

И.С. МУХАЧЕВ

A man wearing a dark cap and a camouflage jacket stands in a green boat. The boat is filled with a large quantity of fish, likely bream, which are piled up in the foreground. The background shows a wide expanse of water under a clear sky.

**БИОТЕХНИКА  
УСКОРЕННОГО  
ВЫРАЩИВАНИЯ  
ТОВАРНОЙ  
ПЕЛЯДИ**

Российская Федерация  
Министерство образования  
ТЮМЕНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

И. С. Мухачев

**БИОТЕХНИКА  
УСКОРЕННОГО  
ВЫРАЩИВАНИЯ  
ТОВАРНОЙ ПЕЛЯДИ**

2003

УДК 639.312  
ББК 47.2  
М

**И. С. Мухачев. Биотехника ускоренного выращивания товарной пеляди.**

Тюмень: ФГУ ИПП «Тюмень», 2003. – 176 с.

*Книга издана при финансовой поддержке Департамента образования и науки Администрации Тюменской области.*

### Аннотация

В книге приводятся сведения о природе озер Урала, Западной Сибири, используемых для выращивания товарной пеляди за счет самовозобновляемой естественной кормовой базы. Излагаются данные о биологии пеляди, биотехнических основах получения товарных сеголетков и двухлетков, методах эффективного отлова рыбы и роли мелиоративных мероприятий в повышении биопродуктивности водоемов, предназначенных для выращивания ценной деликатесной рыбы.

Книга представляет учебное пособие и адресована практическим работникам рыбного и сельского хозяйства, занимающихся товарным рыбоводством, специалистам природоохранных служб, а также студентам рыбохозяйственных, сельскохозяйственных, биологических факультетов вузов и техникумов.

**Рецензенты:** **Р. М. Цой** – доктор биологических наук, профессор Тюменского государственного университета, заслуженный эколог РФ.

**М. А. Решетников** – начальник контрольно-ихтиологической службы Челябинской областной инспекции рыбоохраны бассейнового управления Камурал-рыбвод, заслуженный рыбовод РФ.

ISBN 5-87591-022-4

© И. С. Мухачев, 2003  
© ФГУ ИПП «Тюмень», 2003

## ПРЕДИСЛОВИЕ

Содержание книги, представляющей собой учебное пособие для практических специалистов по товарному рыбоводству, на научной основе освещает все необходимые биотехнические процессы, связанные с использованием разнотипных озер для промышленного выращивания пеляди. Несмотря на наличие большого объема научно-технической информации о биологии пеляди и методах ее разведения, разбросанной по различным ведомственным изданиям, подробное руководство по озерному выращиванию товарной пеляди до последнего времени отсутствовало.

Для написания настоящего пособия автор использовал результаты собственных многолетних исследований, а также материалы значительного количества публикаций, в той или иной мере касающихся данной проблемы. Таким образом, можно считать, что подобное пособие, необходимое для практических работников рыбного и сельского хозяйства, написано впервые.

В книге содержится необходимая обзорно-методическая информация о научных принципах сиговодства в аквакультуре России, о биологии пеляди, причинах, побудивших специалистов страны приступить к ее акклиматизации и включению в число объектов товарного рыбоводства. Подробно освещен метод выращивания товарных сеголетков пеляди, ежегодное производство которых постоянно увеличивается. Достаточно обоснованно изложены возможности и способы получения более крупной пищевой продукции на основе выращивания двухлетков, что сопровождается информацией о необходимой мелиоративной подготовке водоемов.

Автор не обходит вниманием и значение племенной работы с сиговыми рыбами, отмечая, что развитие сиговодства в России возможно лишь при наличии высокопродуктивного посадочного материала.

В завершающей главе книги освещается роль гидротехнических и биологических мелиораций, выполнение которых служит улучшением экологической ситуации в водоемах, создавая благоприятные условия для пеляди в периоды ее роста в качестве товарной продукции и созревания при содержании производителей.

Издание данного учебного пособия заполнит существующую брешь в учебно-методической литературе для рыбоводов, а также студентов, желающих овладеть этой профессией.

**Р.М. Цой,**  
заведующий кафедрой экологии и генетики  
Тюменского госуниверситета,  
доктор биологических наук, профессор, заслуженный эколог РФ.

*Светлой памяти Федора Михайловича  
ФЛЕЙШЕРА – управляющего Челябинского  
рыбтреста и организатора товарного  
рыбоводства на Южном Урале  
посвящается*

## **ВВЕДЕНИЕ**

Начало XXI столетия на Урале, в Западной Сибири отмечается новым подъемом товарного озерного рыбоводства. Подъем в развитии озерного рыбоводства связан с выходом Постановления Правительства Российской Федерации о лицензировании промышленного рыболовства и рыбоводства в 1995 г. Благодаря государственному документу, существенно облегчающему закрепление местных водоемов за индивидуальными предпринимателями, многие граждане решили в рамках малого и среднего бизнеса освоить рентабельное направление товарного рыбоводства.

Однако, чтобы выполнять квалифицированно весьма сложный комплекс мелиоративных и рыбоводных работ на озерах, прежде всего, необходимы знания о водоемах как системе продуцирования биологических организмов, служащих кормом рыбам и обеспечивающих их рост и развитие. Наряду с этим важной проблемой в рыбоводстве является взаимоотношения вселенца и аборигенной ихтиофауны, отдельные представители которой способны свести на нет усилия по зарыблению водоема молодь ценных видов рыб. Их следует знать, чтобы уметь выращивать нормативное количество товарной продукции от вселяемого на нагул посадочного материала.

Начинающему рыбохозяйственнику важны сведения о наиболее эффективных методах лова и его оптимизации. Нелишними будут сведения о методах и способах повышения естественной рыбопродуктивности местных водоемов, используемых для выращивания рыбы в монокультуре или поликультуре. Всему этому учат на очных и заочных отделениях биологических, рыбохозяйственных и сельскохозяйственных факультетах вузов России.

Основу озерной поликультуры составляют сиговые рыбы, карп и растительноядные рыбы. Из числа сиговых рыб предпочтение отдается пеляди, биотехника культивирования которой наиболее доступна для практического освоения.

О пеляди написано довольно много, но все это изложено в специализированной научно-производственной литературе – журналах, материалах совещаний и симпозиумов, сборниках научно-исследовательских институтов, реферативных журналах, издаваемых малыми тиражами и преимущественно для служебного пользования.

Специалисты со стажем имеют солидную библиографию о пеляди, но начинающему рыбоводу это трудно освоить.

Предлагаемая книга – попытка удовлетворить стремление практиков-рыбохозяйственников «быстро узнать о многом», то есть узнать о мотивах включения пеляди в число объектов разведения и выращивания на основе использования кормовой базы озер заморного типа, о биологических основах методов ускоренного (полгода, год, полтора года) выращивания товарной пеляди, эффективных методах формирования маточных стад и производства посадочного материала.

Все эти дополнительные сведения будут полезными для студентов вузов и техникумов, изучающих в учебных заведениях ихтиологию и рыбоводство и смежные биотехнические и сельскохозяйственные специальности, составляющие фундамент АПК.

Автор будет благодарен за пожелания и советы читателей, что, безусловно, послужит стимулом к совершенствованию методических пособий по биотехнике товарного выращивания пеляди, которая для него более 40 лет представляет повышенный профессиональный интерес.

# ГЛАВА 1. СИГОВОДСТВО И ЕГО РОЛЬ В АКВАКУЛЬТУРЕ РОССИИ

## 1.1. Семейство Сиговые

Сиговые рыбы, образующие самостоятельное семейство подотряда лососевидных отряда лососеобразных, широко распространены в водоемах Голарктики и населяют реки и озера северной части Европы, Азии и Америки. Это преимущественно пресноводные и полупроходные рыбы, не удаляющиеся далеко в море. Семейство сиговые Coregonidae включает 3 рода – Вальки (*Prosopium*), Сиги (*Coregonus*) и Нельмы (*Stenodus*) и насчитывает 28 видов (Решетников, 1995). Из них 14 видов обитает в водоемах России. Причем ряд видов: пелядь, муксун, тугун, сиг-хадары и уссурийский сиг являются эндемиками нашей страны. Длина тела разных представителей семейства колеблется от 8 до 150 см, масса от 5 г до 40 кг. Среди сиговых выделяют рыб с верхним, конечным и нижним ртом, питающихся зоопланктоном (к ним относятся ряпушка, рипус, омуль, пелядь, тугун), зообентосом (сиг, сиг-пыжьян, чир, муксун, валец, сиг-хадары, сиг-востряк, чудской сиг и другие подвиды сига) и разной рыбой (белорыбца, нельма). Нерест у всех видов сиговых происходит осенью перед ледоставом на реках и озерах, в начале зимы – после ледостава, и только в пресной воде. Сиги и ряпушки, обитающие в Баунтовских озерах Бурятии в Забайкалье нерестуют ранней весной подо льдом. В Цюрихском озере (Швейцария) наряду с сигами, нерестующими в декабре, существуют формы сигов с весенне-летним нерестом.

Икрометание у всех сиговых происходит на песчано-гравийном грунте, свободном от заиления, а процесс нереста длится 20-30 суток при температуре воды ниже 3°C, но оптимум температуры для развития отложенной икры на донный нерестовый субстрат составляет 0,8-0,2°C. Сиговые относятся к ценным промысловым рыбам, а их общий учетный улов в Северном полушарии составляет 40-60 тыс. тонн в год, причем на долю России приходится 40-50% общемирового улова.

Сиговых следует оценивать как национальное достояние, поскольку они обладают высокими пищевыми качествами и являются диетическим и деликатесным продуктом. Их реализация всегда приносит экономическую прибыль. В современный период прогресс сигового хозяйства России возможен лишь при государственной поддержке, ориентированной на сохранение видового разнообразия сиговых рыб, увеличение их запасов на основе концепции неистощимого рыболовства, а главное – ускоренном развитии различных форм и методов товарного сиговодства на многочисленных водоемах нашей страны.

## 1.2. Сиговодство и его возможности

Сиговодство представляет собой одно из перспективных направлений товарного рыбоводства на внутренних водоемах России. Его выгодность обусловлена возможностью выращивания сиговых рыб преимущественно на основе пастбищного нагульного хозяйства за счет естественной самовозобновляемой кормовой базы местных водоемов, что максимально удешевляет технологию производственных процессов, а применение различных способов мелиоративного стимулирования озерных и прудовых экосистем позволяет повысить, как минимум, в 2-3 раза кормовой потенциал нагульных акваторий для культивируемых товарных сиговых рыб (Mukhashev I.S., Gunin A.P., 2002).

Пелядь, муксун, рипус, нельма и другие сиговые при определенных условиях способны расти зимой подо льдом, что также представляет широкие возможности рыбводам для интенсивного использования этого уникального физиологического свойства холодостойких рыб в условиях товарного выращивания. Это биоэкологическое преимущество, а также быстрый рост сиговых, создающих конкурентоспособную пищевую продукцию за один или два нагульных сезона при ее деликатесных гастрономических достоинствах и высокой экономической рентабельности процесса выращивания, обеспечивают бесспорный приоритет товарному сиговодству.

Маркетинговые исследования, проведенные Росрыбхозом (Мамонтов, 1998), свидетельствуют о высокой емкости отечественного рынка для производства товарных сиговых на внутренних водоемах. Продукция сиговых востребована и на внешнем рынке, что также является хорошим стимулом для совершенствования биотехнических разработок по развитию разных методов культивирования этих ценных рыб.

Работы по разведению и товарному выращиванию сиговых в прудах были начаты русскими рыбводами еще в 60-х годах XIX столетия. Первым к искусственному воспроизводству сиговых рыб приступил В.П. Врасский, создав в Новгородской области (тогда губернии) казенный рыбоводный завод, на базе которого он в 1854 г. разработал сухой способ осеменения икры форелей и сигов. Достижения В.П. Врасского были отмечены золотыми медалями Общества сельского хозяйства России и Парижского общества акклиматизации во Франции, что означало официальное признание научных и практических успехов Врасского в мировой науке (Федюкин, 1970). Следующая награда международного значения была присуждена рыбоводу Мушинскому в 1880 г. за работы по сиговодству (Бурмакин, 1963).

Значительный этап в развитии сиговодства связан с деятельностью И.В. Кучина – ведущего специалиста Департамента Земледе-

лия, который в период 1907-1913 гг. заложил основы двух рыбодных заводов – Уфимского (г. Уфа) и Аракульского (на севере Челябинской области) по искусственному воспроизводству сиговых, включая белорыбицу и лососевых рыб.

Этот прогресс был обусловлен созданием в 1907 г. правительственной рыбодной организации, подчиненной Департаменту Земледелия России. Начинаний по рыбодству и работ по акклиматизации различных видов сиговых рыб за этот период было произведено по тем временам немало. Однако, лишь интродукции с целью акклиматизации чудского сига в оз. Синара, расположенном на севере Челябинской области, в 1912 и 1914 гг. дали отличный результат: с 1927 г. натурализовавшаяся популяция сига обеспечила крупные и стабильные уловы. Акклиматизированный здесь чудской сиг прочно внедрился в состав местной ихтиофауны и самовоспроизводится по сей день.

За счет синарской популяции чудского сига на Южном Урале его потомки акклиматизированы еще в 20 разнотипных водоемах (Лопатышкина, 1974). В оз. Банное на юго-востоке Башкортостана более 70 лет самовоспроизводится гибридная популяция акклиматизированных здесь сига-лудоги и чудского сига (Биккинен, 1980).

В Советском Союзе работы по расширению ареала сиговых рыб входили в общие региональные и областные программы. Сигодство как направление товарного прудового и озерного рыбодства получило развитие благодаря широкой пропаганде научно-практических достижений крупнейших ихтиологов и рыбодов страны – Гримма О.А., Дрягина П.А., Тихого М.И., Бурмакина Е.В., Головка Г.А. и других, предметно убедивших практиков, что товарное выращивание сигов бентофагов и планктофагов является не только возможным, но и весьма эффективным.

Кудерский Л.А. (1998), проанализировав состояние рыбного хозяйства на внутренних водоемах современной России, убедительно показал, что для северных территорий нашей страны в большей мере следует заниматься сиговыми, дающими стабильные уловы и высокие хозяйственные результаты.

