

РГБ ОА
- 3 МАР 1997

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ИНСТИТУТ ОЗЕРНОГО И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА
(ГосНИОРХ)

На правах рукописи

САХАРОВ Андрей Минович

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАВОДСКОГО МЕТОДА
ВОСПРОИЗВОДСТВА КАРПА И САЗАНА**

03.00.10 - ИХТИОЛОГИЯ

ДИССЕРТАЦИЯ

в виде научного доклада
на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Санкт-Петербург

1997

Работа выполнена в Государственном научно-исследовательском институте озерного и речного рыбного хозяйства

Официальные
оппоненты:

-доктор биологических наук,
старший научный сотрудник
Андряшева М.А.,

-доктор биологических наук,
профессор
Баранникова И.А.

Ведущая организация
(предприятие):

Всероссийский научно-
исследовательский институт
прудового рыбного хозяйства

Защита состоится "25" марта 1997 г. в 13 часов на заседании диссертационного совета К 117.03.01 при Государственном научно-исследовательском институте озерного и речного рыбного хозяйства (ГосНИОРХ) по адресу: 199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, 26, ГосНИОРХ.

С диссертацией в виде научного доклада можно ознакомиться в библиотеке ГосНИОРХ

Диссертация в виде научного доклада разослана

"18" февраля 1997 г.

Ученый секретарь
диссертационного
совета, к.б.н.

Дементьева М.А.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность проблемы. В послевоенные годы в нашей стране началось бурное развитие прудового рыбоводства, основным объектом которого являлся карп. Увеличение объемов производства карпа в прудовых хозяйствах происходило как в результате интенсификации рыбоводства (повышение рыбопродуктивности за счет искусственного кормления, удобрения прудов, увеличения плотностей посадок), так и за счет строительства новых прудовых хозяйств. Строились хозяйства в основном большой единичной мощности (500-1000 т). В шестидесятые годы началось строительство хозяйств-гигантов мощностью 5-10 тыс. т товарной рыбы: Новочеркасское, Сулинское, Сусканское и ряд других.

Технологические схемы новых крупных и сверхкрупных прудовых хозяйств проектировались на основе классической биотехники разведения и выращивания карпа в прудах, разработанной в предвоенные годы для хозяйств небольшой единичной мощности. Естественно, что ряд элементов классической биотехники не соответствовал новым условиям. В наименьшей степени соответствовал крупным хозяйствам метод получения личинок карпа в нерестовых прудах. Этот метод предусматривал проведение дружного нереста (высадка производителей в нерестовые пруды в течение 2-3 дней) и зарыбление выростных прудов в сжатые сроки (не более 3 дней на один выростной пруд и не более 10 дней на все пруды). По действовавшим нормативам производительность труда одного рабочего при облове нерестовых прудов составляла 40000 личинок карпа за смену. Очевидно, что такая биотехника неприемлема для хозяйств, годовая потребность которых измерялась десятками и сотнями миллионов личинок карпа.

Помимо низкой производительности труда прудовому методу воспроизводства карпа присущи еще два существенных недостатка: зависимость результатов работы от погодных условий и опасность передачи возбудителей заболеваний от производителей личинкам.

Значительная вероятность массовой гибели икры и личинок при возвратных заморозках вынуждает рыбоводов сдвигать срок нереста до "устойчивого прогрева воды", сокращая короткий период выращивания

сеголеток, и содержать дополнительно многочисленные резервные стада производителей.

Одновременное нахождение в нерестовых прудах производителей и личинок приводит к передаче возбудителей заболеваний от родителей потомству, поддерживает эпизоотию и препятствует радикальному оздоровлению хозяйств.

Наладить крупномасштабное производство сеголеток карпа и улучшить эпизоотическое состояние рыбхозов можно было только на основе заводского метода получения личинок. Этот метод предусматривает проведение основных этапов процесса воспроизводства рыб под контролем специалистов-рыбоводов в управляемых условиях. Заводской метод обеспечивает высокую производительность труда, уменьшает зависимость процесса воспроизводства от погодных условий, позволяет разорвать цепь распространения большинства болезней рыб за счет отсутствия непосредственного контакта производителей и потомства.

К началу шестидесятых годов заводской метод получения личинок широко использовался при воспроизводстве осетровых, лососевых и сиговых рыб. Разработка такого метода для карпа и других весенне-нерестующих рыб сдерживалась из-за отсутствия способов обесклеивания сильноклейкой икры.

Цель и задачи. Целью наших исследований была разработка биологических основ заводского метода получения личинок карпа и сазана и создание биотехнологии, пригодной для крупных промышленных рыбхозов. Для этого было необходимо решить следующие задачи:

1. Разработать способ обесклеивания икры карпа.
2. Уточнить способы и условия остальных биотехнических процессов заводского метода с учетом биологических особенностей карпа.
3. Разработать организационно-техническое обеспечение технологического процесса.

Большая заинтересованность отрасли в ускоренном внедрении заводского метода воспроизводства карпа потребовала разработки комплекса организационно-технических вопросов. Это достаточно полно отражено в "Комплексе нормативно-технологической документации", разработанном при участии автора (в доклад не включен).

Научная новизна. В результате проведенных исследований установлено, что самки карпа и сазана при использовании гипофизарных инъекций созревают при температурах воды, существенно отличающихся от обычных нерестовых температур. Экспериментально показана возможность получения полноценной икры в диапазоне температур от 12° до 28°С. Изучены возможности и предложены способы регулирования сроков созревания производителей карпа. Экспериментально подтверждена возможность получения икры и личинок карпа в любые календарные сроки. На этой основе автором предложены и обоснованы принципиально новые технологические схемы выращивания карпа для прудовых и индустриальных рыбхозов.

Изучение динамики выделения клейкости икрой карпа позволило выявить два разнокачественных периода клейкости и предложить способы ее ингибирования.

Экспериментально установленная тождественность эффекта растворов очищенного препарата гиалуронидазы и водно-солевой вытяжки из свежих или из ацетонированных семенников свидетельствует, что обесклеивание икры карпа и сазана достигается за счет действия фермента, а не инкрустации поверхности икринок частичками измельченных семенников. Возможность ингибирования клейкости растворами гиалуронидазы доказывает участие производных гиалуроновой кислоты в механизме клейкости икры карпа и других рыб.

Опытным путем найдена возможность существенного сокращения общей продолжительности вылупления личинок. По мнению автора, резкое ускорение темпа вылупления объясняется накоплением фермента вылупления в воде и наружным растворением (разрушением) оболочки икры.

Управляемое вылупление и другие наблюдения показали, что освобождение эмбриона от оболочки может происходить на разных стадиях онтогенеза и, следовательно, нельзя считать выклев этапом эмбриогенеза.

Практическая значимость . Проведенные исследования позволили автору разработать биотехнику получения личинок карпа и сазана заводским методом.

Производственная проверка предложенной биотехники на Цимлянском НВХ и других рыбхозах показала, что эта биотехника

пригодна для крупных хозяйств, существенно повышает производительность труда, уменьшает зависимость производственного процесса от погодных условий и позволяет получать личинок, свободных от инвазионных и большинства инфекционных заболеваний.

Разработка параллельно с биотехникой организационно-технических вопросов, своевременная подготовка нормативно-технологической документации, переподготовка рыбоводов рыбхозов на учебно-практических семинарах обеспечили быстрое внедрение заводского метода получения личинок карпа и сазана в практику прудового рыбоводства. По данным МРХ СССР уже в 1975 г. было получено 500 млн. шт. "заводских" личинок, в т.ч. в рыбхозах РСФСР - 250 млн. шт. С конца семидесятых годов заводской метод стал основным методом воспроизводства карпа и сазана. В индустриальных рыбхозах этот метод является единственным способом воспроизводства карпа.

С внедрением этого метода появилась возможность получать здоровое потомство от производителей карпа в хозяйствах, неблагополучных по большинству известных заболеваний, улучшая тем самым эпизоотическое состояние рыбхозов.

Заводской метод получил широкое распространение в селекционно-генетических исследованиях. Большинство программ по созданию новых пород карпа предусматривает применение заводского метода.

Возможность управления сроками получения потомства при заводском методе стала основой разработки принципиально новых технологических схем товарного карповодства (многоцикличные и полицикличные схемы в индустриальном рыбоводстве, повышение эффективности выростных прудов при их раннем зарыблении личинкой, технологии получения крупных и товарных сеголеток в прудах, зарыбляемых в ранние сроки молодью средним весом 1 г, полученной и подрощенной в рыбхозах индустриального типа).

В настоящее время основная масса товарного карпа в России и других странах СНГ выращивается из личинок, полученных заводским методом.

Апробация работы. Результаты разработки и опыт внедрения заводского метода получения личинок карпа и сазана с 1964 по 1975 г. ежегодно рассматривались на республиканских и всесоюзных совеща-

ниях по прудовому рыбоводству; на Международных совещаниях по рыбоводству в водоемах бассейна Дуная (1965 и 1966 г.); на Международном совещании по рыбоводству в бассейне Тихого океана (1966 г.). С 1963 по 1975 г. проводились учебно-методические и практические семинары в ЦЭС "Ропша", ЦНВХ, ВДНХ.

В 1967 г. заводской метод получения личинок, а в 1969 г. опыт его внедрения на ЦНВХ экспонировались на ВДНХ СССР. Экспозиция 1969 г. была отмечена 9 медалями ВДНХ СССР.

Основные положения диссертации обсуждались на XII (Вильнюс, 1965 г.), XIII (Таллин, 1966 г.), XIV (Рига, 1968 г.) и XV (Минск, 1973 г.) научных конференциях по изучению внутренних водоемов Прибалтики; Симпозиуме по методам расчета продукции водных животных (Минск, 1966 г.); I (Ленинград, 1975 г.), II (Москва, 1978 г.) и III (Паланга, 1986 г.) Всесоюзных совещаниях по рыбохозяйственному использованию теплых вод; XVIII научной конференции "Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана" (Ташкент, 1983 г.); Пленуме Западно-Сибирского отделения Ихтиологической комиссии (Новосибирск, 1984 г.) и V Съезде Всесоюзного гидробиологического общества (Куйбышев, 1986 г.).

