Титаревой, А.Г. Гарина, В.П. Ворониной, Т.А. Кисляковой).

В 1986-1990 гг. в рамках договора о многостороннем международном сотрудничестве стран-членов СЭВ ВНИИПРХ совместно с КрасНИИРХ, КазНИИРХ, МолдНИРХС, УзНИИРХ, ГосНИОРХ и ТСХА было проведено изучение генетических и рыбохозяйственных свойств пород карпа, импортированных из Румынии, ГДР, Венгрии, Югославии и Вьетнама.

Сотрудники лаборатории (Ю.И. Илясов, А.А. Попова, Л.П. Генералова, В.Я. Катасонов и др.) составили описание импортированных пород и разработали рекомендации по их генетическому улучшению, а также по комплектации пользовательских стад в промышленных хозяйствах.



В последние годы в совместных исследованиях с лабораторией кормления рыб ВНИИПРХ (М.А. Щербина) разработаны рецептуры кормов для преднерестового (предзимнего и весеннего периодов) содержания самок карповых рыб (И.А. Жидков, В.Н. Дементьев, В.Я. Катасонов). Использование этих кормов позволило существенно увеличить плодовитость самок и продуктивность их потомства.

Уже более 40 лет сотрудники лаборатории участвуют в получении и выращивании племенного рыбопосадочного материала, который распространяется в рыбные хозяйства многих регионов страны, включая Европейскую часть РФ, Сибирь и Дальний Восток. Эта работа выполняется совместно с коллективом племенного участка «Якоть». Сотрудники племучастка внесли весомый вклад в создание пород и породных групп карпа, с многими из них (А.С. Бобровым, Я.А. Савенком, М.И. Ермошкиным, А.Г. Евстигнеевой, В.А. Бычковым, А.С. Старостиным, А.Н. Пыреговым, М.Н. Никифоровой, А.П. Булычевым, Д.И. Ушаковым, А.А. Кочетовым и др.) мы проработали вместе на протяжении десятилетий.

В 2004 г. в составе ВНИИПРХ был организован племенной завод парского карпа, задачи которого заключаются в совершенствовании парского карпа (его внутривидовых типов московский чешуйчатый и московский разбросанный) и распространении племенного материала и промышленных гибридов в рыбоводные хозяйства страны.

### КРИОБИОЛОГИЯ

С начала 1980-х гг. в лаборатории были организованы исследования по низкотемпературной консервации спермы рыб. Актуальность таких исследований связана с необходимостью длительного сохранения генетического разнообразия редких и исчезающих видов рыб, а также объектов аквакультуры, в том числе ценных пород, локальных стад и форм.

Вначале исследования выполнялись по договору силами Института проблем криобиологии и криомедицины АН СССР (Е.Ф. Копейка, В.В. Черепанов, С.И. Дрокин и др.), затем сотрудниками лаборатории самостоятельно (Л.И. Цветкова, В.Я. Катасонов, С.А. Пилиев, А.А. Кочетов, Н.Д. Пронина, В.А. Миленко, О.Б. Докина и др.). Уже в первые годы исследований были разработаны эффективные методы криоконсервации спермы карповых и осетровых, изучено влияние замораживания спермиев на развитие и рост рыб.

В 1988 г. во ВНИИПРХ был организован первый в мире низкотемпературный банк генетических ресурсов рыб и начались работы по формированию его коллекций. В 1990-96 гг. ВНИИПРХ участвовал в научно-технической программе «Криобанк рыб», которая выполнялась силами 25 научных организаций.

В 1993 г. исследования по криобиологии были перенесены во вновь созданную лабораторию криобиологии (зав. Л.И. Цветкова). Однако между лабораториями сохранились тесные научные и дружеские связи, совместно выполнен ряд важных исследований. В частности, с использованием криоконсервированной спермы получен диспермный андрогенез у севрюги и сибирского осетра, а также андрогенетические гибриды между русским и сибирским осетрами (Л.И. Цветкова, А.С. Грунина, А.В. Рекубратский). Эти опыты

моделировали восстановление полноценного генотипа исчезнувшего вида из сохраненных с помощью криоконсервации спермиев. Начаты исследования по криоконсервации эмбрионов с использованием электропорации для доставки криопротектора через эмбриональные оболочки (от лаборатории криобиологии – Л.И. Цветкова, Н.Д. Пронина, В.А. Миленко, О.Б. Докина; от лаборатории генетики и селекции – В.А. Парнышков, А.В. Рекубратский, К.В. Ковалев).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2012 г. Всероссийскому научно-исследовательскому институту пресноводного рыбного хозяйства исполняется 80 лет. У нас, сотрудников лаборатории генетики и селекции, юбилей двойной. Сколько лет существует ВНИИПРХ, столько же существует и наша лаборатория.