Товарное сигодство в России (Мухачев, 1998, 2001) базируется более чем на 10 видах представителей этого семейства, но основу улова выращиваемых сиговых составляет пелядь. Другие сиговые присутствуют в уловах рыбоводных прудовых и озерных хозяйств от Северо-Запада до Восточной Сибири в незначительном количестве.

Общий улов выращенной пеляди в рыбодных хозяйствах нашей страны за 40 лет – с начала 60-х по 2001 г. – оценивается в 115-120 тыс. т. Из них 100 тыс. т дал метод однолетнего выращивания товарной пеляди, а остальное – более крупная рыба.

Методы выращивания товарных двухлетков пеляди и других сиговых также представляют собой технологии ускоренного выращивания по сравнению с промыслом естественных популяций сиговых, где товарной (коммерческой) продукцией является рыба старше 4-5 лет.

По нашему мнению, потенциал методов однолетнего и двухлетнего выращивания пеляди только начинает раскрываться и совершенствоваться. Поэтому в начале XXI столетия будут превалировать «ускоренные» технологии, позволяющие за короткие временные сроки получать качественную пищевую рыбу. Создание производственной инфраструктуры в северных регионах страны (от Северо-Запада до Дальнего Востока), обеспечивающих в достатке племенным и жизнестойким посадочным материалом муксуна, нельмы, чира, пеляди и других ценных представителей семейства сиговых, позволят внедрить различные по сложности биотехнологии товарного выращивания этих рыб.

Прогноз потенциала товарного сигодства, как части общегосударственной программы *сигового хозяйства* рыбной отрасли России, на базе местных водоемов с увеличивающимся числом нагульных рыбоводных хозяйств разных форм собственности на ближайший 10-15 летний период представлен в таблице 1.

Таблица 1

Уловы сиговых рыб в водоемах России, тыс. т  
(по И.С. Мухачеву, 1998)

Регион	Фактические ежегодные уловы в XX столетии			Потенциальные уловы		
	40-60-е	70-80-е	90-е	естественное воспроизводство	за счет рыбодства	всего
СЗ и Север ЕТР	3-4	1,6-2,5	1,3-1,7	2,0	5-6	7-8
Урал***	0,1-0,8	1,3-2,8	1,3-1,6	0,1	8-9	8-9
Западная Сибирь	10-17	6-17*	4-9**	9,0	19-24	26-30
Восточная Сибирь	10-17	8-10	6-9	12,0	6-7	18-21
Дальний Восток	2-3	2-3	1-2	2,0	2	4
ВСЕГО	25-34	19-28	10-17	25,0	40-45	65-70

Примечание: \* - в том числе ежегодно 3-5 тыс. т за счет рыбодства;  
\*\* - в том числе ежегодно 1-1,5 тыс. т за счет рыбодства;  
\*\*\* - на Урале естественных популяций сиговых не было.

Прогресс сигодства в нашей стране на основе использования самовозобновляемой естественной кормовой базы местных водоемов тесно связан с необходимостью государственного, административного влияния на внедрение селекционно-племенной работы на всей территории России (Богерук, 2001) путем создания *зональных центров по воспроизводству племенной молодежи ценных рыб и оказанию содействия во внедрении передовых технологий*, необходимых рыбоводным хозяйствам всех форм собственности.

## ГЛАВА 2. БИОЛОГИЯ ПЕЛЯДИ В ВОДОЕМАХ АРЕАЛА

Пелядь *Coregonus peled* (Gmelin, 1789) – вид семейства сиговых отряда лососеобразных из класса костистых рыб. Видовое название происходит от зырянского (коми) слова «пелять», «пелятка», хантыйского «сорых», которое у русских жителей на Оби превратилось в «сырок». По этой причине рыба при первом научном описании И.И. Лепехина в 1780 г. получила двойное ихтиологическое название «пелядь, сырок» в честь Самуила Готлиба Гмелина (1709-1755) академика Российской Академии наук, одного из первых исследователей флоры и фауны Сибири (Берг, 1948; Козлов, 2002).

Родовое название *Coregonus* (Корегонус) – означает косоглазый (клиноглазый), поскольку зрачок глаза не круглый, а выступает вперед небольшим углом-клином.

### 2.1. Характерные систематические признаки

Тело у пеляди (рис. 1), как и других сиговых, слегка уплощено с боков, в поперечном сечении имеет вид овала. Спинной плавник находится посредине спины, под ним расположены парные брюшные плавники.

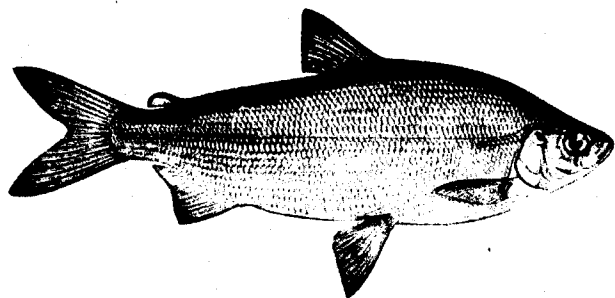


Рис. 1. Пелядь

Грудные плавники сдвинуты вперед и располагаются под задним концом жаберной крышки. Анальный плавник начинается сразу за анальным отверстием. Жировой плавник располагается на спине напротив конца анального плавника. Хвостовой стебель небольшой, хвостовой плавник равнолопастной. Тело у пеляди высокое (более 20% длины тела), сразу же за затылком спина круто поднимается вверх.

По сравнению с другими представителями семейства сиговых, пелядь более темно окрашена. Окраска спины, головы и плавников темная, брюшка и боков – светлая. На голове и по бокам могут быть темные пятнышки-меланофоры, на спинном плавнике масса черных точек в несколько рядов.

Фенотипический признак – пятнистость головы встречается во всех популяциях, градации признака хорошо выражены и он наследуется моногенно, кодируемый у пеляди одним геном с двумя аллелями (Кочнев, 1984). Пятнистость головы хорошо ранжируется на три группы, что показано на рис. 2.

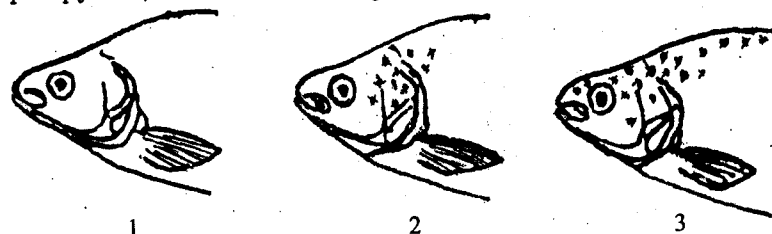


Рис. 2. Формы пятнистости головы пеляди:  
1 - без пятен; 2 - полупятнистость; 3 - пятнистая

Во время нереста на голове и теле появляются эпителиальные бугорки, более заметные у самцов, чем у самок. Рот конечный, верхняя челюсть несколько выдается над нижней, верхнечелюстная кость заходит за вертикаль переднего края глаза. В анальном плавнике чаще 12-16 ветвистых лучей, что больше по сравнению с другими сиговыми рыбами. Икра мелкая, от 1,3 до 1,5 мм в диаметре, желтовато-оранжевого цвета. В пределах ареала пелядь достигает 58 см длины тела и массы до 2,7 кг, хотя есть ссылки на поимки особей пеляди до 3-4 кг массой.

Формула плавников пеляди имеет следующий вид: D III-V 8-12, P I 14-16, V II 10-14, A III-V 12-16. Жаберных тычинок 46-69, чешуй в боковой линии 76-102, пилорических придатков 70-170, позвонков 57-63.

### 2.2. Распространение

Пелядь – эндемичный вид сиговых, обитающий лишь в водоемах европейского и азиатского Севера России – от р. Мезени на западе до р. Колымы на востоке. Северная граница распространения сибирской озерно-речной пеляди совпадает с морским побережьем, а южная опускается до 70 и даже 60° с. ш. (рис. 3). К настоящему времени, благодаря акклиматизационно-рыбоводным работам, пелядь широко расселена по водоемам России и за её пределы.

### 2.3. Структура вида

На всей территории естественного ареала пелядь представлена **разными экологическими формами**: озерно-речная, озерная, речная, эстуарная (Решетников и др., 1989). Наибольшего разнообразия форм и большой численности пелядь достигает в бассейне р. Обь. Озерная форма пеляди приурочена к озерам зон тундры и тайги.

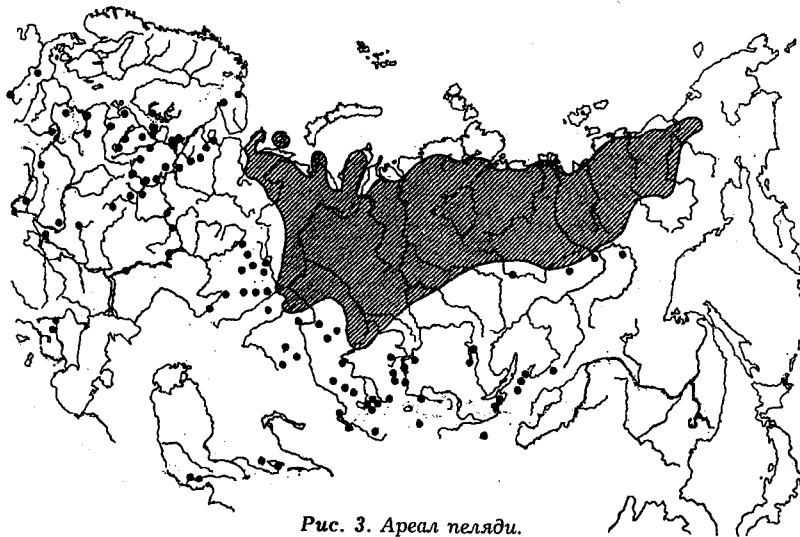


Рис. 3. Ареал пеляди.

Штриховкой показан естественный ареал пеляди, кружками – пелядь в новых местах обитания в результате акклиматизационных работ

В водоемах Восточной Сибири в основном встречается озерно-речная форма пеляди, хотя в озерах Саха-Якутии многочисленна озерная пелядь. Типично речная форма пеляди представлена в Оби, речные и озерно-речные формы обитают в реках Мезень, Индигирка, Печора, Надым, Пур, Енисей, Пясины, Хатанга и др. Эта форма пеляди нерестится при температуре воды 1-2°C в реках в октябре, до ледостава при соответствующих экологических условиях среды.

Озерная пелядь из водоемов Тюменской области и Саха-Якутии нерестится подо льдом при температуре воды 0,8-0,2°C с середины ноября по декабрь.

Научный анализ всех популяций пеляди нашей страны (Решетников и др., 1989) показал на имеющиеся незначительные различия основных диагностических признаков. Внешних различий по фенотипическим признакам между речной, озерной, озерно-речной формам практически нет, что не позволяет визуально выявить «кто есть кто». Однако при тщательных промерах и просчетах ряда признаков можно с определенной точностью определить принадлежность исследуемой выборки пеляди к определенной экологической форме.

В частности, для пеляди из водоемов европейской части России средние значения таковы: 57,94 тычинки на первой жаберной дуге и 86,70 чешуи в боковой линии у речной формы и, соответственно, 58,00 и 87,70 – у озерной формы. Для сибирских популяций пеляди эти цифры равны, соответственно, 56,97

и 88,07 для речных и 54,58 и 90,72 для озерных форм.

Эксперименты по акклиматизации пеляди к югу от ареала в водоемы с более теплым климатом и водой иногда сопровождаются снижением числа чешуй, но незначительно. Наименьшее число тычинок на жаберных дугах встречается у пеляди на первом году жизни (как правило, менее 50), а у более старших возрастов оно всегда больше 50.

В таблице 2 приведены основные показатели средних значений меристических и пластических признаков речной пеляди обского стада, которые следует использовать для выявления возможных различий при мониторинге локальных групп пеляди.

Таблица 2

Морфометрические признаки пеляди речной формы (по Павлову, 1976)

Признак	Пелядь р. Сев. Сосьва, Тюм. обл.	Пелядь, Обская губа, Тюм. обл.
Число чешуй в II	86,0 ± 0,45	86,6 ± 0,53
Число жаберных тычинок	59,7 ± 0,31	59,4 ± 0,30
Число позвонков	60,7 ± 0,11	60,7 ± 0,14
Неветвистые лучи в D	3,86 ± 0,05	3,86 ± 0,05
Ветвистые лучи в D	9,8 ± 0,11	9,8 ± 0,11
Неветвистые лучи в A	3,62 ± 0,07	3,67 ± 0,07
Ветвистые лучи в A	14,7 ± 0,10	14,6 ± 0,12
Ветвистые лучи в P	14,7 ± 0,11	14,7 ± 0,12
Ветвистые лучи в V	11,0 ± 0,05	10,9 ± 0,06
Число пилорических придатков	123,4 ± 2,75	120,8 ± 2,02

Для выявления возможной изменчивости акклиматизируемых групп озерной формы пеляди на основе сравнения с имеющей происхождение от ендырской пеляди (оз. Ендырь-Согомский Ханты-Мансийского автономного округа Тюменской области) в таблице 3 приведены данные промеров морфометрических признаков естественной популяции пеляди из этого водоема.