Подготовлены, утверждены и распространены необходимые нормативно-технологические документы: "Инструкция по заводскому методу получения личинок карпа и сазана" (Утверждена Минрыбхозом СССР 20.05.1969 г.); "Бионормативы заводского метода получения личинок карпа", являющиеся составной частью "Рыбоводно-биологических норм для эксплуатации прудовых хозяйств" (утверждены Минрыбхозом СССР 12.01.1976 г. и 26.04.1985 г.) и "Рыбоводно-биологических норм выращивания рыбы на сбросных теплых водах ТЭС и АЭС" (утверждены Минрыбхозом СССР 28.09.1984 г.). Детальное описание технологического процесса, технического оборудования и организации труда представлено в подготовленных ЦНОТУПРХ при участии автора и утвержденных Минрыбхозом СССР "Отраслевым типовом проекте организации труда при получении личинок карпа" и "Отраслевым типовом проекте организации труда в тепловодных рыбхозах".

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Экспериментальные и опытно-производственные работы проводились нами в разнотипных рыбоводных хозяйствах, расположенных в разных почвенно-климатических зонах: ЦЭС "Ропша" (Ленинградская обл.), р/п "Яжелбицы" (Новгородская обл.), р/к "Егорьевский" (Московская обл.), ТРХ "Белово" (Кемеровская обл.), ТРХ "Кадуи" (Вологодская обл.), НВХ "Цимлянское" (Волгоградская обл.) и др.

В работах использовались производители ропшинского карпа (Ропша, Яжелбицы), беспородного карпа (Егорьевск, Белово, Кадуи) и сазана из Цимлянского водохранилища (ЦНВХ).

Наиболее массовый материал был собран на Цимлянском НВХ. Большой объем производства, практически неограниченное количество производителей, заинтересованность и энтузиазм работников хозяйства и большая поддержка Главрыбвода позволили в короткие сроки доработать заводской метод до варианта, пригодного к широкому внедрению, решить основные технические и технологические вопросы, построить первый специализированный инкубационно-личиный цех. В прудах ЦНВХ были проведены первые широкомасштабные опыты по подращиванию личинок сазана в мальковых прудах, позволившие решить многие принципиальные вопросы эксплуатации этой новой для нашей страны категории прудов: особенности биопродукционных процессов, рациональные размеры подращенной молоди, возможный уровень плотностей посадки и ряд других технических и технологических аспектов (табл. 1).

Работы проводились в основном на стандартном оборудовании с использованием общепринятых в рыбоводстве методов контроля и учета (Черфас, 1956). В процессе разработки биотехники заводского метода получения личинок карпа и сазана некоторые устройства, рыбоводное оборудование и методики были модифицированы с учетом биологических особенностей карпа.

Пред- и послеинъекционное выдерживание производителей карпа и сазана проводилось в прудах, садках и бассейнах. Для проведения опытов по внесезонному получению икры бассейны ЦЭС "Ропша" были оборудованы системой подогрева воды и подъемным "дном".

Таблица 1

**Объем работ по получению личинок сазана на ЦВНХ,
1964-1969 гг.**

Годы	Количество самок (шт.)		Получено (млн.шт.)	
	Инъецирова но	Созрело	Икры	Личинок
1964	114	46	13,3	2,5
1965	114	99	30,4	6,5
1966	495	334	129,1	36,2
1967	390	283	125,9	56,7
1968	311	146	39,2	21,8
1969	166	114	50,3	26,7
Итого:	1590	1022	388,2	150,4

Инкубация обесклеенной икры проводилась в стандартных аппаратах Вейса объемом 6-8 л. С учетом особенностей личинок карпа аппараты дополнительно оборудовались сливными устройствами.

Выдерживание личинок до "подъема на плав" проводилось в садках из мельничного сита № 17-19. Конструкции садков и их оптимальные размеры были разработаны нами в процессе работ на ЦВНХ. В дальнейшем нами было предложено проводить выдерживание и подрачивание личинок в аппаратах типа Вейса объемом 50-200 л, разработанных ВНИИПРХ для инкубации икры растительноядных рыб.

Для гормональной стимуляции производителей применялись гипофизы сазана, карпа и леща. Схемы и дозы гипофизарных инъекций отработывались во время работ (Конрадт, Сахаров, 1966, 1969; Леманова, 1974; Сакун, Леманова, 1974).

Для обесклеивания икры использовались растворы танина, очищенного препарата гиалуронидазы и водно-солевые вытяжки из семенников хряка, быка и барана. Для увеличения срока хранения ферментосодержащего сырья нами была разработана оригинальная методика сушки и обезжиривания семенников (Конрадт, Сахаров, 1966). Эта методика была передана цеху медпрепаратов Рижского мясокомбината, организовавшего производство для нужд рыбной промышленности препарата ацетонированных семенников свиных и

говяжьих (ПАС-С и ПАС-Г) с проверкой по гиалуронидазной активности (не менее 18 и.е.).

Для расчета рабочей плодовитости самок количество полученной икры определялось весовым методом. Количество обесклеенной икры и личинок определялось объемным методом.

Пробы икры и личинок для дальнейшего исследования фиксировались 4% формалином по Соину (Соин, 1963).

Оценка качества молок проводилась по условной пятибалльной шкале (Конрадт, Сахаров, 1969).

Учитывая трудности определения процента оплодотворения икры, при работе с массовым материалом в производственных условиях нами было предложено пользоваться процентом развития, легко определяемым через сутки после оплодотворения. Подсчет и измерение икры и личинок проводились в модифицированной камере Богорова.

Для организации технологического контроля и получения сравнимых результатов работы разных рыбхозов нами были разработаны единая система учета и формы отчетной документации, подробно изложенные в Инструкции (Конрадт, Сахаров, 1969).

Разработка заводского метода получения личинок карпа и сазана - одно из первых биотехнологических исследований в области индустриального рыборазведения. Как большинство биотехнологических работ, данная работа являлась комплексной, и для решения частных вопросов привлекались специалисты в области гаметогенеза, гормональной стимуляции созревания производителей, гидробиологии, болезней рыб, экономики, организации производства и др. Всем сотрудникам ГосНИОРХ, других научно-исследовательских и проектно-конструкторских институтов, рыбводам и рабочим рыбоводных хозяйств, оказавшим помощь и содействие при разработке и внедрении заводского метода получения личинок карпа и сазана, автор выражает свою глубокую благодарность и признательность.

Особую благодарность автор выражает Александру Гербертовичу Конрадту, который был руководителем и активным участником работ на первых этапах исследований, особенно при изучении процессов гормонального стимулирования и внесезонного созревания производителей карпа.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАВОДСКОГО МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ЛИЧИНОК КАРПА И САЗАНА

Заводской метод воспроизводства рыб обычно включает последовательный ряд биотехнических процессов: преднерестовое содержание производителей и получение от них зрелых половых продуктов; осеменение икры и подготовка ее к инкубации; инкубация икры, вылупление и выдерживание личинок до перехода на активное питание. В зависимости от специфики объектов разведения и технологической схемы конкретного хозяйства может меняться группировка этих процессов, их относительная продолжительность и значимость. К началу наших исследований были решены основные вопросы искусственного воспроизводства рыб (способы преднерестового содержания производителей, гипофизарный способ стимуляции созревания, способы искусственного осеменения, возможность инкубации икры различных видов рыб во взвешенном состоянии, жизнеспособность личинок, полученных заводским методом, и др.). Имелся многолетний опыт заводского воспроизводства лососевых, сиговых и осетровых рыб.

Однако все перечисленные выше способы были разработаны для объектов с неклеякой или слабосклеякой икрой. Для подготовки такой икры к инкубации либо вообще не требуется ее обесклеивания (лососевые, большинство сиговых), либо достаточно простых способов - подкисления воды при набухании икры (пелядь), или промывка взвесью ила (осетровые).

Разработка заводского метода воспроизводства карпа, сазана и других весеннерестующих рыб сдерживалась отсутствием приемлемых способов обесклеивания икры с высокой клейкостью. Несмотря на неоднократные попытки, до настоящего времени так и не удалось разработать пригодного для крупномасштабного промышленного производства способа инкубации икры в приклеенном состоянии.

Обесклеивание икры

По прописи Э.Войнаровича обесклеивание икры карпа проводилось при использовании раствора мочевины (раствор № 1 - 4 г/л пова-

ренной соли и 6 г/л мочевины; раствор № 2 - 8 г/л мочевины). Длительность процесса обесклеивания должна была составлять 2-3 часа.

Проверка этого метода, проведенная нами в ЦЭС "Ропша" в 1962 г. (Конрадт, Сахаров, Животова, 1963), показала, что обесклеивание икры карпа в этих растворах проходит успешно, но процесс обесклеивания оказался гораздо более длительным - 5-6 ч. Столь значительное изменение длительности процесса обесклеивания (по сравнению с данными Э.Войнаровича), вероятно, связано либо со специфическим солевым составом ропшинской воды, либо с более низкой температурой воды в наших опытах.

Проведенные нами в том же 1962 г. опыты показали возможность обесклеивания икры карпа водно-солевой вытяжкой из свежих семенников хряка и существенное (в 5-10 раз) сокращение времени обесклеивания (Конрадт, Сахаров, 1963).

В 1962-1963 г. была проверена и доказана возможность использования растворов танина (100-200 мг/л) для обесклеивания икры пеляди и осетровых и для ликвидации остаточной клейкости икры карпа, карася и орфы (Конрадт, Сахаров, 1966).

В 1962-1963 г. нами был разработан метод ацетонирования семенников позвоночных животных и доказана возможность использования вытяжки из них для обесклеивания икры.

К 1965 г., когда началось широкое внедрение заводского метода, цехом медпрепаратов Рижского мясокомбината было налажено промышленное производство препарата ацетонированных семенников (ПАС-Г и ПАС-С) с активностью по гиалуронидазе не ниже 18 и.е.

После уточнения концентрации растворов, режимов и приемов работы был доведен до производственного использования ферментативный способ обесклеивания икры, на основе которого был разработан заводской метод получения личинок карпа и сазана.

Физико-химическая сущность клейкости икры и механизмы ее обесклеивания до настоящего времени не выяснены. Поэтому возможно только качественное описание процесса обесклеивания.

Овулировавшая икринка карпа при попадании в воду должна практически мгновенно приобретать сильную клейкость. В противном случае она не успеет приклеиться к растительности, упадет на дно водоема и погибнет. Как показали наблюдения за икрой, приклеенной на субстрат,

высокая клейкость икры у карпа сохраняется в течение 20-40 мин., постепенно снижаясь к концу набухания, полное исчезновение клейкости наступает через несколько часов.