Юбилей – хороший повод вспомнить историю лаборатории, отдать должное ее сотрудникам. В этой статье представлены лишь самые основные работы лаборатории. Что-то осталось за бортом при взыскательном отборе, какие-то работы стерлись из памяти даже у их исполнителей. Что уж говорить о работах, свидетелями которых мы не были. Тут нам очень помогла статья К.А. Головинской «Основные итоги работ лаборатории генетики и селекции»<sup>1</sup>, в которой дана история лаборатории за первые сорок лет ее существования. Поскольку к пятидесятилетнему юбилею никакой статьи опубликовано не было, остается предположить, что следующая историческая статья состоится к 120-летнему юбилею. Так что мы передаем эстафету нашим молодым коллегам и посмотрим, что у них получилось.

Анализируя работу нашей лаборатории, можно выделить некоторые ее характерные особенности. Это во-первых, целенаправленность исследований. Исследования лаборатории были посвящены решению множества самых разных задач, как фундаментальных, так и сугубо прикладных. Но при всей широте проблематики работу лаборатории всегда объединяла главная цель – селекция, генетическое улучшение объектов рыбоводства и создание высокопродуктивных пород. Казалось бы, какая практическая польза от изучения естественного гиногенеза у серебряного карася или генов окраски у декоративных карпов? А в результате был разработан метод индуцированного гиногенеза, который в свою очередь послужил основой других методов генетического улучшения. Гены окраски используются для маркирования племенных рыб и повышения потребительской привлекательности товарной продукции. И наоборот, успех селекции невозможен без оптимизации и постоянного совершенствования множества биотехнических приемов, составляющих основу рыбоводного процесса. Сколько рыбы посадить в пруд? Как ее пометить? Как накормить? Как лучше получить икру, оплодотворить ее, а потом обесклеить? Вот лишь некоторые задачи, над которыми работали сотрудники лаборатории, обеспечивая решение центральной проблемы.

Во-вторых, большинство исследований выполнялось не изолированно, а в содружестве со многими и многими лабораториями ведущих научных учреждений страны. В разные годы в совместных исследованиях принимали участие или выступали консультантами такие крупные ученые как Н.К. Кольцов, В.С. Кирпичников, Д.Д. Ромашов, А.А. Прокофьева-Бельговская, А.С. Гинзбург,

<sup>1</sup> Труды ВНИИПРХ. 1971. Том. 27. С. 183-195

Т.А. Детлаф, Г.М. Персов, А.А. Нейфах, В.Д. Жестяников, Л.А. Животовский, В.П. Васильев, Ю.А. Волчков и другие.

Работа лаборатории регулярно обсуждалась на межинститутских семинарах, в которых участвовали сотрудники родственных лабораторий генетики и селекции из ГосНИОРХа, УкрНИИРХа, БелНИИРХа и других институтов, на заседаниях Совета по генетике и селекции Ихтиологической комиссии. Такие обсуждения всегда были весьма продуктивны, помогали сформировать актуальные направления исследований.

С сожалением мы должны констатировать, что в последние годы межинститутские семинары не проводились, а в 2011 г. была расформирована Ихтиологическая комиссия – уникальное учреждение, которое объединяло под своим крылом ученых из НИИ системы Росрыболовства и Минсельхоза, Российской академии наук и университетов. Излишне говорить, что уменьшение возможностей для научного общения не способствует развитию науки. Добрые традиции надо стремиться сохранять. Пусть юбилей ВНИИПРХ станет поводом, чтобы напомнить об этом руководителям Росрыболовства.

И, наконец, в-третьих, это та атмосфера взаимопомощи и взаимной поддержки, которая сложилась в лаборатории под влиянием высоких человеческих качеств ее первых заведующих, В.С. Кирпичникова и К.А. Головинской, и которая неизменно поддерживалась в лаборатории на протяжении всего периода ее существования.

Жизнь нашей лаборатории кроме работы «в лабораторных условиях» включает сложный, трудный физически «прудовой» сезон, который длится с апреля по ноябрь: весенний облов и учет племенного и экспериментального материала, нерестовая кампания, летнее выращивание, осенний облов. Для нас это то самое «лето, которое год кормит», без этих работ невозможно что-либо сделать в области селекции рыб. Во всех сезонных работах принимают участие все сотрудники лаборатории, независимо от того, какой конкретно тематикой каждый из них занимается. Каждый участвует в общих работах лаборатории, и все сотрудники помогают друг другу в выполнении его научной задачи. Специфика нашей работы требует только такого подхода.

Нам представляется, что эти особенности явились залогом тех больших заслуженных успехов лаборатории, которыми в дни ее 80-летнего юбилея мы можем гордиться.

**MAIN RESEARCH RESULTS OF LABORATORY OF FISH GENETICS  
AND SELECTIVE BREEDING, ALL-RUSSIAN RESEARCH INSTITUTE  
OF FRESHWATER FISHERIES, OBTAINED FOR EIGHTY YEARS  
OF ITS EXISTENCE**

© 2012 y. A.V. Recoubratsky, A.V. Poddubnaya, V.Ya. Katasonov, N.V. Demkina,  
L.A. Shart, V.M. Simonov, L.I. Tsvetkova, V.N. Dement'ev  
*All-Russian Research Institute of Freshwater Fisheries, p. Rybnoe, Moscow Area*