Таблица 3

Морфометрические признаки пеляди оз. Ендырь-Согомский (по Мухачеву, Чупретову, 1981)

Признаки	Пределы колебаний	X±m	CV
Длина рыб, мм	220-440	305,10±29,99	29,49
Вес рыб, г	131-1188	429,79	
Число жаберных тычинок	50-63	56,54±0,16	2,44
Число чешуй в II	81-95	86,65±0,17	1,46
Ветвистые лучи в D	8-11	9,59±0,08	6,41
Ветвистые лучи в A	12-15	14,03±0,09	4,78
В % от длины тела по Смитту			
Длина рыла	3,8-5,2	4,34±0,03	8,28
Горизонтальный диаметр глаза	4,4-6,2	5,18±0,03	7,24
Длина головы	17,9-21,1	19,55±0,07	3,92

Признаки	Пределы колебаний	X±m	CV
Высота головы у затылка	14,8-17,6	16,17±0,06	3,96
Ширина лба	5,9-8,5	7,14±0,05	6,87
Длина верхнечелюстной кости	5,5-7,2	6,33±0,11	17,76
Длина нижней челюсти	7,7-9,7	8,94±0,07	7,76
Наибольшая высота тела	23,8-31,2	27,76±0,12	4,51
Наименьшая высота тела	7,7-9,7	8,56±0,05	5,76
Антедорсальное расстояние	40,7-46,9	43,65±0,07	1,68
Постдорсальное расстояние	40,4-44,5	42,86±0,06	1,46
Антевентральное расстояние	41,5-47,0	44,42±0,08	1,84
Антеанальное расстояние	66,5-78,1	74,23±0,19	2,70
Длина хвостового стебля	9,9-14,6	12,69±0,09	7,67
Длина основания спинного плавника	8,8-11,8	10,57±0,05	5,18
Высота спинного плавника	16,5-19,3	17,78±0,09	5,26
Длина основания анального плавника	12,8-15,8	14,03±0,07	5,53
Высота анального плавника	9,9-12,8	10,69±0,08	8,61
Длина грудного плавника	12,9-16,9	14,93±0,07	5,03
Длина брюшного плавника	15,3-18,7	16,89±0,06	3,82
Пектоэвентральное расстояние	22,3-28,3	25,07±0,07	2,78
Вентроанальное расстояние	24,6-29,4	27,80±0,10	3,86

Примечание: оз. Ендырь (Ендырь-Согомский) расположено в 70 км к западу от г. Ханты-Мансийска, в отличие от оз. Ендырь-Чиликановский, теперь оз. Нахарвант, расположенном в междуречье Конды и Иртыша в Уватском районе Тюменской области, популяцию пеляди которого изучал А.И. Буксирев (1935).

## 2.4. Темп роста

Характеристикой, определяющей условия жизни рыбы в водоеме, является рост особей популяции рассматриваемого вида; темп линейного и весового роста, создающие прирост ихтиомассы, являются определяющими.

На основе анализа всех обследованных в XX веке естественных популяций озерной, озерно-речной и речной форм пеляди, обитающей в пределах европейской и азиатской частей России, Ю.С. Решетниковым (табл. 4) выполнены расчеты средних показателей длины и массы девяти возрастных групп.

Таблица 4

Условные градации линейного и весового роста пеляди в водоемах естественного ареала

Условные градации роста	Возраст, лет								
	1+	2+	3+	4+	5+	6+	7+	8+	9+
Линейный рост, мм									
Очень высокий	190	310	340	380	410	440	470	500	540
Высокий	160	220	270	320	350	390	420	450	480
Средний	120	160	200	240	280	310	350	390	430
Низкий	90	130	160	200	240	270	310	350	390
Очень низкий	70	90	130	160	200	230	270	300	330
Весовой рост, г									
Очень высокий	110	400	600	850	1050	1250	1550	2150	2700
Высокий	80	270	450	650	800	1000	1200	1400	1800
Средний	60	210	300	450	580	700	800	950	1200
Низкий	40	80	150	220	320	450	550	700	850
Очень низкий	10	20	50	80	100	150	200	350	500

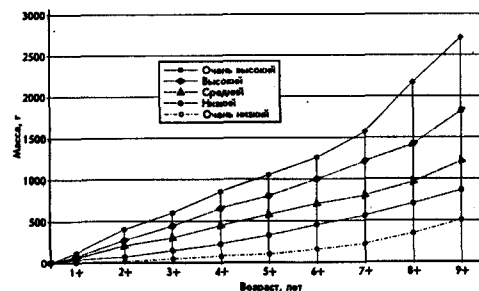


Рис. 4. Градации весового роста пеляди в водоемах естественного ареала

Для лучшей наглядности на рисунке 4 приведено графическое изображение градаций весового роста, что позволяет визуально сравнивать весовые показатели вырастающей пеляди с её одновозрастными группами из водоемов ареала.

Кроме того, установлено, что в водоемах естественного обитания пеляди её линейный и весовой рост определяются, главным образом, кормовыми условиями, а широта расположения водоема и его температурный режим оказывают косвенное влияние, но также через уровень развития кормовой базы (Решетников и др., 1989).

## 2.5. Созревание и размножение

Созревание, то есть достижение половой зрелости, у рыб наступает при определенных размерах длины и массы. Поэтому быстрорастущие особи вида созревают в более раннем возрасте, а тугорослые в связи с замедлением роста — позднее. Однако, размер впервые нерестящихся рыб не бывает постоянным для всех популяций вида (Решетников, 1966, 1989).

На сроки полового созревания пеляди оказывают влияние, прежде всего, климатический фактор и обеспеченность пищей. По этой причине пелядь, обитающая в озерах и реках тундры, лесотундры и тайги, различается по срокам наступления половозрелости от 2+ при самом раннем созревании до 5+ или 6+ при позднем созревании. В частности, в озерах Большеземельской тундры Республики Коми созревание пеляди отмечают на пятом году жизни при достижении длины 267 мм и массы 247 г (Сидоров, 1974). Карликовая пелядь из колымских озер Саха-Якутии достигает половозрелости на шестом году при длине 20 см и массе 136 г (Новиков, 1966).

Нерестовое стадо обской пеляди представлено особями в возрасте от 3+ до 12+, но лишь единичные особи созревают в возрасте 2+ (0,5%). Первое икротометание наступает в возрасте от 3+ до 6+, и в это время пелядь имеет 27-28 см длины и массу более 300 г (Павлов, 1978). Нерестовое стадо пеляди из оз. Ендырь-Согомский состоит из 7 возрастных групп, причем наиболее рано созревающие особи отмечены Г.И. Никоновым (1963) в возрасте 2+ при длине тела 28 см и массе 400 г. Биологические показатели половозрелой пеляди оз. Ендырь-Согомский в 80-е годы представлены в таблице 5.

Таблица 5

Биологические показатели нерестового стада пеляди оз. Ендырь-Согомский (ноябрь-декабрь 1984 г.)

Показатель	Возраст, лет					
	2+	3+	4+	5+	6+	7+
Самцы						
Длина тела по Смитту, мм	292	299	336	366	390	457
Промысловая длина тела, мм	276	294	325	346	370	440
Масса, г	357	458	528	660	927	1220
Коэффициент упитанности по Фултону	1,68	1,68	1,70	1,71	1,76	1,82
Коэффициент упитанности по Кларку	1,59	1,56	1,43	1,45	1,52	1,58
Самки						
Длина тела по Смитту, мм	306	309	334	365	430	447
Промысловая длина тела, мм	278	296	328	348	410	458
Масса, г	389	472	578	745	1175	1375
Коэффициент упитанности по Фултону	1,73	1,86	1,81	1,83	1,88	1,96
Коэффициент упитанности по Кларку	1,56	1,59	1,58	1,59	1,59	1,60
Общее число рыб	57	82	35	22	11	9

## 2.6. Питание в водоемах ареала

К настоящему времени подробно изучено питание пеляди как в разнотипных водоемах естественного ареала, так и в новых местах ее обитания. Обобщенный материал по характеру питания разновозрастной пеляди в реках и озерах северо-востока европейской части России, Западной и Восточной Сибири (Болотова и др., 1989) указывает на различия, точнее широту потребления пищевых организмов. Характер питания и его спектры меняются не только в озерах и реках в разных частях ареала, но по годам и сезонам, что позволяет констатировать эврифагию пеляди. Это обусловлено тем, что в северных широтах пелядь - потребитель зоопланктона, легко переключается на потребление бентосного корма и даже личинок и мальков разных рыб. Пелядь может переходить на питание разными беспозвоночными, составляющими наибольшую численность и биомассу в тот или иной момент (период) в водоеме. Однако, наиболее доступным кормом для организма пеляди является зоопланктон, представленный активными коловратками, веслоногими и ветвистоусыми рачками. Это обусловлено морфологическими особенностями строения конечного рта и жаберного аппарата с большим числом жаберных тычинок. Поэтому из числа бентосных организмов в первую очередь рацион пеляди пополняют подвижные формы зообентоса. Во всех водоемах в процессе изучения питания пеляди были обнаружены личинки и мальки гольяна речного и озерного, карася, окуня, верховки, девятииглой колюшки.

Следует отметить, что потребление организмов зообентоса и мелкой рыбы обусловлено условиями низкого развития зоопланктона, при явном

недостатке которого пелядь вынужденно переключается на другой вид массового и доступного ей по размерам корма. Одновременно специалисты выявили, что пелядь как активный пловец проявляет селективность по отношению к имеющимся кормовым организмам. В частности, из зоопланктона она в первую очередь выедает (потребляет) наиболее крупные организмы и сконцентрированные в скоплениях стаи. Затем, по мере выедания наиболее крупных форм зоопланктона, пелядь переключается на мелкие виды и формы (Попов, 1985), оказывая, таким образом, селективное воздействие на количество и размерный состав зоопланктона, что следует иметь в виду при ее культивировании в озерах и прудах как товарной рыбы, систематически проверяя фактическую кормовую базу.

Пелядь в водоемах естественного ареала, обладая широким спектром питания, способна конкурировать со многими видами рыб местной ихтиофауны. Наибольшие совпадения у пеляди в потреблении кормовых организмов, и прежде всего зоопланктона, отмечаются с ряпушкой, рипусом, снетком, верховкой, уклейей.

### ГЛАВА 3. ПЕЛЯДЬ КАК ОБЪЕКТ АККЛИМАТИЗАЦИИ И ТОВАРНОГО РЫБОВОДСТВА

На примере культивирования пеляди весьма отчетливо видна положительная роль крупномасштабных работ по расширению ареала за счет создания новых центров с управляемым воспроизводством в товарных озерно-прудовых хозяйствах и формирования маточных стад, что нашло отражение в новой программе сиговодства России (Мамонтов и др., 2000).

За последние полвека ареал пеляди существенно расширен, что способствует увеличению ее уловов. В частности, о значительных возможностях выращивания товарной пеляди в озерах и других типах водоемов России свидетельствует инициатива Тюменской области в 70-80 годах XX века по созданию большого количества специализированных предприятий – озерных товарных рыбхозов и их слаженной работы в составе местного рыбохозяйственного комплекса (рис. 5).

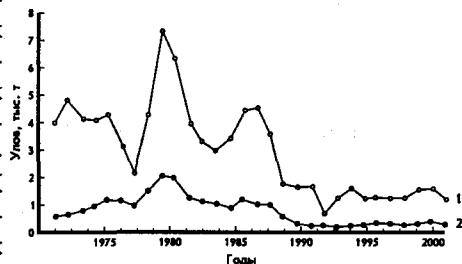


Рис. 5. Общий вылов пеляди в водоемах Тюменской области (1), в том числе вылов пеляди, выращенной в озерах (2)

Фактические уловы выращенной пеляди за этот период времени и соседних административных территориях колебались в следующих пределах: в Новосибирской области – 300-800 т, Омской – 100-800 т, Курганской 400-1000 т, Челябинской – 800-2200 т в год.

Пелядь хорошо показала себя как объект товарного выращивания в прудовой поликультуре (Головков, Кузьмин, 1978; Козлов, 1998) и пастбищной аквакультуре (Мамонтов и др., 2000).

Интерес к пеляди возник давно. Первые научные описания пеляди (сырка) связаны с зоологическими работами П.С. Палласа (1776), И.И. Лепехина (1780), которые они выполняли на водоемах Севера России по заданию Петербургской академии наук. Позднее на пелядь обращали внимание исследователи водоемов Архангельской губернии и Сибири XIX века: Н.Я. Данилевский (1862) и Н.А. Варпаховский (1899).

В начале XX столетия в связи с идеей акклиматизации растений и животных за пределы их ареала наш соотечественник В.И. Мейснер (1925) – крупнейший специалист и организатор рыбного хозяйства – обосновал совокупное влияние процесса акклиматизации рыб на новое место обитания, как *сильную биологическую мелиорацию*, в результате которой в водоеме возникает самовоспроизводимая популяция вселенца, изменяющая исторически сложившийся их-

тиоценоз и зачастую дающая ощутимый прирост пищевой биомассы.

Первым в 1933 г. вопрос об использовании пеляди как объекта для акклиматизации, поставил П.А. Дрягин. Эту идею поддержали В.К. Есипов (1938), Е.В. Бурмакин (1941), Г.П. Померанцев (1941), Е.К. Суворов (1948), но на практике работы по вселению пеляди за пределы ареала начались лишь в 50-е годы.

Важен прогноз, сделанный Г.А. Головковым в то время (Рыбное хоз-во, 1955. – № 12. – С. 34-36), что первую «...экспедицию ВНИОРХ 1953 г. за икрой пеляди следует рассматривать как начало больших работ по акклиматизации сиговых рыб районов Крайнего Севера в более южных водоемах страны».

Тем не менее, ихтиолог Павел Амфилохиевич Дрягин ещё в 1933 г. обратил внимание на довольно широкую экологическую пластичность пеляди, особенно озерной формы, причем он образно назвал пелядь «*карасем среди сиговых*» за её стойкость к экстремальным факторам абиотической среды мелких, сильно промерзающих озер Севера. Данная оценка вызвала повышенный интерес к пеляди у ихтиологов-акклиматизаторов и рыбоводов (Бурмакин, 1941, 1953, 1963; Померанцев, 1941; Головков, 1955; Троицкая и Грандилевская-Дексбах, 1956; Нестеренко, 1962), что впоследствии позволило Е.В. Бурмакину (1963), А.Ф. Карпевич (1975), Ю.С. Решетникову и др. (1989) применительно к пеляди отметить «*большие масштабы*» в проведении акклиматизационных работ не только в пределах бывшего СССР, но и за его пределами в странах Европы и Азии.

Ради исторической справедливости следует отметить о господстве в те годы мнения, что благодаря методу акклиматизации животных, включая рыб, равноценно различных сиговых и в том числе пеляди, можно быстро обеспечить эффективное естественное воспроизводство формируемых популяций (групп). В частности, И.В. Кучин в период с 1909 по 1914 гг. осуществил первые интродукции чудского сига, ладожской ряпушки, рипуса, невского лосося, белорыбицы, карпа в озера Южного Урала, имеющих сток в бассейн Тобола.

Из пионерных работ на Урале по акклиматизации рыб лишь небольшая часть завершилась натурализацией (естественным воспроизводством) вселенцев. Например, чудской сиг естественно воспроизводится в оз. Синара и еще в ряде водоемов Южного и Среднего Урала. Однако общие уловы сига, как и рипуса, ставшего теперь «уральским», вместе не превышают 100 т в год.