В результате работы на многих хозяйствах с большим количеством производителей отмечено, что интенсивность, динамика и продолжительность клейкости икры карпа могут меняться в широких пределах. На этот процесс влияют как абиотические (химизм и температура воды), так и биотические факторы (рыбоводное качество икры и индивидуальные особенности самок). Обычно чем ниже температура воды, тем медленнее, спокойнее идет выделение клейкости, но дольше сохраняется остаточная клейкость. На некоторых хозяйствах полное обесклеивание икры достигается за 20-40 мин. обработки раствором ПАС, а в ряде хозяйств полного обесклеивания можно достичь только при дополнительной обработке танином. Перезревание икры, задержка овулировавшей икры в полости тела обычно уменьшают клейкость икры.

Значительная доля вариаций клейкости икры зависит от индивидуальных особенностей самок. Изредка попадаются самки, икру которых не удастся обесклеить обычным способом. В производственных условиях, учитывая вероятность случайного нарушения технологического процесса, трудно однозначно доказать, что неудачный ход обесклеивания икры связан с индивидуальными особенностями самки. Но одна такая самка попалась нам в период проведения экспериментальных работ. От этой самки было последовательно получено 3 порции икры, испытано 5 вариантов обесклеивания, но во всех случаях икра склеилась. Однако, как показал многолетний опыт, такие самки встречаются редко, и в подавляющем большинстве случаев икру карпа можно обесклеить ферментативным способом.

Первоначально методика обесклеивания икры карпа разрабатывалась применительно к растворам гиалуронидазы, полученным из свиных семенников. В дальнейшем из-за трудностей получения свиных семенников пришлось использовать растворы гиалуронидазы, приготовленные из бычьих семенников. Первые попытки обесклеивания карповой икры водными экстрактами из ацетонированных бычьих семенников, а также растворами химически чистых аптекарских препаратов говяжьей гиалуронидазы окончились неудачей. В противоположность свинной, гиалуронидаза из бычьих семенников только в течение первых 15-20 мин. пре-

пятствует склеиванию икринок. После этого за очень короткий срок (2-5 мин.) они склеиваются в плотные комки. В результате применения гиалуронидазы, полученной от различных видов животных, появилась возможность разделения процесса появления клейкости икры карпа и сазана на 2 этапа.

Первичная клейкость икры обуславливается выделением веществ, разрушаемых гиалуронидазой независимо от того, от каких животных она получена. Через 15-20 мин. икринки выделяют какие-то другие клеящие вещества, которые разрушаются под воздействием гиалуронидазы из свиных семенников, но не подвержены воздействию гиалуронидазы из бычьих, конских и бараньих семенников. Вторичная клейкость хорошо подавляется растворами танина.

Выяснив эти особенности проявления клейкости, мы предложили вести обесклеивание карповой и сазаньей икры в два этапа: сначала оплодотворенная икра обесклеивается водно-солевым раствором бычьей гиалуронидазы; через 15-18 мин. (до начала выделения вторичной клейкости) в обесклеивающий раствор добавляется раствор танина (100 мг/л), и в получившейся смеси обесклеивание продолжается еще 25-30 мин. Характер проявления клейкости карповой и сазаньей икры в воде и в различных обесклеивающих растворах показан в табл. 2.

В специальных опытах с использованием очищенного (аптекарского) препарата гиалуронидазы было доказано, что на самом деле обесклеивающим агентом в водной вытяжке из ацетонированных семенников является гиалуронидаза. Характер и длительность обесклеивания в обоих вариантах были одинаковы. Однако использование чистого фермента никогда не рекомендовалось нами для промышленного использования. Обесклеивание икры карпа проходило нормально только при концентрации 1 мг/л. Существенное изменение концентрации фермента как в меньшую, так и в большую сторону ухудшало процесс обесклеивания. Техническое оснащение рыбхозов и квалификация работников не позволяли рекомендовать работу со столь низкими навесками веществ.

По современным представлениям, функции отдельных компонентов обесклеивающих растворов распределяются следующим образом: поваренная соль замедляет первоначальное бурное появление клей-

кости и одновременно увеличивает срок подвижности сперматозоидов; гиалуронидаза ингибирует клейкость, проявляющуюся в период набухания икры; танин, добавляемый после завершения набухания икры, задубливает оболочку и ликвидирует остаточную клейкость. Как будет показано далее, упрочнение оболочек икры танином целесообразно проводить и в тех случаях, когда полное обесклеивание икры обеспечивается и без добавления танина.

Таблица 2

Характер клейкости сазаньей и карповой икры в различных обесклеивающих растворах

Обесклеивающий раствор	Продолжительность клейкости (мин.)		Продолжительность полного обесклеивания икры (мин).
	Первичной	Вторичной	
Гиалуронидаза из свиных семенников, ПАС-С	8-10	Не выявляется	25-35
ХЧ гиалуронидаза (бычья)	8-12	18-25	Не обесклеивается
Гиалуронидаза из бычьих семенников, ПАС-Г	8-12	18-25	Не обесклеивается
Танин, водный раствор 100 мг/л	3-5	Не выявляется	Склеивается в первые 5 мин.
ПАС-Г + танин*	8-12	Не выявляется	45-60
В О Д А	Клейкость появляется в первые 3 минуты и сохраняется в течение 1,5-2 часов		

* Танин должен добавляться до появления вторичной клейкости.

Ферментативный способ обесклеивания икры как основной элемент биотехники заводского метода получения личинок карпа и сазана был широко внедрен в прудовых и нерестово-выростных хозяйствах. Од-

нако этому способу обесклеивания икры были присущи некоторые недостатки: необходимость продолжительного настаивания маточного раствора и его неприятный запах. В 1972 году С.Г.Соин предложил два новых способа обесклеивания икры карпа: раствором молока и суспензией талька. Наибольшее распространение в настоящее время получил способ обесклеивания раствором молока. Основными достоинствами этого способа являются повсеместная доступность обесклеивающего агента, его дешевизна и простота применения. В большинстве рыбхозов применение растворов молока позволяет проводить обесклеивание икры карпа в одну стадию, без добавления танина. Однако исключение обработки икры танином приводит к некоторому ослаблению оболочек икринок и выклеву эмбрионов в начале периода пигментации глаз. Такие личинки хотя и вполне жизнеспособны, но менее подвижны, что в ряде случаев создает трудности при их выдерживании в садках и бассейнах. Задержать преждевременный выклев личинок можно обработкой обесклеенной икры слабым раствором танина (100-200 мг/л) непосредственно в инкубационном аппарате.

Инкубация икры и проведение вылупления личинок

Инкубация обесклеенной икры карпа проводится в стандартных аппаратах Вейса. Никаких принципиальных изменений в этот технологический процесс, хорошо разработанный для сиговых рыб, вносить не пришлось, хотя существенно большая скорость биологических процессов из-за высокой температуры воды потребовала более жесткой регламентации проведения отдельных технологических операций.

Иная ситуация сложилась при отработке способов проведения вылупления и выдерживания личинок карпа. При нормальных нерестовых температурах (16-18°C) полная продолжительность вылупления составляет 25-36 часов (Слуцкий, 1971). Вылупившиеся личинки малоподвижны и в естественных условиях большую часть периода до заполнения плавательного пузыря воздухом и перехода на активное (внешнее) питание проводят, прикрепившись к водной растительности. Низкая двигательная активность личинок карпа приводит к тому, что при вылуплении в аппаратах Вейса только незначительная их часть выносятся с током воды. Большинство личинок остается в аппарате и длительное время

находится в массе икры. По мере увеличения количества вылупившихся личинок может нарушаться проточность в аппаратах, что приводит к созданию локальных застойных зон. В этих зонах быстро развиваются заморные условия, приводящие к гибели икры и личинок.

В первом варианте заводского метода получения личинок карпа (Конрадт, Сахаров, 1966) рекомендовалась биотехника проведения вылупления и выдерживания личинок, имитирующая естественные условия. После начала вылупления личинок икра из аппаратов Вейса переносилась на сетчатые рамки, помещенные в прямооточных лотках. Вылупляющиеся личинки с током воды выносились в ванны или бассейны для выдерживания до перехода на активное питание. В эти емкости помещался искусственный субстрат для прикрепления личинок (полотнища марли, мельничного сита и т.д.). Первые миллионы "заводских" личинок были получены именно по этой биотехнике.

Опыт внедрения этой биотехники на крупном хозяйстве, где требовалось получать десятки миллионов личинок, выявил ее недостаточную технологичность. Жесткие требования к срокам и качеству работы оказались трудновыполнимыми даже в таком хорошем рыбхозе, как ЦНВХ. В реальных условиях крупного производственного рыбхоза использование этой биотехники часто приводило к массовой гибели личинок из-за нарушения отдельных элементов процесса.

В 1965-1966 г. нами был разработан способ, позволяющий резко сократить продолжительность вылупления. Было доказано, что, если в начале массового выклева снизить расход воды в аппарате Вейса с нормальных 2-3 л/мин. до 0,2-0,5 л/мин., интенсивность вылупления быстро нарастает и полное вылупление заканчивается через 20-30 мин.

Предпосылкой к использованию этого способа было обнаруженное А.А. Бузниковым (1959,1961) ускорение выделения фермента вылупления при снижении концентрации кислорода. Однако, как показали прямые наблюдения, концентрация кислорода в воде, вытекающей из аппарата, при минимальном расходе снижается не более чем на 0,2-0,3 мг/л, что не может привести к существенному ускорению выделения фермента вылупления, так как величины естественных суточных колебаний кислородного режима существенно больше. По нашему мнению, резкое повышение интенсивности выклева вызывается накоплением фермента вылупления в аппарате и растворением оболочек икринок

снаружи. При правильно выбранном времени "остановки" аппарата развивается самоускоряющаяся реакция: чем больше в единицу времени вылупляется личинок, тем быстрее нарастает концентрация фермента в воде; чем выше концентрация фермента, тем быстрее проходит растворение оболочек и поступление новых порций фермента в воду (рис. 1).

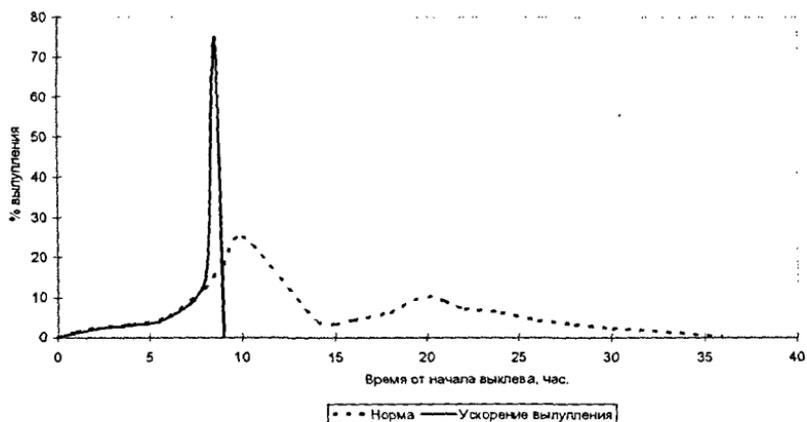


Рис. 1. Схематическая кривая темпа вылупления личинок в норме и при ускорении вылупления.

Обоснованность такого механизма ускорения вылупления подтверждается следующими наблюдениями:

- если резко сократить подачу воды в аппарат в начале вылупления, то заметного ускорения процесса не происходит;
- чем больше икры в аппарате, тем быстрее нарастает интенсивность вылупления и тем полнее происходит растворение оболочек;
- при обычном проведении вылупления личинки выходят через разрыв оболочки, пустые оболочки остаются. При переводе личинок в емкости для выдерживания приходится специально очищать их от пустых оболочек и погибшей икры. При правильном проведении ускоренного вылупления оболочки икринок растворяются полностью, зачастую растворяются оболочки даже у погибших икринок, и в аппарате остаются "чистые" личинки;

- при проведении ускоренного вылупления несколько возрастает процент уродливых личинок за счет тех особей, которые в норме не могут самостоятельно освободиться от оболочек.

Усовершенствовать методику выдерживания личинок карпа удалось за счет чисто технических средств. Представление об обязательности прохождения личинками карпа периода покоя в прикрепленном к субстрату состоянии оказалось ошибочным. Личинки карпа могут до заполнения плавательного пузыря воздухом находиться во взвешенном состоянии. Это может обеспечиваться подачей воды через флейты под дно садков для выдерживания, повышением турбулентности воды в лотках, регулярным механическим перемешиванием придонных скоплений личинок или любым другим способом, препятствующим залеганию личинок. В настоящее время лучшим способом является выдерживание личинок в емкостях вертикального типа (силосах) с нижней подачей воды, что позволяет начинать искусственное кормление личинок без дополнительной пересадки.

Влияние температуры на скорость созревания самок карпа

Производственный процесс искусственного воспроизводства карпа и сазана начинается с инъектирования производителей. Время проведения гипофизарной инъекции стараются назначить так, чтобы получение икры пришлось на начало рабочего дня, так как отцеживание икры, ее осеменение, обесклеивание и загрузка в аппараты - наиболее трудоемкие операции, требующие одновременной работы всего персонала инкубационного цеха. Приступая к работе, мы располагали только самыми общими сведениями о продолжительности периода созревания самок после инъектирования и факторах, его определяющих.

Основным фактором внешней среды, определяющим длительность периода созревания, является температура воды. Для количественного анализа этой зависимости использованы данные по длительности созревания свыше тысячи самок сазана, собранные на ЦНВХ.

Поскольку в отдельных турах использовалось различное количество самок (от 6 до 75 шт.), для расчета использованы средние для каждого тура величины. Всего использованы результаты 47 туров получения икры.

Температура воды рассчитывалась по данным стандартных гидрологических наблюдений (7, 13 и 19 ч.) в инъекционных прудах. Продолжительность созревания рассчитывалась как интервал между средним временем проведения разрешающей инъекции и средним временем отцеживания икры от основной части самок (табл. 3).

Таблица 3

Зависимость продолжительности созревания самок сазана после разрешающей инъекции от температуры воды.

№ туров	1964		1965		1966		1967		1968		1969	
	t, °C	D, час.										
1	17,1	22	21,0	15	17,6	23	18,9	16	12,3	72	16,2	20
2	17,5	23	20,4	16	16,7	21	15,9	27	13,2	43	18,0	17
3	17,2	24	20,0	17	17,2	24	17,8	20	15,3	25	19,0	16
4	17,0	24	20,0	18	20,8	20	19,7	19	17,3	18	19,5	15
5	15,4	32	20,4	19	17,1	25	19,6	14	18,7	16	18,0	21
6			19,2	23	18,0	22	18,7	16	19,6	14	18,2	17
7					22,8	14	19,2	18			19,6	17
8					19,3	20	19,0	17			20,2	15
9					13,2	39	17,3	18			20,2	15
10					18,4	19						
11					16,6	31						
12					16,8	24						

Г.Г. Винберг (1968) показал, что если вместо длительности периода развития (D) использовать для расчетов скорость процесса (V), то в большинстве случаев наблюдается линейная зависимость скорости развития от температуры воды. Мерой скорости развития принимается величина, обратная продолжительности развития $V=1/D$, при этом V имеет размерность час⁻¹ и показывает, какая доля процесса проходит за единицу времени. Распределение вариантов и средняя линия регрессии скорости созревания самок после гипофизарной инъекции в зависимости от температуры воды представлены на рис. 2.

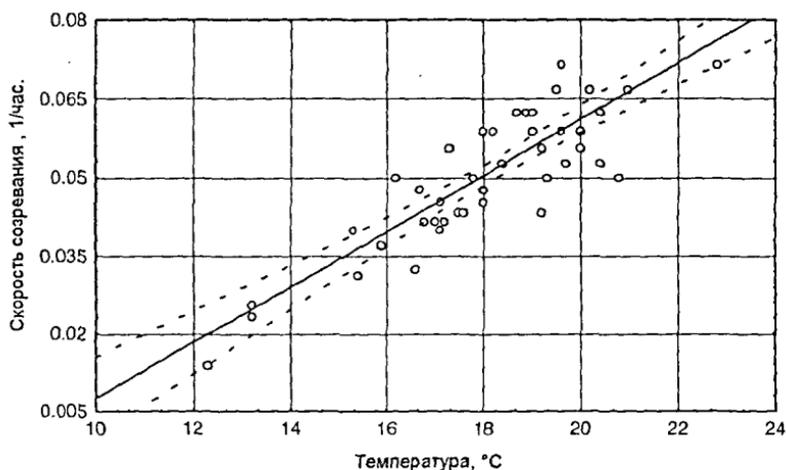


Рис. 2. Зависимость скорости созревания самок сазана от температуры воды

Статистическая обработка этого материала показала, что корреляция скорости созревания и температуры воды высокая ($r=+0,86$). Уравнение регрессии имеет вид:

$$y = -0,0461 + 0,00536x,$$

где y - скорость созревания, час⁻¹,
 x - температура воды, °C.

Расчитанные по этому уравнению температура биологического нуля $t_0=8,6^\circ\text{C}$ и сумма тепла, необходимая для созревания самок сазана после разрешающей инъекции - $S=187$ град.час.

Следует подчеркнуть, что постоянство суммы тепла (градусо-часов), необходимое для созревания самок, равно как и для других периодов развития следующих этой закономерности, соблюдается только при использовании величин эффективной температуры, которая рассчитывается как разность фактической температуры воды и температуры биологического нуля:

$$t_{эф} = t^\circ\text{C} - t_0.$$

Г.Г. Винберг считал, что t_0 не имеет реального биологического смысла, а просто соответствует точке пересечения линии регрессии с осью ординат, и значение t_0 нужно для расчетов. Однако в данном случае t_0 приобретает неожиданно большой биологический и биотехниче-

ский смысл. Поскольку при температуре воды ниже биологического нуля созревание самок невозможно, эта температура может считаться верхним пределом температурного режима при длительном резервировании самок. Как будет показано далее, прямые наблюдения показали, что если температура воды не превышает 10°, то "зимовка" самок карпа может продолжаться до полутора лет.

Исходя из постоянства суммы градусо-часов, рассчитана ожидаемая длительность созревания самок для всего диапазона биокинетических температур (табл. 4).

Таблица 4

Ожидаемая длительность созревания самок для всего диапазона биокинетических температур

Температура воды (°С)	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28
Эффективная температура (°эф)	1	3	5	7	9	11	13	15	17	19
Длительность созревания (час.)	190	63	38	27	21	17	15	13	11	10

Как видно из приведенных данных, при проведении работ в зоне обычных для карпа нерестовых температур 16-18°С продолжительность созревания самок после разрешающей гипофизарной инъекции составляет 21-27 часов. При крайних допустимых температурах длительность созревания изменяется (увеличивается или уменьшается) в два-три раза.

Осознание этой закономерности позволило нам понять причину многих негативных случаев в практике внедрения заводского метода воспроизводства и выработать рекомендации, позволяющие надежно вести технологический процесс получения личинок на тепловодных хозяйствах при температуре 27-28°С.

В биотехнологии помимо продолжительности основных технологических процессов (созревание производителей, инкубация икры, выдерживание личинок и т.д.) обычно регламентируется еще и допустимая продолжительность многих технологических операций (частота проверки производителей на зрелость, время хранения до осеменения отцеженной икры и спермы и др.).

Если для основных производственных процессов зависимость их продолжительности от температуры очевидна и требуется только ее количественное описание, то с вспомогательными технологическими операциями обычно ситуация иная. Биологическая сущность процессов, определяющих допустимую продолжительность вспомогательных технологических операций, зачастую остается невыясненной. Но невыясненность биологической сущности вовсе не доказывает ее отсутствия. Определенная экспериментально для относительно узкого, "обычного" диапазона температур допустимая продолжительность данной технологической операции безо всякого основания принимается обычно постоянной для всего диапазона биокинетических температур. Для зоны температур ниже обычной такой подход создает дополнительный запас надежности. При температурах, существенно превышающих обычные, запас надежности оказывается недостаточным и отмечается "отрицательное воздействие высоких температур" на созревание, развитие и т.п. Такая же ошибка была допущена при разработке заводского метода воспроизводства карпа и сазана. Допустимая продолжительность "второстепенных" технологических операций (интервал между последовательными проверками самок, время хранения отцеженной икры до начала осеменения и т.д.) была определена опытным путем для обычных нерестовых температур (16-18°) с достаточным запасом надежности. Это позволяло получать хорошие результаты и при температурах, на 2-3° отличающихся от нормы, то есть в диапазоне от 14° до 21°. При проведении работ в обычные сезонные сроки температура воды крайне редко выходит за пределы этого диапазона. Такие случаи считались исключением, и им не придавалось должного внимания.