Следовательно, надежда на большие хозяйственные успехи от самовоспроизводства сиговых не оправдалась, так как есть много экологических и антропогенных причин, ограничивающих возможности естественного прогресса вселенца. Об этом подробно изложено в монографиях по акклиматизации рыб и беспозвоночных гидробионтов Е.В. Бурмакина (1963) и А.Ф. Карпевич (1975). Устойчивые

самовоспроизводимые популяции, как следствие коренной биологической мелиорации, возникли в ограниченном количестве случаев интродукций. Причем, в сложных ихтиоценозах водоемов пелядь не приживается, а лишь в горных озерах Памира, Тянь-Шаня и Алтая, где ограничен состав местных рыб, или их не было совсем.

Отмечено ее естественное воспроизводство в ряде озер и водохранилищ европейской и азиатской частей России, но это лишь биологическое явление и какого-либо влияния на хозяйственные результаты не оказывает.

Общим положительным итогом акклиматизационных мероприятий с пелядью является использование искусственно формируемых и постоянно культивируемых маточных стад за счет систематических посадок жизнестойкой молоди (Кудерский, 1998).

Интерес к акклиматизации и выращиванию товарной пеляди в озерах и прудах проявили специалисты Челябинского рыбтреста (Мухачев, 1965; Флейшер, 1975), поскольку здесь прочно поддерживается традиция озерного рыбоводства, ведущая начало от опыта каслинских и кыштымских рыбопромышленников, которые весной перевозили десятки тонн живого мелкого окуня, ерша, плотвы из глубоких озер восточного склона Урала в равнинные мелкие, но высококормные озера зауральской лесостепи. За одно лето нагула эта рыба увеличивала свою массу в 4–5 раз, обеспечивая осенью и в начале зимы прирост общего улова в среднем в 3 раза. И эта деятельность осуществлялась с 50-х годов XIX века до начала XX века.

В 50-е годы специалисты Уральского отделения ГосНИОРХ (Г.П. Померанцев, В.И. Троицкая, А.И. Гальнбек, М.Л. Грандилевская–Дексбах, Н.В. Нестеренко, Г.М. Лопатышкина и др.) на водоемах Свердловской, Челябинской и Курганской областей интенсивно проводили производственные опыты по культивированию рипуса и его гибридов с чудским сигом в мелких озерах. Ими было установлено, что лучше растет гибридная форма рипуса с сигом, достигая в возрасте осеннего сеголетка 60–100 г, двухлетка и трехлетка, соответственно, 400 и 800 г и более.

Таким образом, используя подробную информацию о биологии и экологии разных форм пеляди в условиях разнотипных водоемов ареала, а также специфичный опыт «озерного рыбоводства» на Южном Урале (Сабанев, 1874; Кучин, 1915, 1931; Померанцев, Тионов, 1955; Нестеренко, 1962), представлявший собой первые варианты метода «однолетнего нагула» местной и интродуцируемой рыбы, к работам по созданию маточного стада приступили в 1954 г. (Головков, 1955), а по выращиванию товарной пеляди в озерах и прудах Челябинской области с 1960 г. (Мухачев, 1965).

Первую промышленную партию икры пеляди от производителей 4–7-летнего возраста заготовили на оз. Ендырь–Согомский Ханты-Мансийского автономного округа под руководством директора Аракульского сигового завода А.В. Кузнецова. Благодаря поддержке руководства Сибрыбпрома и Тобольского рыбозавода в декабре 1960 г.

заготовили и доставили в инкубационный цех 10 млн. икры хорошего рыбоводного качества.

Наши производственные эксперименты по акклиматизации и рыбоводному освоению озерной формы пеляди в прудах и озерах Южного Урала (Мухачев, 1965, 1967; Перминов, 1970; Галактионова, 1972, 1975; Нестеренко и др., 1975) позволили выявить реальные абиотические ограничения для её естественного воспроизводства (повышенная минерализация и активная щелочная реакция воды, преобладание заиленных нерестилищ, острый дефицит кислорода в подледном режиме озер и др. факторы). Одновременно были выявлены оригинальные биологические способности пеляди: высокий темп весового роста, особенно на первом и втором годах жизни в условиях нагула в мелких, но высококормных озерах карасевого типа как летом, так и зимой, и формирование суммарной продукции товарных сеголетков до 110–120, а двухлетков – до 150–200 кг/га, чего не бывает в естественных условиях тундровых и таежных озер.

Научно-производственный эксперимент по выращиванию товарных сеголетков пеляди в эвтрофных озерах Челябинской области, который осуществили в мае 1961 г. с использованием личинок ендырьской популяции, позволил вырастить и отловить в октябре–декабре этого же года первые 15 т рыболовной продукции. Масса товарных сеголетков в среднем составила 180 г при колебаниях от 120 до 250 г.

Этим самым было положено начало созданию нового метода ускоренного выращивания в промышленных масштабах ценной пищевой продукции быстрорастущих сиговых рыб по пастбищной технологии на основе интенсивного использования естественной кормовой базы местных водоемов.

Одновременно осуществлялась апробация метода в соседней Курганской области, где преобладают мелкие озера заморного типа. Здесь первую тонну товарных сеголетков пеляди и гибрида рипуса с сигом массой от 100 до 210 г получили в 1959 г., в 1962 г. – 20 т товарных сеголетков сиговых (Нестеренко, 1962; Сатин, Коев, 2001).

Освоение технологии происходило довольно быстро. Так, в 1965 г. в Челябинской области учтенный улов пеляди однолетнего нагула составил 207 т, а всего за 1961–1965 гг. с помощью этого метода вырастили 375 т рыбы. Почти 300 т товарных сеголетков пеляди за эти годы вырастили рыбодовы в Курганской области.

По инициативе Сибрыбпрома, куда в 60-е годы входили Челябинский рыбтрест и Курганский рыбокомбинат, а также только что созданный зональный институт СибНИИРХ (с 1971 г. – СибрыбНИИ-проект), в феврале 1964 г. в Тюмени был проведен научно-производственный семинар, поддержавший инициативу уральцев. В Тюменской области к выращиванию товарных сеголетков пеляди приступили в 1965 г. на озерах Казанского ОТПХ – первого предприятия нового типа (озерного товарного рыболовного хозяйства). По его примеру к концу

70-х годов на Урале и Западной Сибири действовало более 20 озерных товарных рыбхозов. Достижения в разработке методов товарного выращивания сеголетков и двухлетков получили признание и были широко протиражированы в виде комплексных научно-производственных рекомендаций специалистов: для водоемов юга Тюменской области Б.Г. Бурдияном (1975), И.А. Созиновым (1984), Омской области Е.А. Кудлиной (1975), юга Красноярского края и Хакасии Т.Я. Завьяловой (1984), Новосибирской области и Алтайского края В.П. Соловьевым (1969), З.И. Ивановой и др. (1974) и И.В. Морузи (1986), Северного Казахстана Л.И. Фроловой (1974) и Башкортостана В.П. Феоктистовым (1976).

В 80-е годы метод ускоренного выращивания товарной пеляди применяли озерные и прудовые хозяйства от Башкортостана до Алтайского края (Кудерский, 1998), а общая ежегодная рыбопродукция товарных сеголетков штучной массой от 70-80 до 200-250 г в этом регионе достигала 4 тыс. т. Одновременно на базе незаморных и периодически заморных озер, малых водохранилищ и нагульных прудов выращивали двухлетков и трехлетков пеляди, но их общие уловы не превышали 400-700 т, и преимущественно в Новосибирской области, где используют для культивирования пеляди большие озера. В других областях, например, Омской, Челябинской, Курганской количество крупной пеляди обычно составляет не более 10-12% от общего улова этой рыбы, а остальное составляют товарные сеголетки.

Всего за четыре десятилетия на Урале и в Западной Сибири выращено товарных сеголетков 100 тыс. т, а современный потенциал в этих озерных регионах России при применении «ускоренных» технологий культивирования товарной пеляди оценивается в 10-12 тыс. т в год.

На очередном 6-м Всероссийском совещании по биологии, биотехнике разведения и промышленного выращивания сиговых рыб, состоявшемся в Тюмени в декабре 2001 г., были продемонстрированы новые научные и производственные технологии, существенно дополняющие арсенал известных методов. В частности, впервые была отмечена возможность включения белорыбицы в число объектов товарного сиговодства. Оригинальной является технология ГосНИОРХ по выращиванию всех рыбоводных групп муксуна и других сигов (производители, посадочный материал и товарная рыба) в делевых садках, установленных в водоемах с качественной абиотической средой (Костюничев, 2001). Комплексные технологии предложены специалистами сиговодства для внедрения на водоемах Ненецкого автономного округа (Новоселов, 2001), а также других регионах России.

Главная хозяйственная задача, решаемая озерным рыбоводством во многих регионах России, – это производство ценной пищевой рыбы на основе нагульного (пастбищного) выращивания за счет использования естественной кормовой базы, но она требует поддержки специалистов и руководителей АПК областного и районного звеньев управления.

## ГЛАВА 4. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ МЕТОДА ОДНОЛЕТНЕГО ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНОЙ ПЕЛЯДИ

### 4.1. Принципы метода

Одним из методов ускоренного получения пищевой рыбной продукции является однолетнее выращивание быстрорастущих рыб до товарных размеров. Этот метод получил распространение в странах субтропического и тропического климата, где за календарный год получают два или три улова выращиваемой рыбы (каarp, сазан, тилапия и другие объекты аквакультуры). Такой же биотехнологический эффект получают в промышленных бассейновых и садковых хозяйствах, использующих теплую воду ТЭЦ, ГРЭС, АЭС и геотермальных источников.

Однако в условиях континентального резко изменчивого климата Урала и Сибири нет объективных предпосылок для быстрого роста местных рыб. Поэтому исследователи обратили внимание на пелядь, которая при высокой обеспеченности кормом способна всего за 5-6 мес. достигать массы 100-200 г и более. А это уже качественный пищевой продукт, причем, пригодный для потребления в любом виде технологической обработки: вареном, жареном, слабосоленом, копченом, маринованном, вяленом, консервированном. Данное обстоятельство, выявленное специалистами 40 лет тому назад и поддержанное высоким покупательским спросом населения, обеспечило прогресс культивирования товарной пеляди в Зауралье и Западной Сибири.

Суть метода однолетнего выращивания товарной пеляди состоит в том, что весной (конец апреля – начало мая) в озера с обедненным составом ихтиофауны, населенных преимущественно карасями (золотым и серебряным), вселяют личинок пеляди, и к началу зимы отлавливают выращенных крупных сеголетков массой 100-200 г.

По современной технологии к водоемам вселения транспортируют личинок в возрасте 2-3 сут (иногда чуть старше) из сиговых рыбоводных заводов или цехов в полиэтиленовых пакетах. Обычно сиговые инкубационные цехи, расположенные на Урале, Западной Сибири и других регионах России, загружают в один пакет 100 тыс. личинок, в который предварительно вливают 20 л воды. Пакет с водой, загруженный личинками и накачанный кислородом из баллона через редуктор, можно транспортировать не более 1 сут. По прибытии к водоему вселения пакеты погружают на 1 час у берега в воду для «выравни-

вания» температуры во избежание физиологического «шока», поскольку возможная разница температуры в пакете и водоеме более 2-3°C может быть причиной дополнительного отхода личинок.

Выпуск личинок осуществляют в местах, защищенных от волнобоя, но без растительности. Целесообразно, если позволяет погода, выпуск личинок проводить подальше от берега, где меньше возможных насекомых-хищников, включая бокоплага-гаммаруса, и рыб, способных в это время года поедать малоподвижных личинок.

Расчет плотности посадки личинок в нагульное озеро или пруд производится заранее, на основе тщательного анализа развития зоопланктона за предыдущий год и полученной массы осенних сеголетков (либо другой рыбы), если таковые уже выращивались в данном водоеме. В практической работе рыбоводы обычно в мелководные озера, где отсутствуют окунь, плотва, верховка, вселяют личинок пеляди озерной или речной формы от 1 до 3 тыс. шт./га. Плотность посадки (количество) колеблется и прямо пропорционально зависит от состояния зоопланктона, ряда других факторов.

В первой половине XX столетия в нашей стране использовался заимствованный за рубежом метод доставки проинкубированной икры сиговых рыб (равноценно и пеляди) к водоему вселения в изотермических ящиках, а процесс доинкубации икры, вылупления предличинок и их выпуска в водоем осуществлялся в течение 4-6 ч от момента доставки. Доинкубация проводилась в аппаратах Сес-Грина – четырехстенных прямоугольных деревянных ящиках (35x80x30 см) с сетчатым дном и сетчатой крышкой. Кстати, в некоторых европейских странах этой технологией пользуются до настоящего времени (см. рис. 64).

Для решения о дне вывоза проинкубированной икры на водоемы вселения на рыбоводных заводах, например, Аракульском в Челябинской области, рыбоводы перед отправкой икры ставили пробный опыт, на основе которого определяли реальное состояние икры на завершающемся этапе развития, и возможный срок наступления массового вылупления предличинок из оболочек икры.

Описание опыта. В эмалированный таз (миску) небольших размеров кладут 100 икринок из аппаратов Вейса одной партии инкубирующейся икры, налив в него воду, поступающей в эту группу аппаратов. Таз с икрой переносят в помещение с температурой воздуха 10-12°C, а за икрой проводят наблюдение в течение 24 часов. Таким образом определяют процент выхода подвижных эмбрионов (предличинок) из икры.

Например, если за сутки при повышенной температуре воды вылупилось 80-85% предличинок, то икру немедленно упаковыва-

ют в изотермические ящики и развозят по водоемам вселения. При вылуплении лишь 60-70% эмбрионов икру оставляют в инкубационных аппаратах еще на 2-3 суток, так как эта икра еще не получила «нормативное» количество градусо-дней для реализации завершающих стадий своего эмбрионального развития.

После чего эту партию икры можно транспортировать к местам вселения и доинкубировать в аппаратах Сес-Грина, поскольку температура воды в верхнем слое водоемов Южного Урала и юга Западной Сибири в это время обычно достигает 8-12°C, благодаря чему выход личинок бывает дружным и весь процесс доинкубации икры и выпуска предличинок длится не более 4-6 часов. Длина личинок (предличинок) пеляди 1-2-сут. возраста колеблется в пределах 8,3-9,7 мм, а масса – 3,3-4,2 мг.

Личинки пеляди, вселяемые в озера с обедненным составом ихтиофауны, а также в карповые нагульные пруды, вначале питаются мелкими формами зоопланктона, преимущественно коловратками и науплиями веслоногих рачков.