Для процессов, скорость которых линейно зависит от температуры, действует общая закономерность: относительное изменение скорости процесса зависит только от величины эффективной температуры и не зависит от величины t_0 и суммы градусодней. Это дает возможность рассчитать единую величину температурных поправок - относительных значений скоростей процесса.

В табл. 5 приведены величины температурных поправок к скорости V и длительности D процесса по отношению к его скорости при эффективной температуре 10°C.

Как известно, карп может нормально расти и развиваться в широком диапазоне температур. Но эвритермность может обеспечиваться только при условии синхронного изменения скоростей основных биологических процессов. А синхронно могут протекать процессы, имеющие единую или близкую величину биологического нуля.

Таблица 5

Величины температурных поправок

Эффективная температура	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
Температурная поправка к скорости	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Температурная поправка к длительности	5,0 0	2,5 0	1,6 7	1,2 5	1,0 0	0,8 3	0,7 1	0,6 2	0,5 6	0,5 0

Проведенные нами расчеты показали, что такие различные процессы, как созревание после гипофизарной инъекции, эмбриогенез и рост, имеют близкие величины биологического нуля.

Это позволяет нам предположить, что величина температуры биологического нуля есть величина видоспецифичная. И, следовательно, температурные поправки, приведенные в таблице, должны быть применимы для большинства процессов роста и развития.

Сократив в два раза длительность всех вспомогательных технологических операций, нам удалось успешно провести получение икры и личинок карпа при температуре 27-28°C на Беловском тепловодном рыбхозе. Вероятно, это правило следует учитывать и при работе с другими видами рыб, принимая во внимание характерную для них температуру биологического нуля.

Внесезонное получение икры и личинок

Самки карпа, выращиваемые в прудах, уходят в зимовку с завершенной четвертой стадией развития гонад (Кузьмин, 1954). Для перево-

да в преднерестовое состояние им достаточно двух-трех недель содержания при постоянно повышающемся температурном режиме. Изменяя продолжительность периода зимовки можно регулировать сроки получения потомства в широких пределах.

Сокращение периода зимовки широко применялось нами при проведении экспериментальных работ по отработке режимов обесклеивания икры и учебно-практических семинаров по заводскому методу задолго до обычных сроков нерестовой кампании.

Постепенное (в течение 15-20 дней) повышение температуры воды до 15-17°C и применение дробной схемы гипофизарных инъекций позволяло нам надежно обеспечивать получение икры в период с декабря по апрель. Рабочая плодовитость самок, жизнеспособность икры и личинок при раннем получении не отличались от показателей, характерных для обычных сроков нереста (Сахаров, 1974, 1975, 1978).

Срок получения икры и личинок можно варьировать не только за счет искусственного сокращения зимовки, но и за счет ее продления.

Опыты по продлению зимовки носили предварительный, поисковый характер. Мы не имели технической возможности содержать производителей летом при температуре +1° - +2°C (нормальная температура зимовальных прудов), а многомесячное содержание самок на ключевой воде при температуре +4° - +10°C естественно приводило их к крайнему исхуданию и, соответственно, к снижению рыбоводного качества половых продуктов.

Несмотря на столь неблагоприятные условия, нам удалось от 4 самок получить зрелые половые продукты и жизнеспособных личинок при продолжительности зимовки 12 и 18 месяцев.

Разработка биотехники выращивания и содержания производителей карпа на теплых водах открыла второй способ внесезонного получения икры и личинок карпа.

Как показали исследования, проведенные в нашей лаборатории, самки карпа, выращиваемые при температуре воды 23-30°C, созревают быстрее и могут несколько раз за сезон давать полноценные половые продукты (Богданова, 1974). Продолжительность периодов между последовательными "нерестами" при температуре 25-30°C составляет 45-60 суток. В лабораторных и опытно-производственных условиях была показана возможность получения не менее трех последовательных порций

нормально развивающейся икры от одних и тех же самок (Конрадт, 1974). Значительная индивидуальная изменчивость самок по сроку созревания в нерестовый период и по длительности созревания очередной порции икры приводит к тому, что при значительной численности производителей (свыше 100 шт.) на тепловодном рыбхозе в течение всего летнего сезона можно отобрать самок, готовых в данный момент к нересту. Отбор таких самок может осуществляться либо по данным биопсии, либо, при достаточном опыте, по результатам визуального обследования. Индивидуальное мечение самок и регулярный контроль за сроками их созревания позволяют обеспечить внесезонное получение икры и личинок при ограниченной численности производителей (установки с замкнутой системой водоснабжения) (Ширяев, 1983).

Благодаря раннему возрасту созревания и допустимости высоких плотностей посадки, в крупных садковых тепловодных хозяйствах численность производителей не лимитирована. В таких хозяйствах самок, готовых к нересту, отбирают непосредственно из общего ремонтно-маточного стада.

Таким образом, разработаны реальные способы получения икры и личинок карпа в любые, наперед заданные, сроки как для прудовых, так и для тепловодных рыбхозов. Это позволило нам предложить ряд принципиально новых схем товарного карповодства.

Одним из эффективнейших способов интенсификации выращивания сеголеток является раннее зарыбление выростных прудов.

В условиях Северо-Запада по традиционной схеме нерест карпа проводится в первой декаде июня и зарыбление выростных прудов - в третьей декаде июня. Поскольку рост сеголеток в прудах обычно прекращается в третьей декаде августа, фактическая продолжительность периода роста сеголеток составляет около 50 суток. При таких сроках зарыбления невозможно существенно увеличить средний вес сеголеток; молодь карпа лишь частично использует весенне-летний пик развития зоопланктона в прудах.

Получение личинок в инкубационных цехах с управляемым режимом позволяет получать потомство и зарыблять выростные пруды в конце мая. Как показали наши опыты (Сахаров, 1974), это позволяет существенно увеличить навеску сеголеток. При раннем зарыблении выростных прудов значительно увеличивается их естественная рыбопро-

дуктивность за счет более полного использования весенней вспышки численности зоопланктона и улучшается использование искусственных комбикормов крупными сеголетками.

Еще больший эффект можно получить при зарыблении выростных водоемов молодь, подрощенной до навески 0,5-1,0 г в ИЛК индустриального типа.

Выращивание крупных сеголеток при раннем зарыблении выростных прудов позволяет перейти с трехлетнего на двухлетний оборот без снижения навески товарного карпа и рыбопродуктивности прудов. Исключение одной зимовки и выростных прудов второго порядка позволяет существенно сократить удельный расход посадочного материала на единицу товарной продукции.

Первоначально технологическая схема выращивания карпа в тепловодных хозяйствах строилась по традиционной сезонной схеме, хотя температурный режим и длительность вегетационного периода существенно отличаются от естественных водоемов. На ряде промышленных предприятий сбросные теплые воды в течение всего года обеспечивают возможность роста карпа.

Освоение способов внесезонного получения потомства от производителей карпа позволило нам в 1970 г. сформулировать идею полициклической технологической схемы выращивания карпа в индустриальных условиях.

В идеальном варианте при постоянных температурах воды полицикл предусматривает круглогодичное, через равные промежутки получение икры и личинок и их дальнейшее выращивание до товарных размеров. Весь процесс выращивания карпа делится на ряд этапов (6-10). Продолжительность каждого этапа определяется относительной равномерностью нагрузки на рыбоводные емкости с учетом темпа роста. Частота получения потомства определяется длительностью самого короткого этапа - подращиванием личинок на живых кормах. Всего предусматривалось проведение 24-36 циклов в год.

Полициклическая схема позволяет обеспечивать равномерное круглогодичное использование основного технологического оборудования, многократное в течение года использование рыбоводных емкостей и за счет этого пропорциональный рост выхода продукции с единицы объема.

Для экспериментального обоснования возможности круглогодичного получения потомства карпа и разработки методов его подращивания была создана Проблемная группа по тепловодному рыбоводству, с которой и начались исследования ГосНИОРХ в области индустриального рыбоводства.

По разработанным нами и утвержденным МРХ РСФСР в 1977 г. бионормативам были спроектированы два рыбхоза (Ангарский и Томский) мощностью свыше двух тысяч тонн. Оба проекта были доведены до стадии рабочих чертежей, но из-за изменения экономической ситуации в стране эти хозяйства построены не были.

Многочисленное получение личинок и использование емкостей для их подращивания вошло в практику работы ИЛК и УЗВ. На садковых и бассейновых тепловодных рыбхозах с длительным вегетационным периодом применяются двух-четырёхцикличные схемы выращивания товарного карпа.

Получение здоровых личинок в рыбхозах, неблагополучных по инфекционным заболеваниям

Потенциальная возможность получения здорового потомства в рыбхозах, неблагополучных по инфекционным и инвазионным заболеваниям, была одним из стимулов к разработке заводского метода воспроизводства.

Поскольку при заводском методе получения личинки не контактируют с производителями, возможность получения здорового потомства от производителей, зараженных паразитами, очевидна и не требовала доказательства. Возможность получения здорового потомства от производителей, страдающих от инфекционных болезней, а тем более от болезней невыясненной этиологии, требовала экспериментальной проверки.

Первый опыт получения здорового потомства от производителей, больных ВПП, был проведен в Белоруссии (Домбровский и др., 1968).

Нами, при участии сотрудников лаборатории болезней рыб ГосНИОРХ, в 1967-1970 г. была предпринята попытка оздоровления р/п Яжелбицы, где в 1965-1966 г. наблюдалась вспышка ВПП, завезенного с карпом из Белоруссии.

В первый же год работы в одном пруду из личинок, полученных заводским методом, были выращены здоровые сеголетки. Осенью при вскрытии свыше 500 шт. сеголеток, не было обнаружено ни одной особи с признаками ВПП. Во всех остальных выростных прудах хозяйства, зарыбленных личинками, полученными в нерестовиках, сеголетки были больны. По данным осеннего обследования доля больных рыб колебалась от 8 % до 65 % (Сахаров и др., 1969). Работы продолжались в течение трех лет. В 1968-1970 г. все выростные пруды этого хозяйства зарыблялись заводской личинкой, но добиться полного оздоровления хозяйства не удалось. Личинки, получаемые заводским методом, безусловно свободны от возбудителя ВПП. Но вырастить из них здоровых сеголеток можно только при тщательном выполнении работ по дезинфекции ложа прудов и недопущении контактов с больной рыбой. В опытах, проведенных в р/п Яжелбицы, было доказано, что ВПП может передаваться не только карпом, но и белым амуром и карасем.

До настоящего времени не обнаружено инвазионных и инфекционных заболеваний карпа, которые передавались бы через икру. Но использование заводского метода для радикального оздоровления рыбхозов ограничивается наличием больных рыб в большинстве водоемов, служащих источниками водоснабжения. Действенных способов ликвидации таких очагов заболеваний до настоящего времени не предложено.

Влияние технологических операций заводского метода на жизнеспособность молоди

В начале работ по освоению заводского метода получения личинок карпа и сазана высказывались опасения, что такие грубые вмешательства, как гипофизарная инъекция, обесклеивание икры, инкубация ее во взвешенном состоянии, индуцированное вылупление, должны привести к снижению жизнеспособности личинок карпа и вызвать долговременные отрицательные последствия.

Многочисленные опыты и наблюдения, проведенные автором (1963, 1966, 1967, 1970) и другими сотрудниками ГосНИОРХ (Слуцкий, 1971; Зонина, 1972; Галкина, 1976), не выявили отрицательного влияния заводского метода на качество личинок карпа. Однако сегодня все эти исследования имеют исторический интерес.

Тридцатилетний опыт использования заводского метода получения личинок в товарном рыбоводстве не выявил его отрицательного воздействия на рыбохозяйственные показатели.

Еще более доказательным является использование заводского метода в селекционно-генетических исследованиях. Подавляющее большинство программ по селекции новых пород карпа реализуются с использованием этого метода. В ряде программ от 5 до 8 поколений выращено из личинок, полученных заводским методом, и ни одной группой селекционеров не обнаружено отрицательных последствий этого метода воспроизводства.

Основные экологические факторы, необходимые для успешного нереста карпа в прудах и сазана в естественных водоемах (температура воды 16-18°C, нерестовый субстрат - свежезалитая луговая растительность, и даже нерест в ранние утренние часы, соответствующие периоду суточного минимума кислорода в воде), обеспечивают появление личинок в наиболее благоприятных по месту и времени кормовых условиях. Как показали наблюдения за динамикой развития кормовой базы в мальковых прудах и изучение пищевых потребностей личинок карпа в прудах и искусственных условиях, эти два процесса в норме проходят удивительно синхронно.

По мере роста личинок меняются предпочитаемый размер кормовых организмов и их оптимальная концентрация. Размер предпочитаемых кормовых организмов зависит от размера рта. Концентрация кормовых организмов, необходимая и достаточная для удовлетворения пищевых потребностей личинки, зависит от ее двигательной активности, а скорость плавания личинки прямо пропорциональна длине рыбы (обычно крейсерская скорость плавания рыб равняется одной длине рыбы в секунду).

Как показали наблюдения за развитием кормовой базы в прудах ЦНВХ и ЦЭС "Ропша", несмотря на месячную календарную разницу в сроках нереста, смена ведущих форм зоопланктона, определяющая концентрацию и характерный размер гидробионтов, проходит примерно одинаково: сначала - коловратки и простейшие, затем - молодь копепоид и планктонные стадии хирономид, а за ними - увеличение численности кладоцер и ранних стадий зарослевых хирономид. Если залитие прудов (начало развития планктонного сообщества) близко к сроку нереста

(оплодотворения икры), то изменения концентрации и характерного размера ведущих групп зоопланктона идут синхронно с изменением пищевых потребностей личинок карпа (сазана).

Как показали производственные расчеты, проведенные для мальковых прудов ЦНВХ, суточная продукция личинок карпа (Сахаров, 1966) примерно равна суточной продукции фитопланктона (Кузьмичева, 1967). А поскольку продукция рыб, питающихся зоопланктоном, должна составлять около 1% первичной продукции, основным источником вещества и энергии в мальковых прудах может быть только аллохтонная органика, причем, учитывая наблюдаемые величины суточной продукции, легко минерализуемая (свежезеленая луговая растительность или органические удобрения). Эти принципиальные особенности биопродукционного процесса в мальковых прудах прошли апробацию на Всесоюзном семинаре по вторичной продукции (Минск, 1967).

Деструкция аллохтонной органики приводит к дефицитности кислородного баланса водоема, которая компенсируется только за счет поступления кислорода из воздуха. Скорость потребления кислорода на окислительные процессы, при прочих равных условиях, определяется температурой воды, а скорость поступления кислорода из атмосферы зависит от интенсивности ветрового перемешивания. Следовательно, кислородный режим в таких водоемах, как величина, зависящая от разнонаправленного воздействия двух независимых факторов, должен быть неустойчивым и при определенном их соотношении колебаться от полного и равномерного по глубине насыщения до дефицита кислорода и вертикальной стратификации.

Фактические наблюдения на мальковых прудах ЦНВХ подтвердили эти предположения. Температурный градиент в мальковых прудах ЦНВХ, несмотря на их небольшие размеры (0,5-0,9 га) и глубины (0,5-1,0 м), достигал, по нашим наблюдениям, 12°C. При длительной безветренной погоде в прудах развивался дефицит кислорода, который в отдельных прудах достигал уровня замора и приводил к массовой гибели рыбы.

Аналогичные градиенты условий были обнаружены В.Е. Стрельцовым (1982, 1985) в мальковых прудах Волгореченского рыбхоза и учтены им при разработке количественной модели продукционного процесса в мальковых прудах.

Поскольку основные показатели в мальковых и нерестовых прудах и пойменных участках естественных водоемов идентичны (глубины, сезонный температурный фон, свежезалитая луговая растительность), идентичными должны быть и условия среды (гидробиологический, гидрoхимический и температурный режимы).

Нормальное воспроизводство сазана в таких нестабильных условиях возможно только при большом уровне эврибионтности на ранних стадиях развития и наличии специальных механизмов, обеспечивающих выживание икры и малоподвижных ранних личинок в условиях периодического дефицита кислорода в придонных слоях.

Нерест проходит на глубине 20-50 см. Очень быстрое выделение клейкости позволяет большей части икринок развиваться в относительно более благоприятном поверхностном слое воды. Прикрепление личинок сазана к растительности также позволяет им избегать опасности придонного дефицита кислорода на период ограниченной двигательной активности.

Следовательно, высокая клейкость оболочки икры обязательна для вида, размножающегося в экстремальных кислородных условиях, но индифферентна для особи того же вида, развивающейся в благоприятных кислородных условиях.

Аналогичная ситуация в приуроченности вылупления к определенной стадии развития личинок. С одной стороны, имеется противоречие между увеличением потребления кислорода в ходе развития эмбриона и градиентом кислорода, образующегося на оболочке, как на любой мембране. Выявлен физиологический механизм, ускоряющий выделение фермента вылупления и, соответственно, растворения оболочки при ухудшении кислородного режима (Бузников, 1955, 1961). С другой стороны, выход из оболочки оправдан только после формирования приспособлений, позволяющих личинке прикрепиться к растительности. В естественных условиях преждевременное вылупление губительно для организма. В условиях гарантированного благоприятного кислородного режима особь может выжить и при значительно более раннем освобождении от оболочки.

В производственных условиях разных рыбхозов массовое вылупление происходит, как правило на разных этапах стадии пигментации глаз, когда железа приклеивания уже сформирована. Но изредка, по не выясненным до настоящего времени причинам, отдельные партии икры

освобождаются от оболочек на значительно более ранних стадиях эмбриогенеза. Как показали опыты выдерживания таких эмбрионов в лабораторных условиях, при обеспечении благоприятного гидрохимического режима могут выживать и нормально развиваться особи, освободившиеся от оболочки на стадии начала роста хвостовой почки.

Таким образом, клейкость икры и специфические особенности вылупления личинок являются адаптивными признаками, необходимыми виду в естественном ареале, но не обязательными для выживания особи в благоприятных искусственных условиях.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Благодаря проведенным исследованиям разработана биотехнология заводского метода получения личинок карпа и сазана. Подготовлен и утвержден полный комплект нормативно-методической документации: инструкция, бионормативы, нормы проектирования, типовой проект организации труда. Комплексность разработки, широкая производственная проверка и подготовка кадров обеспечили быстрое и массовое внедрение этого метода в производство. В настоящее время большая часть товарного карпа выращивается из личинок, полученных заводским методом. Этот метод позволил решить проблему самообеспечения посадочным материалом хозяйств индустриального типа: садковых и бассейновых рыбхозов на сбросных теплых водах ТЭС, АЭС и других промышленных предприятий, на установках с замкнутой системой водоснабжения.

Внедрение заводского метода привело к строительству инкубационных цехов с регулированием температурного режима, а затем инкубационно-личиночных комплексов (ИЛК), оборудованных сложными системами водоподготовки. Современный ИЛК имеет системы и устройства для регулирования температуры воды, ее дегазации и оксигенации. В состав ИЛК входят: участок преднерестового содержания производителей, инкубационный участок, участок выдерживания и подращивания личинок. На некоторых ИЛК созданы участки для получения живых кормов. ИЛК имеет рыбоводное оборудование, позволяющее получать и подращивать не только личинок карпа, но и других рыб (форели, расти-

тельноядных рыб, сигов, канального сомика и др.). Это самые массовые и технически самые совершенные производства индустриального типа.

Доказательство возможности и разработка приемов внесезонного получения икры и личинок и послужили стимулом к разработке принципиально новых схем технологических процессов карповодства: полицикл, многоциклические схемы, раннее зарыбление выростных прудов, комбинированные схемы ИЛК — пруды и другие.

Заводской метод способствовал развитию индустриального рыбоводства не только как способ получения личинок карпа. Большое психологическое влияние оказало расширение представлений о возможности управления биологическими процессами, допустимости существенных воздействий на отдельные адаптивные приспособления рыб, о радикальном изменении среды обитания. Ферментативный способ обесклеивания икры, индуцированный выклев и особенно полицикл вызвали бурную негативную реакцию ряда биологов и рыбоводов, и потребовалось десять-пятнадцать лет для признания правомочности этих решений. После этого широкое признание таких радикальных решений, как гипероксигенация воды, выдерживание и подращивание личинок в аппаратах вертикального типа, автокормушки типа "Рефлекс", выращивание рыбы в садках и бассейнах, прошло проще и быстрее. Даже создание установок с замкнутой системой водоснабжения вызывало больше вопросов технического характера, чем сомнений в принципиальной допустимости такого типа рыбоводства.