В это время личинок местных видов рыб (плотвы, карасей, гольяна), которые могли бы конкурировать за пищу с пелядью, ещё нет. Нерест этих видов начинается позже вселения личинок пеляди, через 1-3 недели, когда температура воды повысится до более высоких значений. Годовики, двухгодовики и более старшие рыбы-аборигены (караси и др.) местной фауны потребляют более крупный корм, чем личинки. Благодаря этому, в большинстве водоемов с карасевым ядром ихтиоценоза, личинки, а затем и мальки пеляди продолжительное время не имеют реальных конкурентов в потреблении мелких кормовых организмов и быстро развиваются.

Выход товарных сеголетков массой 100-200 г от 1 млн. личинок составляет от 7-8 до 15 т и более, а улов в расчете на 1 га акватории евтрофных высококормных и средnekормных озер колеблется от 30-35 до 80-120 кг/га, иногда достигает 200 кг/га.

## 4.2. Поведение молоди

Молодь пеляди в мелководных озерах карасевого ихтиологического типа находится в благоприятных отношениях с аборигенными видами рыб не только вследствие отсутствия среди них опасных ихтиофагов и разным сроком появления их личинок, но также и по причине расхождения зон обитания рыб. Это обусловлено различием их биологии. В озерах Зауралья и юга Западной Сибири площадью от 150-200 га до 1-5 тыс. га, где выращивают пелядь, в мае и июне местные рыбы держатся преимущественно в прибрежной зоне, где имеются соответствующие условия для нереста и больше необ-

ходимых кормовых организмов. Там в основном держатся не только взрослые особи местных видов рыб, но и их молодь.

Личинки пеляди, выпущенные рыбододами в озеро, уже через несколько часов небольшими стайками отходят в более глубокие части водоема. Это происходит не только в безветренную погоду, но даже при умеренном волнении. Подрастающие личинки, а затем и мальки пеляди, ведут себя активно и держатся преимущественно в пелагиали озер, небольшими стаями постоянно передвигаются по акватории в слое воды 0,5-1,5 м от поверхности, а при тихой погоде и умеренном волнении озера, совершая подходы в зону литорали, но не заходя в заросли водных растений. На мелководье в июне при контрольных обловах мальковым неводом попадают мальки карасей, голяна и плотвы, если они имеются в данном водоеме. Варианты с присутствием верховки и окуня в составе ихтиофауны нагульных озер обсуждаются ниже.

В конце июня, когда прогрев воды может достигать 22-25°C, мальки пеляди в основном сосредотачиваются в глубоких зонах озера, где температура всегда ниже на 2-3°C по сравнению с поверхностным слоем. Подходы молоди пеляди к берегам совершаются в тихую погоду и после спадения дневной жары. В августе, когда вода озер начинает постепенно охлаждаться, начинаются регулярные подходы сеголетков к берегам – нагульные миграции. С этого времени при контрольных отловах молодь пеляди в одинаковом количестве находится и в пелагиали и в литорали, однако, избегая сильно заросших участков.

Пелядь, как реофильная рыба, чувствительна к явлению проточности, особенно к понижению уровня пойменных водоемов в соровой системе Оби (Дрягин, 1948; Бурмакин, 1953; Москаленко, 1958).

Г.А. Головков (1963) при культивировании пеляди в нагульных прудах указывает на случаи ухода ее личинок и мальков даже при незначительной проточности. Однако в Зауралье и Западной Сибири, зная эту особенность пеляди, её вселяют в бессточные озера, либо на имеющемся стоке устанавливают эффективные рыбозаградительные сооружения, препятствующие уходу выращиваемой рыбы. Тем не менее, биология озерной формы пеляди, обитающей в оз. Ендырь, равноценно и в других озерах Сибири, показывает, что при наличии постоянной связи с речной системой она из озер не уходит.

На отсутствие реального миграционного инстинкта указывают следующие факты, отмеченные почти 30 лет назад: в 70-е годы за счет мигрантов из озер при высоком паводке в реки Иртыш и Тобол в пределах Тобольского, Ярковского районов проникло много молоди пеляди, где её не было последние 50-60 лет. И эта пелядь не

уходила из Нижнего Иртыша в Обскую губу в течение 3-4 лет, пока её всю не выловили рыбаки (Мухачев, 1980).

Постоянной рыбой стала пелядь в р. Конде за счет ската особей из припускных озер Кондинского района Ханты-Мансийского автономного округа, которые систематически заселяются подрощенной молодью пеляди для её товарного выращивания.

### 4.3. Важнейшие факторы среды, лимитирующие выживание пеляди

#### 4.3.1. Абиотические факторы

Качество и степень выживания личинок пеляди за пределами ареала вызывают особый интерес в связи с их вселением в озера с минерализованной и щелочной водой, расположенных в лесостепной и степной зонах.

В реках и озерах Севера России, где обитает пелядь разных экологических форм, нормой водной среды является вода гидрокарбонатного класса, низкоминерализованная с суммой основных ионов 50-100 мг/дм<sup>3</sup>. Тем не менее, взрослая пелядь обнаруживается в дельтах и эстуариях морских заливов, где сумма ионов воды хлоридно-натриевого класса может достигать 7 г/дм<sup>3</sup> (Бурмакин, 1953; Москаленко, 1958). При этом активная реакция воды, как правило, отмечается в пределах показателя рН 5,8-7,0.

Акклиматизационные работы с пелядью за пределами ареала в водоемах Европы и Азии (Решетников и др., 1989) позволили выявить диапазон экологических адаптаций к абиотической среде: личинки озерной и речной форм пеляди способны выживать в воде хлоридно-натриевого класса при сумме ионов до 8-10 г/дм<sup>3</sup> при показателе рН, достигающем 8,0-9,0. Случаи выживания при более высоких показателях солености и щелочной активной реакции воды, по-видимому, связаны с наличием в водоеме зон с более комфортными условиями среды, либо ошибками при измерении, что часто происходит, если исследователь ограничивается одной-двумя пробами. Тем не менее достоверно установлено угнетающее, губительное влияние на выживание личинок пеляди озерной воды хлоридного класса, в которой ионы магния Mg<sup>2+</sup> значительно (в несколько раз!) преобладают над ионами кальция Ca<sup>2+</sup> (Галактионова, 1975, 1989).

Для определения возможного летального воздействия воды подобных озер на личинок сиговых рыб проводят экспресс-анализ, заключающийся в следующем. Из одного полиэтиленового пакета (мешка), в котором доставлены личинки из сигового цеха (завода), помещают 100-150 личинок в эмалированный белый таз со свежей

налитой водой из данного водоема. Экспозиция выдерживания в течение 1-1,5 ч дает варианты: личинки не гибнут, а ведут себя спокойно. Следовательно, вода пригодна для вселения сиговых. Все личинки быстро крутятся, всплывают, ложатся на дно и т. п. Вода в данном водоеме не пригодна в текущем сезоне для рыбоводных работ. Этим методом пользуются челябинские фермеры-рыбоводы, потому что динамика солености воды озер в зонах лесостепи и степи и соотношение основных ионов меняется из года в год. Весной важно знать реальные показатели химического состава воды перед вселением рыбопосадочного материала, чувствительного к лимитирующим экологическим факторам природной среды.

Верхний диапазон летних температур для выживания пеляди ограничивается 24-25°C, поэтому она уходит в дни наивысшего прогрева в самые глубокие слои водоемов, где фактическая температура ниже, чем на поверхности. Если же вся толща мелководного озера (или пруда) прогревается выше указанных температур, то пелядь (мальки, сеголетки, двухлетки и старше) испытывает физиологический стресс и может погибнуть от удушья, так как насыщение воды кислородом резко снижается. Гибель от асфикции пеляди происходит: личинок – при снижении содержания кислорода до 2,2 мг/дм<sup>3</sup> при температуре воды 15°C, для разновозрастной пеляди – 1,7 мг/дм<sup>3</sup> при 25-26°C. Интересно также, что пелядь (о чем писал П.А. Дрягин в 1933 г.) является выносливей ряпушки, аналогично рипуса и гибрида рипуса с чудским сигом к дефициту кислорода, что неоднократно приходилось наблюдать автору при культивировании этих рыб вместе в неглубоких озерах Зауралья.

В частности, в озерах с максимальными глубинами 3,5-4 м в июльские дни со штилевой погодой создаются экологические условия, когда в предутренние часы температура у дна достигает 24-25°C, а содержание кислорода в придонном слое снижается до 1-1,5 мг/дм<sup>3</sup>, а на поверхности не более 3-3,5 мг/дм<sup>3</sup>.

При такой эколого-абиотической ситуации на поверхности в массовом количестве появляются рипусы и их гибриды с сигом, испытывающие удушье от недостатка кислорода. Пелядь гибнет тогда, когда температура воды во всей толще озера с глубинами 2,5-3 м летом превышает 26°C, а содержание кислорода меньше 1,5 мг/дм<sup>3</sup>. Включение эффективно действующей азрационной техники в жаркие дни, особенно в периоды со штилевой погодой, позволяет насыщать воду кислородом в оптимальном количестве и сохранять культивируемую пелядь от неминуемой гибели, обеспечивая сохранность основной массы выращиваемой пеляди.

#### 4.3.2. Биотические факторы

Давно известно, что многие водные беспозвоночные поедают личинок рыб (Владимиров, 1960; Бурмакин, 1963; Карпевич, 1975). В озерах карасевого типа в Зауралье, где чрезвычайно много гаммаруса *Gammarus lacustris* (Грандильевская-Дексбах, 1962; Сатин и др., 1997; Козлов, Садчиков, 2002), при определенных обстоятельствах в момент посадки личинок он также способен поедать их. В большей мере это происходит тогда, когда личинок вселяют в проруби до распаления льда на акватории озера, либо в только что появившиеся закраины в береговой зоне. В такой экологической обстановке рачок-бокоплав (гаммарус) выедает значительную часть малоподвижных личинок. Позже, по мере прогрева воды до 8-12°C и вследствие развития бактериальной и планктонной флоры и лучшей обеспеченности гаммаруса кормом (первая половина мая), случаи нападения его на личинок не носят массового характера. Однако при обилии гаммаруса неподвижная жертва – икра карасей, гольяна и плотвы – гаммарусом выедается интенсивно в течение всего их нерестового периода.

В целом, изредка имеющая место отрицательная роль гаммаруса на результаты сиговодства, восполняется той пользой, которую приносит этот вид ракообразных, как калорийный кормовой объект для подросшей молоди пеляди в конце лета и осенью.

Следует отметить, что рыбы местной фауны – золотой и серебряный караси, озерный гольян, иногда появляющаяся в небольшом количестве плотва, мало опасны для молоди пеляди, хотя случаи поедания ими пеляди отмечались (Бурмакин, 1963). Обилие кормовых организмов и разобщенность зон обитания пеляди и аборигенов, обусловленных соответствующими особенностями водоемов заморного и периодически заморного типов и биологией рыб, благоприятствуют выживанию личинок.

Появление окуня и плотвы, либо только одного окуня в значительном количестве в карасевом типе озера существенно влияет на рыбоводные результаты, если в данный водоем вселяют личинок пеляди (аналогично и других сиговых). При наличии активных рыб, способных выедать личинок пеляди, выживаемость последних до промысловых размеров (товарных кондиций) не более 3-4% от количества посадки, а чаще их выедают полностью.

Таким образом, в экосистемах озер, используемых для культивирования пеляди, могут возникать деструктивные ситуации, обусловленные биологическими причинами.

**Обеспеченность кормом, конкуренты.** В естественных условиях корм практически всегда имеется, но для личинок требуется соот-

ветствующий им по размерам мелкий и доступный корм – коловратки, науплии и копеподиты веслоногих рачков. Наблюдаемый большой отход при выпуске личинок планктофага пеляди и других сиговых рыб, приводящий к истощению и гибели, связан с недостатком подходящего корма. Такое явление возникает при раннем зарыблении озер, когда водоемы еще не полностью вскрылись от льда и процесс развития планктона только начинается.

Наличие в карасевом озере мелкой плотвы создает напряженные конкурентные условия в потреблении зоопланктона для мальков пеляди.

Чрезвычайно размножившиеся популяции верховки в ряде озер Зауралья и Западной Сибири также способны «объедать» молодь пеляди, что требует знаний и умения оперативного анализа реальных ресурсов кормовой базы и их использования на рост вселенцев.

**Хищники.** К числу хищников относятся не только рыбы. Личинок и мальков пеляди и других сиговых рыб способны поедать либо наносить им укусы-повреждения жуки-плавунцы, личинки стрекоз, рачки-бокоплавцы, хищные циклопы, водяные скорпионы, кориксы, гладыши, водолюбы, плавты.

Непредвиденно мощный деструктивный фактор в промышленном сиговодстве Зауралья и Западной Сибири возник в конце 70-х годов в связи с проникновением в бассейн Оби мелкой рыбы семейства карповых – верховки. Её завезли вместе с посадочным материалом карпа из прудовых хозяйств европейской части нашей страны, где верховка является естественным компонентом ихтиоценозов Волги, Дона и связанных с ними озерно-речных систем.

В Зауралье и Западной Сибири верховка, широко расселившаяся в Оби, Иртыше и их притоках, стремится проникнуть в отдаленные от основной речной магистрали озера, включая заморные, так как она адаптирована к дефициту кислорода в подледном режиме и благополучно в них зимует.

Продолжительность жизни верховки всего пять лет, но благодаря чрезвычайной степени приспособляемости к жизни, интенсивность воспроизводства за счет высокого процента выживания потомства обеспечивает ей большую численность. В карасевых озерах, где мало бывает окуня и щуки, верховка за 3-4 года от первого появления становится преобладающей по численности и, по-видимому, по биомассе. В такой экологической обстановке она буквально превращается в «водную саранчу», интенсивно выедая всех движущихся мелких гидробионтов – зоопланктон, нектозообентос, а также икру карасей, гольяна, плотвы, личинок этих рыб и вселяемых видов, например, пеляди.

Очевидно, чтобы результаты рыбоводных работ были эффективными, необходимо личинок пеляди (как и всех остальных рыб) подращивать в течение 2-3 недель. Ориентиром оптимального времени подращивания являются размеры и масса личинок. При наличии в озере карасевого типа верховки, но при отсутствии окуня, подращенные личинки должны иметь длину не менее 20-21 мм, а массу более 40 мг.