Заводской метод получения личинок карпа получил широкое применение во многих рыбоводно-биологических исследованиях, особенно в селекционно-генетических. Управляемость и контролируемость процесса воспроизводства позволили проводить оценку репродуктивных качеств производителей, контролировать результаты скрещиваний с самых ранних стадий развития, получать массовое потомство от полиаллельных скрещиваний, получать достаточную численность личинок в острых опытах, приводящих к низким уровням выживаемости. В настоящее время большинство программ по селекции карпа проводятся с использованием заводского метода воспроизводства.

Строительство крупных инкубационно-личиночных комплексов позволило внести коррективы в трехстадийную схему племенной работы. Вместо передачи на промышленные хозяйства племенных производителей

лей, в ряде случаев целесообразней поставлять на них заводских личинок непосредственно из селекционных хозяйств. Такой способ распространения породы сокращает время тиражирования селекционного достижения, позволяет обеспечивать промышленные рыбхозы материалом более высоких селекционных кондиций и уменьшить опасность распространения болезней рыб.

Во время разработки и внедрения заводского метода получены материалы, имеющие не только биотехнологическое, но и общебиологическое значение.

Наличие обесклеивающего эффекта при использовании чистого препарата гиалуронидазы доказывает участие гиалуроновой кислоты в образовании клейкости икры карпа и ряда других весенненерестующих рыб.

Доказана возможность растворения оболочек икры при наружном действии ферментов вылупления.

Показано, что освобождение эмбриона от оболочки может происходить на разных этапах эмбриогенеза, и поэтому вылупление нельзя считать конкретной стадией эмбрионального развития.

Доказана возможность получения икры и личинок карпа за пределами обычных сроков нереста, и определены факторы, позволяющие управлять сроком созревания самок карпа.

Определена количественная зависимость длительности созревания самок после гипофизарной инъекции от температуры. На основании анализа собственных материалов и литературных источников высказано предположение о видоспецифичности температуры биологического нуля и предложена единая для всех процессов роста и развития шкала температурных поправок.

Доказана возможность оздоровления рыбхозов, неблагополучных по инфекционным и инвазионным заболеваниям, так как до настоящего времени не обнаружено заболеваний карпа, возбудители которых передаются через половые продукты.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Технологический процесс получения личинок карпа заводским методом состоит из следующих элементов:

1. Преднерестовое содержание производителей.
2. Гормональная стимуляция созревания производителей.
3. Выдерживание производителей после инъекции.
4. Получение зрелых половых продуктов.
5. Осеменение и обесклеивание икры.
6. Инкубация икры в аппаратах Вейса.
7. Проведение выклева личинок.
8. Выдерживание личинок до перехода на внешнее питание.

Преднерестовое содержание производителей

При получении личинок в обычные сроки в прудовых хозяйствах с естественным температурным режимом производителей карпа после облова зимовальных прудов и бонитировки высаживают в отсадные пруды отдельно по полу. Отсадные пруды должны быть проточные, площадью 100-200 м² и глубиной около двух метров. Относительная большая глубина этих прудов обеспечивает стабильность температурного режима. Работы по инъекционному производству и получению икры начинают после устойчивого прогрева воды до 16-18°C.

За один - два дня до инъекционирования производителей переводят в садки, лотки или бассейны площадью 1-3 м² и глубиной 0,3-0,5 м. В инъекционных бассейнах должны поддерживаться стабильная температура и хороший кислородный режим.

Гормональная стимуляция созревания производителей

Для гормональной стимуляции производителей инъекцируют суспензией ацетонированных гипофизов карпа, сазана или леща. Дозировка зависит от температуры воды, степени зрелости самок, их относительной плодовитости и других факторов. Лучшие результаты получаются при использовании дробной схемы введения гипофиза. При

благоприятных температурных условиях однократная инъекция дает такие же результаты, как и дробная.

Разрешающая инъекция производится самкам карпа из расчета 2,5-4 мг/кг, предварительная - 0,2-0,5 мг/кг. Интервал между предварительной и разрешающей инъекцией должен быть не меньше 12 и не больше 24 часов.

Самцы карпа инъекцируются сразу после разрешающей инъекции самок. Обычно им вводится половина дозы для самок.

Время разрешающей инъекции выбирается так, чтобы получение икры приходилось на первую половину рабочего дня.

Выдерживание производителей после инъекции

Инъекцированные самки и самцы высаживаются отдельно по полу в проточные лотки и бассейны. Лотки закрываются крышками. Важным условием послеинъекционного выдерживания является стабильность температурного и кислородного режима. Снижение температуры воды в этот период отрицательно сказывается на созревании самок.

В последней трети периода выдерживания желательно повысить температуру на 2-3° С. В этот период резко возрастает чувствительность производителей к содержанию кислорода в воде. Концентрация кислорода не должна снижаться за пределы 5-6 мг/л, так как при концентрации 4 мг/л самки обычно не созревают. Самки с поврежденными жабрами во второй половине периода созревания могут погибать от асфиксии и при большей концентрации кислорода в воде. Продолжительность созревания самок после инъекции в первую очередь определяется температурой воды. Нами установлена возможность созревания самок карпа и сазана после гипофизарной инъекции в диапазоне от 12° до 28° С.

Существенное влияние на продолжительность созревания самок после гипофизарных инъекций оказывают и другие биотические и абиотические факторы: физиологическое состояние рыбы, степень зрелости ооцитов, схема инъекцирования и дозировки, изменение погоды и т. д. Даже при оптимальной для созревания самок карпа температуре воды 19-20° С длительность созревания отдельных самок варьирует от 14 до 22 часов.

Первая проверка самок на созревание проводится за 2 - 4 часа до ожидаемого срока . Повторение проверки проводят через 1 - 2 часа. Чем выше температура воды, тем меньше интервал между проверками.

Получение зрелых половых продуктов

Зрелую икру и молоки получают методом отцеживания. Для того чтобы молоки не стояли излишнее время, их получают после созревания первой самки. В связи с тем, что молоки, полученные от разных самцов, не равноценны, а определить заранее их оплодотворяющую способность невозможно, осеменение икры обычно производится смесью молок от нескольких (3 - 5) самцов. Чаще всего низкая оплодотворяющая способность молок объясняется тем, что сперматозоиды потеряли подвижность. Подвижность сперматозоидов хорошо видна под малым увеличением микроскопа (7 x 8). Методика оценки подвижности сперматозоидов и шкала оценки качества молок описаны в Инструкции (Конрадт, Сахаров, 1969).

Все работы по получению зрелых половых продуктов и осеменению икры должны проводиться в закрытом помещении или под навесом, так как прямые солнечные лучи губительно действуют на икру и молоки рыб.

Оплодотворение и обесклеивание икры

Для оплодотворения икры к ней приливают молоки трех - пяти самцов из расчета 3 - 5 мл молок на 1 кг икры. Икра тщательно перемешивается со спермой в течении 10-20 секунд, затем к смеси икры и молок при постоянном перемешивании приливается небольшое количество обесклеивающего раствора № 1* (100-200 мл на 1 кг икры), в присутствии которого и происходит оплодотворение икры.

Первые 15-20 минут обесклеивание икры ведется в растворе гиалуронидазы, а затем в растворе танина (концентрация танина 100-200 мг/л). Поскольку фактическое время обесклеивания каждой порции икры может меняться, окончание процесса контролируется биопробой:

* Обесклеивающие растворы готовятся по прописи, приведенной в Инструкции... (Конрадт, Сахаров, 1969).

пятиминутной проверкой клейкости икры в чистой воде. Обесклеенная икра помещается для инкубации в восьмилитровые аппараты Вейса.

Инкубация икры в аппаратах Вейса

Икру от каждой самки загружают в отдельный аппарат. Наилучший режим инкубации обеспечивается при загрузке 4-6 л набухшей икры на один аппарат. Расход воды на один аппарат составляет 2-3 л/мин.

Уход за икрой в период инкубации состоит из постоянного контроля за режимом водообмена и отборки мертвой икры. Даже кратковременное прекращение проточности или локальные застои икры могут привести к ее гибели из-за удушья. На вторые сутки инкубации начинается самоотборка мертвой икры. Благодаря несколько большей плавучести мертвые икринки собираются над слоем живой икры. Мертвую икру следует своевременно удалить из аппарата, чтобы избежать массового развития сапролегнии. При правильной регулировке водообмена и тщательной отборке мертвой икры к началу вылупления можно снизить долю мертвой икры в аппарате до 1-2 %.

Лучшие результаты инкубации получают при температуре воды около 20° С. При этой температуре инкубация обесклеенной ферментативным способом икры продолжается 3-4 дня.

Проведение вылупления личинок

Вылупление личинок осуществляется непосредственно в аппаратах Вейса. При проточности 2-3 л в минуту вылупление продолжается 10-15 часов. Для ускорения процесса в начале массового вылупления резко сокращают проточность до 0,2-0,3 л/мин. При правильно выбранном моменте "остановки" аппарата вылупление заканчивается через 20-30 мин. Если за 10-15 минут не происходит существенного ускорения темпа вылупления, восстанавливают нормальный водообмен и попытку повторяют через 2-3 часа.

Выдерживание личинок до перехода на внешнее питание

Выдерживание личинок до перехода на внешнее питание проводится в садках из мельничного сита № 17-19, пластиковых лотках или емкостях вертикального типа с нижней подачей воды. Основная задача рыбоводов в этот период - обеспечить условия для дыхания всех личинок. Личинки карпа и сазана, освободившиеся от оболочки икринки, малоподвижны. В естественных условиях первые дни они проводят прикрепившись к водной растительности. В садках и бассейнах площадь для приклеивания недостаточна и основная масса личинок залегает на дне относительно плотными скоплениями. Внутри этих скоплений сравнительно быстро возникает дефицит кислорода и личинки погибают от асфиксии.