В процессе подращивания **при хорошем обеспечении кормом** в лотках или садках таких параметров длины и массы личинки пеляди достигают **за 2 недели, при меньшем – за 3 недели.**

Почему можно ограничиться данными нормативами? Ответ состоит в том, что весной при вселении в озера или пруды личинок пеляди верховка (3-4 годовики) способна заглотать жертву до 15, максимум – 20% своей длины. Учитывая, что весной самые старшие и, следовательно, крупные особи верховки имеют длину тела 95-100 мм, подращенные личинки пеляди более 20 мм будут ей недоступны.

Впоследствии осенью, когда сеголетки пеляди в условиях жесткой конкуренции за пищу с верховкой, все же достигнут длины 17-18 см и массы 35-50 г, они постепенно переключаются сами на крупную движущуюся пищу – мальков верховки, имеющих длину всего 18-25 мм.

За зиму пелядь, если в воде достаточно кислорода (не менее 4 мг/дм<sup>3</sup>), основательно «очищает» ихтиоценоз от мелкой верховки, сама же существенно увеличивает размерно-весовые показатели, питаясь высококалорийной пищей. Подобное биологическое свойство пеляди отмечено в озерах Саха-Якутии (Дормидонтов, 1969), где она вынуждена зимой при отсутствии зоопланктона питаться девятииглой колюшкой, молодь которой имеет в это время длину 18-25 мм.

При появлении верховки в озере, используемом для однолетнего либо двухлетнего выращивания товарной пеляди, важно проводить комплекс мер, направленных на «подавление» численности верховки различными методами, преимущественно биологическими, включая контролируемые посадки молоди судака.

Особый случай ущерба при культивировании товарных сеголетков пеляди связан с ролью рыбадных птиц. Например, на Казанском рыбозаводе Тюменской области большой ущерб экономике предприятия наносят прилетающие стаи бакланов и пеликанов из рядом расположенного Северного Казахстана, где на местных водоемах гнездятся эти рыбадные птицы. Как оказалось, каждая особь этих птиц в конце лета, когда сеголетки пеляди в озерах достигают массы более 40-50 г, способна за день съесть их до 1 кг, за которыми они эффективно охотятся на мелких озерах.

Подсчитано, что таким способом многочисленные стаи бакланов и пеликанов за август-сентябрь резко сокращают промысловый выход товарных сеголетков с 25-35% до 10-15%, или наполовину от зональной нормы, которая легко выполнялась в 80-е годы, когда этих птиц на озерах Казанского района было мало.

По завершении процесса выращивания товарных сеголетков пеляди, которые, согласно технологическим разработкам и рекомендациям торговли, должны весить 120-150 г (и не менее 70-80 г/шт.) и содержать в мясе (теле) жира не менее 6-7%, осенью и в начале зимы их отлавливают и отправляют на реализацию в свежем, охлажденном либо переработанном виде.

Биотехнические аспекты работы на водоемах и пути оптимизации их среды для выращиваемой пеляди изложены ниже.

## ГЛАВА 5. МЕТОД ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНЫХ СЕГОЛЕТКОВ ПЕЛЯДИ

Как было сказано выше (глава 4), процесс выращивания товарной пеляди состоит в том, что рыбохозяйственники (по рекомендациям ученых-специалистов) подбирают наиболее кормные озера, в конце апреля - начале мая вселяют в них на нагул 2-3-дневных личинок пеляди озерной или речной формы по 1,5-2,5 тыс. шт./га (в зависимости от состояния биомассы и продукции зоопланктона). Осенью, обычно в конце сентября, приступают к тотальному отлову товарных сеголетков рыбы закидными или ставными неводами (полный процесс отлова длится 2-3 месяца). Выход товарных сеголетков массой 100-200 г от 1 млн. личинок составляет от 5-8 до 15 т и более, а улов в расчете на 1 га акватории евтрофных высококормных и средnekормных озер колеблется от 30-35 до 80-120 кг/га и более.

Так что же представляют собой «карасевые озера», способствующие ускоренному выращиванию деликатесной рыбы?

### 5.1. Карасевые озера – ихтиологический тип естественных водоемов

В пределах Урала и Западной Сибири карасевые озера – это различные по площади, генезису и гидрологическому режиму водоемы, но всем им свойственна мелководность (обычно 1,0-2,5 м, и не более 4-4,5 м) и заиленность (от 0,5 до 3 м). Многие озера почти сплошь покрыты зарослями жесткой (тростник, камыш, рогоз) и мягкой (рдесты, элодея, роголистник, телорез и др.) водной растительности. В некоторых из них с небольшим количеством макрофитов обильно размножаются различные водоросли, становясь в конечном итоге причиной систематических заморных явлений.

Зимой, ближе к весне, в большинстве карасевых озер в процессе разложения органики в подледном режиме ежегодно возникает дефицит кислорода в воде, составляя 70-100% нормального насыщения. В озерах, расположенных в таежных заболоченных районах, заморность вызывается поступлением вод, содержащих повышенные концентрации двухвалентных соединений железа и гуминовых кислот. В озерах лесостепи чрезмерно большое накопление органики за вегетационный сезон обусловлено отмиранием осенью водной растительности и ее разложения. И лишь озера с максимальными глубинами ( $H_{\text{макс}}$ ) до 4-4,5 м сохраняют запасы кислорода в пределах 20-35% нормального насыщения.

Временная скорость снижения кислорода зависит прежде всего от глубины озера и суммарного количества органического вещества, уходящего в подледный зимний режим водоема.

Для озер с максимальной глубиной 3,5-4 м лишь с середины января усиливается среднесуточное снижение кислорода, составляя 0,05-0,10 мг/дм<sup>3</sup>. В озерах с максимальной глубиной до 2 м процесс снижения кислорода в воде на окисление органики уже к концу декабря может достигать 0,2 мг/дм<sup>3</sup> в сутки, что приводит в феврале к острому (почти 100%) дефициту кислорода (рис. 6).

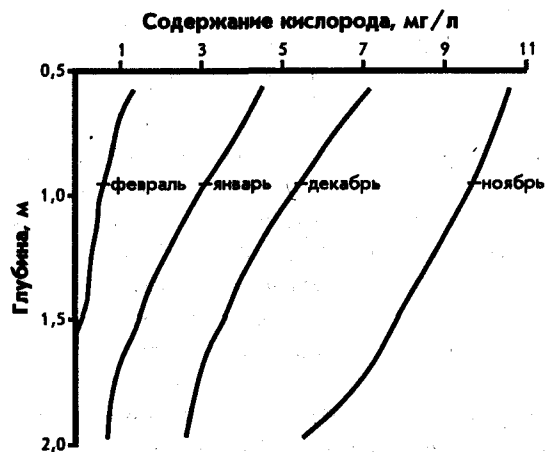


Рис. 6. Динамика кислорода в воде в течение зимы подо льдом в карасевых озерах

Новоселова З.И. и Соловов В.П. (1999) рассчитали динамику биологического потребления кислорода для пяти групп озер Алтайского края (табл. 6), что подтверждает разную динамику потребления кислорода в поверхностных и придонных горизонтах водоемов.

Таблица 6

Потребление кислорода зимой в озерах Алтайского края (по З.И. Новоселовой, В.П. Соловову, 1999)

Система, озеро	Среднесуточное потребление кислорода, мг/дм <sup>3</sup>		Градиент суточного потребления кислорода, мг/дм <sup>3</sup>
	дно	поверхность	
<b>Бурлинская:</b>			
Песчаное	0,03	0,05	0,07-0,01
Мал. Топольное	0,08	0,04	0,08-0,02
<b>Кулундинская:</b>			
Кривое	0,08	0,08	0,09-0,05
Бакланье	0,05	0,05	0,08-0,03
<b>Касмалинская</b>			
Бол. Островное	0,07	0,06	0,15-0,03
<b>Барнаульская</b>			
Зеркальное	0,10	0,11	0,12-0,08
<b>Бийско-Чумышская</b>			
Бол. Уткуль	0,02	0,01	0,05-0,03

Вода озер карасевого типа бывает гидрокарбонатной (сумма основных ионов от 50-100 мг/дм<sup>3</sup> до 1,5 г/дм<sup>3</sup>), хлоридной (сумма основных ионов от 150 мг/дм<sup>3</sup> до 6-8 г/дм<sup>3</sup> и более) и значительно реже — сульфатной (сумма основных ионов от 200 мг/дм<sup>3</sup> до 2 г/дм<sup>3</sup>). Реакция воды в этих озерах, в зависимости от их генезиса (поймен-

ные или материковые), бывает различной — рН от 6,0-6,2 до 8,0-9,2.

Видовой состав организмов зоопланктона и бентоса, как правило, невелик, не превышающий 25-30 видов и форм каждой группы беспозвоночных, но их биомасса и создаваемая продукция достигает значительных величин. Высокий потенциал кормовой базы животных лишь частично, в небольшой степени, используется местными рыбами — золотым и серебряным карасями и озерным голяном, что позволяет вселять на нагул молодь таких быстрорастущих рыб, как карп, пелядь, гибриды сиговых и других потребителей-зоофагов.

Водная растительность практически не участвует в удовлетворении пищевых потребностей местных рыб, лишь плотва периодически поедает нитчатые водоросли. А это обстоятельство позволяет в районированных зонах озерного рыбоводства для юга Западной Сибири и Зауралья (Литвиненко и др., 1989; Мухачев, 1989; Веснина и др., 1999) внедрять сибирский вариант «китайской поли-

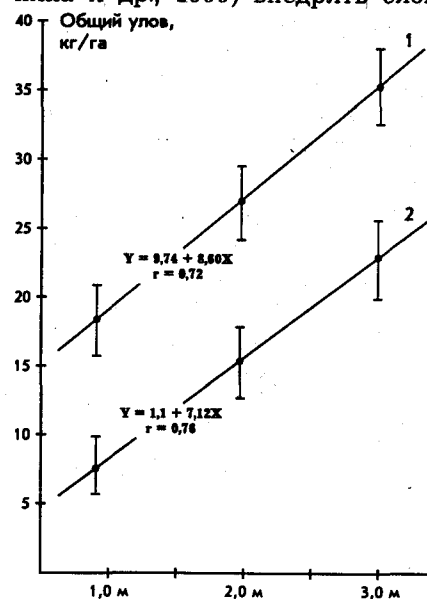


Рис. 7. Зависимость общего улова рыбы от средней глубины ( $H_{ср}$ ) в озерах заморного типа: 1 - лесостепь; 2 - юг тайги

культуры» с преобладанием белого толстолобика и белого амура, но включая карпа и пелядь.

Среднегодовые уловы карасей обычно составляют 10-30 кг/га. Другие рыбы — окунь, плотва, язь, щука, ерш, если озера имеют периодическую связь с рекой, заходят в них с момента весеннего паводка, но перед ледоставом покидают их, а не успевшие мигрировать погибают.

На основе длительного эколого-рыбохозяйственного мониторинга 140 озер в междуречье Тавды и Тобола в пределах Челябинской, Курганской, Свердловской и Тюменской областей выявлена зависимость величины улова местной рыбы (преимущественно карасей) от средней ( $H_{ср}$ ) глубины озера (рис. 7).

На основе зависимости вычислено уравнение регрессии, причем отдельно для зоны южной тайги:

$$Y = 1,1 + 7,12X,$$

для зоны лесостепи:

$$Y = 9,74 + 8,60X.$$

Таким образом, в озерах карасевого ихтиологического типа (по Жакову, 1984, – с карасевым ядром ихтиоценоза) со средней глубиной 0,8-1 м уловы равны 9-15 кг/га; 1,8-2 м – 18-25 кг/га; 2,7-3,5 м – 29-40 кг/га в год. Имеющиеся в статистических отчетах рыбхозов, рыбозаводов, кооперативов и подсобных хозяйств данные об уловах в 50-80 кг/га и более являются разовыми, затем несколько лет уловы меньше раз в 5, либо промысел совсем не вели.

Одновременно в процессе мониторинга были выявлены (Янкова, Мухачев, 1997) достоверные различия в темпе роста и экстерьере золотого и серебряного карасей, обитающих в мелких озерах (табл. 7), и наличие связи данного биологического показателя со средней глубиной карасевых озер.

Индексы высоты у золотого и серебряного карасей из озер с обладающими глубинами более 4 м, как правило, больше 50% (Медведев, 1975), но эти водоемы либо незаморные, либо периодически заморные и имеющие связь с речной системой.

Таблица 7

Показатели индекса (в %) высоты тела карасей в возрасте 2+-7+ и годовых приростов их ихтиомассы (в %) в озерах юга Тюменской области с разной глубиной ( $H_{ср.}$ )

Озеро	Глубина средняя, м	Золотой карась		Серебряный карась	
		индекс высоты, %	прирост массы за год, %	индекс высоты, %	прирост массы за год, %
Веденятское	0,8	33,1-37,2	20-43	35,0-39,0	30-51
Мостовое	0,7	32,1-37,2	19-35	35,3-39,1	23-40
Гузенево	0,8	32,0-34,5	17-26	-	-
Нижнее Андреевское	1,1	36,5-39,6	22-37	36,1-40,7	29-43
Бол. Индрей	1,1	36,2-38,5	18-26	35,5-39,0	33-45
Сингуль	1,7	35,9-43,9	29-45	37,5-46,0	40-58
Верхнее Андреевское	2,2	39,5-46,8	39-53	40,1-47,2	40-57
Наумково	2,4	42,0-48,0	33-52	43,1-49,8	37-57
Кызылбай	2,5	41,1-48,0	31-50	43,3-49,2	36-55

Очевидно, что показатели роста и экстерьер золотого и серебряного карасей имеют высшие показатели в озерах с большей средней (преобладающей) глубиной, или имеющих постоянную или периодическую связь с речной системой. Длительное развитие локальной популяции карасей в замкнутом мелком озере ведет к заметному снижению их продуктивных качеств как на индивидуальном уровне, так и популяционном, ухудшению экстерьера, возникновению различных тугорослых экологических групп и морф, что также объясняется с генетических позиций (Катасонов, Черфас, 1986).

Начиная с первых вселений пеляди в озера Зауралья в 1954 г. (Не-

стеренко, 1962; Мухачев, 1965) по наши дни, ее культивирование с разными целями (получение посадочного материала или однолетнее, двухлетнее, многолетнее выращивание товарной рыбы и формирование маточных стад) осуществлялось на многих сотнях озер и прудов, десятков водохранилищ. Все эти водоемы отличаются как по площади, глубинам, характеру водообмена (сточные и бессточные), химическому составу воды, содержанию кислорода в воде зимой, состоянию развития кормовых беспозвоночных (прежде всего зоопланктона), составу местной ихтиофауны и ряду других экологических показателей.