В сетчатых садках залегание личинок предотвращается подачей воды под дно садка и периодическим покачиванием садков, в пластиковых бассейнах - регулярным помешиванием личинок пучком перьев. Наиболее удобным и надежным является выдерживание личинок в аппаратах вертикального типа с нижней подачей воды и коническим дном (например, аппараты системы ВНИИПРХ для инкубации икры растительноядных рыб емкостью 100-200 л). В этих аппаратах поддержание личинок в толще воды обеспечивается за счет восходящего тока воды. Дополнительным преимуществом аппаратов этого типа является возможность начинать подкормку личинок до их полного подъема "на плав" и без пересадки в выростные бассейны.

Переход личинок на внешнее питание совпадает по времени с заполнением плавательного пузыря воздухом. Появление таких личинок в емкостях для выдерживания легко определяется визуально.

Личинки с заполненным воздухом плавательным пузырем переводятся на подращивание в мальковые или выростные пруды и бассейны или остаются в вертикальных аппаратах.

Таким образом:

1. Заводской метод получения личинок карпа следует использовать в крупных прудовых хозяйствах и всех рыбхозах индустриального типа.

2. Заводской метод получения личинок должен включаться в комплекс лечебно-профилактических мероприятий при оздоровлении хозяйств.

3. Одним из эффективных способов интенсификации выростных прудов должно стать их раннее зарыбление личинками и подрощенной молодью карпа.

4. При учете влияния температуры на скорость развития и роста карпа следует пользоваться единой таблицей температурных поправок.

СПИСОК ПЕЧАТНЫХ РАБОТ, ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ПРИ ПОДГОТОВКЕ НАУЧНОГО ДОКЛАДА:

1. Конрадт А.Г., Сахаров А.М., Животова М.А. Опыт производственной инкубации икры карпа, обесклеенной по методу Войнаровича, и выращивание личинок // Рыбное хозяйство. - 1963. - № 6. - С. 30-33.

2. Конрадт А.Г., Сахаров А.М. Биотехника ферментативного обесклеивания икры карпа // Рыбное хозяйство. - 1963. - № 7. - С. 23-27.

3. Конрадт А.Г., Сахаров А.М. Заводской способ получения личинок промысловых рыб // Изв. ГосНИОРХ. - 1966. - Т. 61. - С. 193-207.

4. Зонова А.С., Петров Б.Е., Романова З.Т., Сахаров А.М., Чапская М. К. Временная инструкция по получению личинок карпа и сазана заводским методом // Рук. арх. ГосНИОРХ БО-04522. Отчет по теме "Разработка методов племенной работы в рыбхозах Северо-Запада". - 1968. - С. 49-54.

5. Зонова А.С., Петров Б.Е., Романова З.Т., Сахаров А.М., Чапская М.К. Использование заводского метода для репродукции стад племенных гибридных карпов // Рук. арх. ГосНИОРХ БО-04522. Отчет по теме "Разработка методов племенной работы в рыбхозах Северо-Запада". - 1968. - 176 с.

6. Аршаница Н.М., Зонова А.С., Владимиров В.Л., Сахаров А.М., Шатрова З.А. Производственный опыт получения здорового потомства от производителей карпа, пораженных болезнью плавательного пузыря // Изв. ГосНИОРХ. -1969. - Т.69.- С. 72-75.
7. Зонова А.С., Сахаров А.М. Заводское воспроизводство рыб как основной способ борьбы с заболеванием плавательного пузыря у карпов. // Материалы XV конференции по изучению внутренних водоемов Прибалтики. - Минск. - 1969. - С. 5.
8. Конрадт А.Г., Сахаров А.М. Инструкция по получению личинок карпа и сазана заводским методом . - М.: МРХ СССР. -1969. - 30 с.
9. Зонова А.С., Аршаница Н.М., Сахаров А.М., Шатрова З.А. Эксперимент в Яжелбицах. // Рыбоводство и рыболовство . -1970. - № 4. - С. 15-16.
10. Сахаров А.М., Слуцкий Е.С. О размерах икринок карпа, полученных в разное время года // Бюл. ГосНИОРХ. - 1974. - Вып. 13. - С 30-38.
11. Максимова Л.П., Баранова В.П., Сахаров А.М. Определение количества потребляемого рыбами естественного и искусственного корма по уравнению энергетического баланса // Изв. ГосНИОРХ. - 1974. - Т. 88 - С. 5-46.
12. Максимова Л.П., Баранова В.П., Волхонская Н.И., Сахаров А.М. Кормовая база выростных прудов Северо-Запада и использование естественных и искусственных кормов сеголетками карпа // Изв. ГосНИОРХ. - 1974. - Т. 88. - С. 47-63.
13. Конрадт А.Г., Сахаров А.М. Получение потомства от карпа в необычные сезонные сроки. // Рук. арх. ГосНИОРХ № Б 343533. Отчет по теме № 28 "Разработка биотехники получения и подращивания личинок карпа в условиях регулируемого температурного режима в разные сезоны года. - 1974. - С. 11-24.

14. Конрадт А.Г., Сахаров А.М. Научные основы и перспективы организации полносистемных рыбоводных хозяйств на теплых водах энергетических установок. // Передовой опыт в промышленном рыбоводстве на внутренних водоемах РСФСР. - М, - 1974, - С.2-40.
15. Сахаров А.М., Тышкевич Е.А. Временные нормативы по проектированию, строительству и эксплуатации питомников растительноядных рыб и карпа с использованием теплых вод. - МРХ РСФСР. - 1975. - С.1-10.
16. Конрадт А.Г., Сахаров А.М. Типы рыбоводных хозяйств, использующих сбросные воды тепловых электростанций. // Тез. докл.: "Рыбохозяйственное использование теплых вод энергетических установок". - Л. - 1975. - С.5-8 .
17. Галкина З. И., Сахаров А.М. Выращивание молоди карпа на теплых водах. // Тез. докл. : "Рыбохозяйственное использование теплых вод энергетических установок". - Л. - 1975. - С.31-32.
18. Сахаров А.М. Использование олигохет для кормления молоди карпа. // Бюл. ГосНИОРХ. -№ 15. - 1975. - С.53-55.
19. Конрадт А.Г., Галкина З.И., Баранова В. П., Сахаров А.М. Выращивание посадочного материала на сбросных теплых водах электростанций, как основа их рыбохозяйственного использования. // Тезисы Всесоюз. совещ. по рыбохозяйственному использованию теплых вод энергетических объектов. - 1976. - С. 5-7.
20. Конрадт А.Г., Галкина З.И., Баранова В.П., Сахаров А.М. Выращивание посадочного материала на сбросных теплых водах ТЭС и АЭС. // Тезисы Всесоюз. совещ. по рыбохозяйственному использованию теплых вод энергетических объектов. - М, - 1975 . - С.34-35.
21. Галкина З.И., Сахаров А.М. Определение рационального температурного режима при выращивании молоди карпа . // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. - 1977. - Вып. 143. - С. 49-55.

22. Конрадт А.Г., Сахаров А.М. Временные рыбоводно-биологические нормативы выращивания карпа в бассейновых рыбоводных хозяйствах. - ГосНИОРХ -1977. - 6 с.
23. Баранова В.П., Галкина З.И., Сахаров А.М. Организация выращивания личинок карпа в тепловодных хозяйствах. // Пути повышения продуктивности прудов. Внедрение в практику прудового рыбоводства передового опыта, достижения науки и техники. Тезисы докладов. - М. - 1978. - С. 28-29.
24. Конрадт А.Г., Остроумова И.Н., Зонова А.С., Сахаров А.М. Временные нормативы по выращиванию посадочного материала карпа на теплых водах электростанций. - ГосНИОРХ - Л. - 1978. - С. 12.
25. Конрадт А.Г., Попов Е.П., Сахаров А.М. Биологические основы выращивания рыбы на теплых водах. // Научные основы и перспективы рыбоводства в садках и бассейнах. Тезисы докладов. - Л. - 1978. - С. 26-27.
26. Баранова В.П., Галкина З.И., Сахаров А.М. Испытание белково-витаминных концентратов в качестве корма для личинок карпа. // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. - 1979. - Вып. 143. - С. 40-48.
27. Баранова В.П., Галкина З.И., Конрадт А.Г., Сахаров А.М. Методические указания по выращиванию ранней молоди карпа в тепловодных хозяйствах на водоемах -охладителях ТЭС. - ГосНИОРХ - Л. - 1979. - 12 с.
28. Сахаров А.М. Опыт расчета водоснабжения рыбоводных бассейнов. // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, - 1983. - Вып. 206. - С. 8-23.
29. Попов Е.П., Конрадт А.Г., Сахаров А.М. Основные направления развития тепловодного рыбоводства в Средней Азии. // Биологические основы рыбного хозяйства водоемов Средней Азии и Казахстана. Материалы XVIII научной конференции. - Ташкент - 1983. - С.36-37.

30. Попов Е.П., Сахаров А.М. и др. Способ культивирования планктонного рачка мойны. // Авт. свидетельство №1107816. - 1984.

31. Лебедева И.М., Сахаров А.М. Беловское садковое хозяйство. // Рыбоводство - 1985. - № 2. - С.18-19.

32. Сахаров А.М. Индустриальное рыбоводство в Сибири: современное состояние, перспективы развития, проблемы. // Пути повышения эффективности выращивания рыбы в прудах и индустриальных водоемах Сибири. Научно-технич. бюллетень СО ВАСХНИЛ. - Новосибирск. - 1985. - Вып.33. - С.33-36.

33. Сахаров А.М. Эколого - физиологические закономерности роста карпа. // V Съезд Всесоюзного гидробиологического общества. Тезисы докладов. - Куйбышев. - 1986. - Часть II. - С. 145-146:

34. Сахаров А.М. Закономерности роста карпа и их использование в индустриальном рыбоводстве. // Тезисы докладов на 3 Всесоюзном совещании по рыбохозяйственному использованию теплых вод. - 1986. - С.151-152.

35. Лебедева И.М., Демкин А.П., Карелина З.Я., Панина Э.Н., Романенко В.И., Сахаров А.М. Отраслевой типовой проект организации труда в рыбоводном хозяйстве на теплых водах ТЭЦ и ГРЭС. - М. - 1986. - 192 с.

36. Баранова В.П., Сахаров А.М. Способ расчета общего загрязнения воды при выращивании карпа. // Научные основы тепловодного рыбоводства. Сб. научных трудов ГосНИОРХ. - 1988. - Вып. 274. - С.26-35.

37. Сахаров А.М. Уточнение моделей роста и дыхания карпа. // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. - 1988. - Вып. 278. - С.67-78.