Оказалось, что среди типично карасевых озер стабильные ежегодные уловы товарных сеголетков дают озера со средними глубинами 2,3-3,4 м при максимальных от 3,5 до 4,3-4,5 м. В подобных озерах газовый режим всегда лучше, как по открытой воде, так и в зимний период.

Благоприятные абиотические факторы обуславливают оптимальные экологические условия жизнедеятельности организмов зоопланктона и зообентоса, что обеспечивает наибольший прирост ихтиомассы культивируемой пеляди и других рыб, если водоем используется для районированной поликультуры. Тем не менее, для выращивания посадочного материала или товарной пеляди можно использовать малые озера с меньшими глубинами.

Например, в Челябинской области хозяйственный эффект при культивировании пеляди получают на озерах Каракульмяк ( $H_{макс.}$ ) – 0,9 м, Шугонок ( $H_{макс.}$ ) – 1,7 м, Кунашак ( $H_{макс.}$ ) – 1,5 м (Козлова и др., 1991). Близкие к этим озерам по экологическим и продукционным параметрам водоемы Курганской области также в большинстве случаев характеризуются средними глубинами 1,5-1,8 м (Сатин и др., 1997), на которых с высокими экономическими результатами культивируют пелядь.

На мелких озерах во избежание возможной гибели пеляди в летние дни с жаркой безветренной погодой от дефицита кислорода и теплового шока для гарантии технологического рыбоводного процесса целесообразно применять экономичную турбоаэрационную технику (Слинкин, 1999), что в сельскохозяйственных районах Зауралья и Западной Сибири реально, так как они все электрифицированы. Подробнее о механизации озерного рыбоводства изложено ниже.

Озера с глубинами 6-7 м и более на Урале и юге Западно-Сибирской равнины переходят в гидрологический тип незаморных водоемов в зимний период, а это существенно отличает их от карасевого ихтиологического типа, так как они по многим признакам относятся к плотвично-окуневым и другим типам водоемов со сложным составом ихтиофауны (лещевые; линево-щучьи, окунево-щучьи и т. п.) и возникающими напряженными межвидовыми отношениями рыб – местных и вселяемых.

## 5.2. Кормовая база карасевых озер

Развитие кормовой базы в озерах карасевого ихтиологического типа является определяющим для управления нормированием процесса роста сеголетков пеляди и величиной их потенциального улова.

### 5.2.1. Состав зоопланктона озер, используемых для выращивания пеляди

По данным гидробиологов, в озерах Урала и Западной Сибири, используемых для культивирования товарных сеголетков пеляди, в зависимости от сезонов года и степени минерализации воды, встречаются коловратки, ветвистоусые и веслоногие рачки, количество видов и таксонов которых достигает 60. Их распределение и встречаемость представлены в таблице 8.

Таблица 8

Зоопланктон озер заморного типа  
 («+» – встречается в достаточном количестве;  
 «++» – массовое, преобладающее развитие организма)

Представители зоопланктона озер	Встречаемость зоопланктеров по сезонам года и экологическим факторам водной среды			
	стенотермные	эвритермные	стеногалинные	эвригалинные
<b>Класс ROTATORIA</b>				
<i>Keratella quadrata</i>	+	++	+	+
<i>Keratella cochlearis</i>	+	++	++	+
<i>Asplanchna priodonta</i>		+	+	+
<i>Asplanchna girodi</i>		+	++	
<i>Asplanchna silvestris</i>		+		
<i>Euchlanis dilatata</i>	++	+	++	+
<i>Brachionus calyciflorus</i>	+	++	++	
<i>Brachionus angularis</i>	++	+	+	++
<i>Brachionus quadridentatus</i>	+		+	++
<i>Brachionus diversicornis</i>	++	+	++	
<i>Kellicottia longispina</i>	+			+
<i>Trichocerca similis</i>	+	+	+	
<i>Trichocerca capucina</i>	+	++	+	+
<i>Conochilus-unicornis</i>	++		+	
<i>Filinia longiseta</i>	++		+	++
<i>Polyarthra dolichoptera</i>	++		+	
<b>Отряд CLADOCERA</b>				
<i>Alona affinis</i>	+	+	+	+
<i>Bythotrephes longimanus</i>	+		+	
<i>Daphnia pulex</i>	+		+	
<i>Daphnia magna</i>	+		+	+
<i>Daphnia cucullata</i>		+	+	
<i>Daphnia cristata</i>		+	+	
<i>Daphnia longispina</i>		+	+	+
<i>Bosmina kessleri</i>		+	+	
<i>Bosmina longirostris</i>		+	+	+
<i>Bosmina obtusirostris</i>	++		+	
<i>Bosmina longispina</i>	+		+	+
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>	+		+	+
<i>Diaphanosoma dubia</i>	+		+	
<i>Ceriodaphnia affinis</i>	+		+	+
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	+		+	+
<i>Chydorus sphaericus</i>	+		+	
<i>Chydorus latus</i>	+			+
<i>Chydorus ovalis</i>	+		+	+
<i>Moina brachiata</i>		+		+

Представители зоопланктона озер	Встречаемость зоопланктеров по сезонам года и экологическим факторам водной среды			
	стенотермные	эвритермные	стеногалинные	эвригалинные
<i>Moina rectirostris</i>	+			+
<i>Leptodora kindtii</i>		++	+	+
<b>Отряд COPEPODA</b>				
<b>п/отряд Calanoida</b>				
<i>Arctodiaptomus acutiflobatus</i>	+		++	
<i>Acanthocyclops viridis</i>	+	++	+	++
<i>Acanthocyclops bicuspidatus</i>	+	++	+	++
<i>Acanthocyclops gigas</i>	+		++	+
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	+	++	++	
<i>Acanthodiaptomus denticornis</i>	++	+	++	+
<i>Acanthodiaptomus bacillifer</i>	+			+
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	++		+	
<i>Mesocyclops dybowskii</i>	++		++	
<i>Mesocyclops crassus</i>	++		++	
<i>Mesocyclops oithonoides</i>	++		++	
<i>Mesocyclops leuckartii</i>	++			++
<b>п/отряд Cyclopoida</b>				
<i>Eucyclops serrullatus</i>		++		++
<i>Cyclops vicinus</i>	+		+	
<i>Cyclops strenuus</i>		+		+

Показатели биомассы сообществ зоопланктона колеблются в значительных пределах: от 0,1 до 20,0 г/м<sup>3</sup>, что формирует разные величины ее продукции.

Сеголетки пеляди осенью и в подледном режиме озер способны потреблять куколок и личинок хирономид, мигрирующих в водную толщу, молодь рачка-гаммаруса и других нектобентосных животных, поэтому при резком снижении биомассы зоопланктона эти рыбы переключаются на другой вид корма, имеющегося в данный момент в водоеме.

### 5.2.2. Особенности продуцирования зоопланктона зимой

Видовой состав зоопланктона и его количественные показатели зимой в озерах с минерализацией воды от 0,5 до 7-10 г/дм<sup>3</sup>, характеризующихся дефицитом кислорода от 25-30 до 70-90% от нормального насыщения, различен. Состав зоопланктеров, как и летом, представлен коловратками, ветвистоусыми и веслоногими рачками, но их видовое разнообразие, численность и биомасса существенно отличаются от таковых периода открытой воды (Попов, 1983; Болотова и др., 1989; Алешина, 1999; Речкалов, 2000).

В озерах с водой разных химических классов и суммой общих ионов до 0,5-0,6 г/дм<sup>3</sup> чаще преобладают подо льдом ветвистоусые рачки-дафнии (*Daphnia cristata*). Эвригалинные рачки *Daphnia longispina* и *Daphnia pulex* обитают в озерах с хлоридно-натриевой водой, минерализация которых достигает 4 г/дм<sup>3</sup>. В озерах с высокоминерализованной водой хлоридного класса (10-12 г/дм<sup>3</sup>) наибольшее развитие получает *Daphnia magna*. Кроме них в составе зимнего зоопланктона в озерах Зауралья встречаются: *Bosmina longirostris*, *Leydigia leydigii*, *Alona rectangula*, *Chydorus sphaericus*.

Веслоногие рачки зимой при разной численности и биомассе в

пресных, повышенно- и высокоминерализованных водах представлены видами *Cyclops kolensis*, *Cvicinus*, *Eucyclops serrulatus*, *Mesocyclops leukarti*, *Arctodiaptomus salinis*, *Arctodiaptomus bacillifer*, *Cyclops kolensis*, *Cyclops vicinus*, *Cyclops strenuus*, *Cyclops insignis*, *Acanthocyclops gigas*, *Paracyclops fimbriatus*.

Коловратки в зимний период в карасевых озерах заморного типа с разной величиной минерализации (от пресных до высокоминерализованных) представлены видами: *Keratella cochlearis*, *Hexathra fennica*, *Kelliotia longispina*, *Eilina longiseta*, *Asplanchna priodonta*, *Polyarthra vulgaris*.

Биомасса сообществ зоопланктона в подледный период при удовлетворительных абиотических условиях среды в евтрофных озерах составляет от 15 до 60-70% от средней летней биомассы и близких к этим величинам параметрам продуцирования (Алешина, 1994; Веснина, 1999; Речкалов, 2000).

В зависимости от степени содержания кислорода в воде озер зимой могут быть отмечены как минимум три эколого-продукционных варианта:

**1-й**, когда кислорода всю зиму более 2,5-3 мг/дм<sup>3</sup> – видовое разнообразие и биомасса наибольшие, встречаются в сообществе зимнего зоопланктона многие из перечисленных выше организмов;

**2-й случай:** к февралю содержание кислорода в воде снижается до 1,5-1,0 мг/дм<sup>3</sup>, следовательно, и в составе зоопланктона остаются самые устойчивые виды, способные в напряженных экологических условиях продуцировать биомассу. К таковым, например, относится *Cyclops vicinus*. Об этом свидетельствуют генерации в конце зимы науплиусов, а затем ближе к весне и копеподитов (Уломский, 1958; Попов, 1985; Гиляров, 1987; Алешина, 1999; Речкалов, 2000);

**3-й случай:** дефицит кислорода 85-95%, генерирующие особи рачкового планктона практически исчезают, но перед распалением льда ранней весной усиленно развиваются копеподиты, преимущественно *Mesocyclops leukarti*. Их появление обусловлено активизацией покоящихся особей, активно размножавшихся в предшествующем вегетационном сезоне.

На основе исследований гидробиологов в озерах, подверженных разной степени дефицита кислорода в подледном режиме, сообщества зоопланктона трансформируются. Из его состава выпадают фильтраторы – оксифильные веслоногие рачки и коловратки, увеличивается процентное соотношение веслоногих рачков. Однако при условии благоприятных экологических факторов: достаточность кислорода (более 2,5-3,0 мг/дм<sup>3</sup>), невысокая (либо оптимальная) плотность рыб-потребителей, не подрывающая воспроизводительную способность размножающегося зимой зоопланктона, его биомасса и продукция может достигать от 15 до 60% от средней за сезон вегетации при открытой воде (Речкалов, 2000).

### 5.2.3. Питание и обеспеченность кормом пеляди в озерах карасевого типа

Пелядь, как известно, питается преимущественно планктонными организмами, что обусловлено особенностями её цедильного аппарата. Однако это не исключает при определенных экологических условиях потребления бентосных организмов и даже мальков рыб, что отмечают все специалисты, занимавшиеся изучением питания пеляди как в водоемах коренного обитания, так и в новых условиях за пределами её ареала (Бурмакин, 1953, 1963; Бурдиян и др., 1976; Попов, 1983; Болотова и др., 1989; Веснина и др., 1999).

Исследования содержимого пищевого комка личинок пеляди свидетельствуют, что ими потребляются в различной степени интенсивности все доступные по размерам организмы планктона, имеющиеся весной в водоемах. Первоначально, на этапе смешанного питания, в кишечниках личинок преобладают коловратки, науплии, копеподиты и фитопланктон. Затем, по мере роста личинок, размеры их жертв увеличиваются, появляются ветвистоусые рачки, увеличивается и число форм веслоногих и ветвистоусых рачков (табл. 9).

Таблица 9

Состав пищи личинок, вселенных в оз. Байнауш Челябинской области (май-июнь, 1998 г.)

Состав пищи	Возраст личинок, сут								
	5	6	9	12	14	20	22	25	30
<b>Водоросли</b>									
Microcystis	*	*	*	-	-	-	-	-	-
Diatomeae	*	*	*	-	-	-	-	-	-
<b>Коловратки</b>									
Filinia longiseta	*	*	+	+	x	x	*	*	*
Keratella quadrata	*	*	+	+	x	x	*	*	-
Asplanchna priodonta	-	-	+	+	x	x	+	*	-
<b>Веслоногие</b>									
Cyclops strenuus	-	-	-	*	+	+	+	x	x
Eudiaptomus graciloides	-	-	-	*	+	+	+	x	x
Cyclops sp. (juv.)	*	*	+	xx	xx	xx	+	+	xx
Nauplii	*	*	+	x	x	x	+	+	-
<b>Ветвистоусые</b>									
Daphniapulex	-	-	-	*	*	*	*	*	+
Chydorusphaericus	-	-	*	*	*	+	+	+	+
Acroporus harpae	-	-	-	-	*	+	+	+	*
Alona affinis	-	-	-	-	-	*	*	*	*
Bosmina longirostris	-	-	-	*	+	x	x	x	x
Средний индекс наполнения в % (процентиуме)	Не определен		208	230	177	150	193	168	190

Основные обозначения: - отсутствует; \* единично; + средние; x много; xx очень много.

Примерно такая же ситуация наблюдается при анализе пищи личинок пеляди, культивируемой в других регионах России (Болотова и др., 1989; Веснина, 2002).

В составе пищи соотношение веслоногих и ветвистоусых рачков, а также и других организмов не постоянно, оно зависит от состава кормовых организмов, находящихся во всей водной толще озера, погод-

ных условий и мест нагула молоди. Как правило, личинки пеляди, будучи вселенными на нагул в рыбоводный водоем, начинают питаться коловратками и науплиальными стадиями копепода на 2-4 сут от момента вылупления. Однако это происходит тогда, когда температура воды выше 7-8°C. Если температура ниже, то процесс начала потребления внешней пищи затягивается, а развитие личинок замедляется. Тем не менее, личинки пеляди в мае и июне в условиях экосистемы карасевого озера в достатке обеспечены доступным по размерам зоопланктоном, а накормленность личинок, а затем и мальков всегда превышает 1-2%, или 100-200 %/1000(процентивале), а их рост интенсивен.

Одновременно установлено (Бурдиян и др., 1977; Руденко и др., 1983; Созинов, 1984; Веснина, 2002), что вселение весной только монокультуры личинок пеляди ведет к недоиспользованию до 50-60% продукции кормового зоопланктона по причине малого рациона младших возрастных групп (личинки, мальки). Утилизация с большей хозяйственной пользой раннелетнего зоопланктона, продуцируемого в карасевых озерах возможна при одновременном вселении в подобные водоемы разновозрастной пеляди (личинки и годовики) или комплекса поликультуры, сочетающего планктофагов, бентофагов и рыб, способных переключаться на питание любыми группами беспозвоночных животных.

У сеголетков пеляди, начиная с августа, в рационе преобладают ветвистоусые рачки - дафнии, хидорусы, босмины, в меньшей мере лептодора, биотрефес. Веслоногие рачки - циклопы, диаптомусы занимают второе место, хотя их молодь по весне потреблялась более интенсивно. В августе - начале сентября в пищевом комке молодой пеляди обнаруживаются личинки и куколки хирономид. При обилии в озере гаммаруса, по мере роста сеголетков, повышается его роль в питании пеляди, несмотря на высокую биомассу и продукцию рачкового планктона. Желудки большинства сеголетков в это время оказываются сплошь наполненными молодой гаммаруса длиной 4-7 мм. И эти факты подтверждают вывод В.С. Ивлева (1955) и Т.С. Пихтовой (1981) о том, что рыбы (любые) отдадут предпочтение наиболее крупным из доступных им жергв.

Мы также неоднократно обнаруживали факты потребления интенсивно растущей пелядью - сеголетками и годовиками мальков верховки и озерного гольяна в условиях зимы, когда биомасса зоопланктона резко снижалась по какой-то экологической причине. Хищничество для пеляди - вынужденное обстоятельство (Дормидонтов, 1969), однако А.Н. Кузьмин (1976) трактует это явление как наследственное. Тем не менее, он правильно предугадал возможность использования пеляди как факультативного хищника в озерах Южного Урала и Западной Сибири, способную переключаться на новый вид пищи. В этом случае верховка, заселившая многие карасевые озера системы Обь-Иртыш-

ского бассейна, может стать дополнительным источником продуцирования ихтиомассы пеляди, причем, значительной. Следовательно, нужна лишь соответствующая биотехника, а это будет делом времени для специалистов озерного рыбоводства.

Оптимальной для роста сеголетков пеляди в конце лета является температура воды в пределах 12-16°C. Осенью при снижении температуры воды ниже 11-12°C среднесуточный прирост у сеголетков составляет 2-4 г, а у двухлетков до 9-14 г в сутки.

Характер динамики весового роста сеголетков и двухлетков пеляди, выращиваемой в озерах степного Алтая (Соловов, 1972), дает интересную зависимость, указывающую на процесс массонакопления в зимнем режиме озер (табл. 10).

Таблица 10

Среднесуточный прирост массы (г) пеляди в озерах Алтайского края

Озеро	Сроки наблюдения					
	V-VII	VIII-X	XI-II	III-V	VI-VII	VIII-IX
Бол. Островное	0,3	1,1	0,1	1,2	3,6	1,0
Песчаное	0,25	1,0	0,1	0,5	1,1	1,1

Определения коэффициента оплаты потребленного корма молодой интенсивно растущей пелядью, по данным разных авторов (Руденко и др., 1983; Ниязов, Царегородцева, 1986), колеблются в пределах 8-10. Следовательно, осенний сеголеток пеляди массой 100 г реально съел с мая по сентябрь от 0,8 до 1,0 кг зоопланктона (возможно потребленный другой корм входит в эти ориентировочные расчеты). Расчеты, выполненные В.П. Солововым (1972), для условий озер равнины Алтайского края несколько отличаются: осенний сеголеток пеляди за полгода потребил (в среднем) 683 г зоопланктона, двухлеток за полтора года - 2892 г.

Таким образом, можно рассчитать величину реально потребленной продукции зоопланктона, например, при итоговом вылове 50 кг товарной пеляди однолетнего нагула с 1 га акватории со средней глубиной 1,5-1,8 м, при коэффициенте её изъятия из водоема, например, 80%. Она (потребленная продукция зоопланктона) за вегетационный сезон окажется равной примерно 550-700 кг. Эти цифры свидетельствуют о производственных возможностях только зоопланктонного сообщества озер карасевого ихтиологического типа.

Рост массы пеляди и образуемая суммарная ихтиомасса товарных сеголетков и более старших возрастных групп различны в зависимости от степени развития зоопланктона и так называемой кормности озер (малокормные, средnekормные, высококормные), что можно видеть на рисунке 8.

Причем выход товарной ихтиомассы пеляди в расчете от 1 млн.

вселяемых личинок составляет: для малокормных озер – 5-6 т, средnekормных – 7-13 т, высококормных 14-15 т и более.

Продукция озeрного зообентоса, а также макрофитов и фитопланктона должна иметь своих потребителей. Благодаря использованию этой пищи рыбами – зообентофагами и растительноядными, – будет формироваться дополнительная ихтиомасса в нагульном водоеме.

Пелядь, как и все другие сиговые, питается круглый год, но интенсивность питания зимой зависит от степени обилия кормовых организмов, которые, например, зоопланктон в озерах карасевого типа, способен эффективно развиваться при содержании кислорода в воде 3 мг/дм<sup>3</sup> и более.

При таком стечении экологических факторов (низкая температура воды подо льдом, достаточное содержание кислорода и высокое развитие зоопланктона), отмеченных И.С. Мухачевым (1965) на озерах Зауралья, Е.А. Кудлиной (1975) в Омской области, З. А. Ивановой и В.П. Соловьевым (1974) в озерах Алтайского края, Г. Л. Карасевым и др. (1983) на озерах Забайкалья, пелядь (любая возрастная группа) интенсивно растет, прирастая к весне на 25-60% массы, которую она имела осенью в октябре-ноябре (рис. 9).

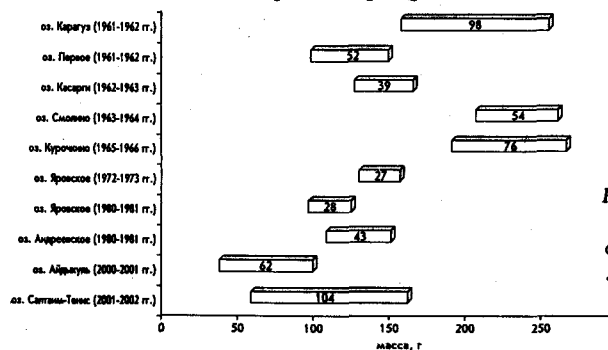


Рис. 9. Изменение массы пеляди (от массы сеголетков в октябре до массы годовиков в конце апреля – начале мая)

В.М. Судаков (1977) неоднократно отмечал, что в карасевых озе-

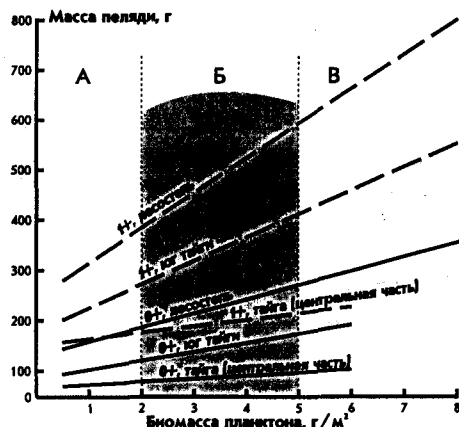


Рис. 8. Зависимость массы пеляди (0+ сеголетки, 1+ двухлетки) от зонального положения озера и его продуктивности по зоопланктону:

- А - малокормные озера (среднелетняя биомасса до 2 г/м<sup>3</sup>);
- Б - средnekормные озера (среднелетняя биомасса от 2 до 5 г/м<sup>3</sup>);
- В - высококормные озера (среднелетняя биомасса более 5 г/м<sup>3</sup>)

рах Ханты-Мансийского автономного округа сеголетки к ноябрю достигают массы 60-70 г, но подо льдом в связи с резким снижением кислорода и обусловленным этим уменьшением биомассы организмов зоопланктона до 0,5 г/м<sup>3</sup> и ниже рост сеголетков прекращается. Наоборот, в карасевых озерах с благоприятным содержанием кислорода, то есть более 4-5 мг/дм<sup>3</sup>, продолжается интенсивное развитие сообщества зоопланктона с биомассой более 2 г/м<sup>3</sup>, а рост сеголетков пеляди продолжается всю зиму и они к маю следующего года, как правило, удваивают свою массу, достигая 150-160 г.

И.А. Созинов (1984, 1989) этот феномен объясняет уникальной физиологической способностью пеляди (как и других сиговых) при низких температурах воды перераспределять до 60-70% потока энергии потребленной пищи в сторону пластического обмена, то есть на построение массы тела. А это в три раза выше по сравнению с использованием энергии в летнее время. Летом при температуре воды выше 20°C пелядь вынуждена больше расходовать потребленной пищи на энергетику движения и дыхания, а не на массонакопление.

В процессе исследований также выявлено, что накопление ихтиомассы пеляди протекает интенсивнее в условиях высоких и оптимальных концентраций зоопланктона, более 3-4 г/м<sup>3</sup> летом и более 1 г/м<sup>3</sup> зимой, при содержании кислорода не менее 45-50% насыщения (что благоприятствует и для организмов зоопланктона) и общей минерализации до 7 г/дм<sup>3</sup> хлоридно-натриевых вод и до 2 г/дм<sup>3</sup> гидрокарбонатных и сульфатных вод. Одновременно специалисты (Болотова, 1988) отмечают, что «выгодность питания» у пеляди обратно пропорциональна энергии, затраченной на добычу корма, и прямо пропорциональна его калорийности и усвояемости.

Определяющим моментом является степень доступности, увеличение которой может компенсировать низкую калорийность и усвояемость корма.

С этих позиций зоопланктон является наиболее доступным кормом, хотя пеляди присущ в большей степени «планктонный тип питания», поэтому она легко переключается на потребление рачков гаммарусов, мигрирующих личинок, куколок хирономид в толще воды, подвижных бентосных организмов-хаборусов, а также личинок и мальков рыб, которые при определенных обстоятельствах также становятся ее кормом. Для иллюстрации «разнообразия» планктонного питания пеляди можно воспользоваться данными таблицы 11.

Таким образом, очевидно, что размеры потребляемых пелядью на первом году жизни жертв, характеризующихся планктонным движением в толще воды, изменяются (измеряются) в большом диапазоне – от 0,31 до 27,0-36,0% её длины, или в 90-120 раз!

Таблица 11

Размеры движущихся организмов в толще воды, потребляемых растущей пелядью (по Н.Л. Болотовой, 1988)

Дата наблюдений	Длина пеляди, мм	Размер жертвы, мм			Доминирующий пищевой компонент	Размеры пищевых организмов, мм/ их % соотношение и длине тела пеляди	Биомасса зоопланктона в день исследований, г/м <sup>3</sup>
		миним.	макс.	средн.			
<b>Личинки</b>							
17-24 мая	9,5-14,0	0,1	0,8	0,25	<i>B.longirostris</i>	0,25-0,3/1,8-2,6	2,3
25-29 мая	9,5-12,0	0,25	0,5	0,30	<i>B.longirostris</i>	0,25-0,3/2,5-3,1	2,0
25-29 мая	11,0-16,0	0,25	4,0	4,0	Личинки снетка	4,0-4,3/27,0-36,0	2,0
<b>Сеголетки</b>							
25 июля	103,0	0,35	7,0-11,0	0,35	<i>B.longirostris</i>	0,35/0,34	0,9
17 августа	114,0	0,35	7,1	0,35	<i>B.longirostris</i>	0,35/0,31	0,7
12 сентября	117,0	0,25	1,1	0,70	<i>D.brachyurum</i>	0,60/0,51	0,4
30 сентября	128,0	0,35	9,0	0,8	<i>D.cristata</i>	0,6-0,8/0,47-0,62	0,8
<b>Годовики</b>							
7 мая	150,0	3,0	4,1	3,5	Куколки хирономид	10,0-12,0/6,6-8,0	0,02

Согласно биохимическим исследованиям выяснено, что осенние сеголетки массой 70-80 г и более по своей упитанности почти не отличаются от рыб старшего возраста. Накопление жира у сеголетков интенсивно происходит в октябре при резком охлаждении воды в связи с перестройкой физиологии организма рыбы на увеличение эффективности ассимиляции вещества поглощенной пищи на построение тела (образование мышц и жировых отложений), что является биологической закономерностью сиговых рыб (Созинов, 1984, 1989; Рыжков, 1987). В этом «повинны» зоопланктеры, которые при снижении температуры воды до осенне-зимних значений отличаются повышенной калорийностью по сравнению с летним периодом, примерно, в 3-5 раз за счет увеличения концентрации липидов (Алимов, 1989).

### 5.3. Динамика роста товарных сеголетков

Динамика линейного и весового роста пеляди отличается высокой интенсивностью: личиночный период индивидуального развития при культивировании в высококормных карасевых озерах завершается за 27-30 сут. Следующий за ним мальковый период роста и развития у пеляди составляет 45-60 сут. Таким образом, за первые три месяца роста с момента вселения личинок до начала августа организм пеляди достигает состояния сеголетка

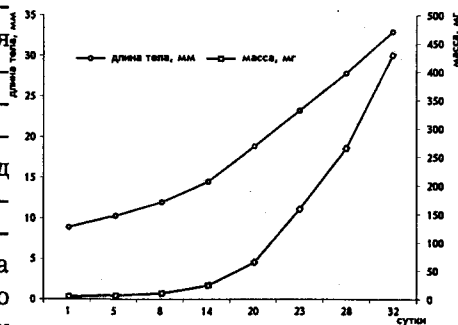


Рис. 10. Рост личинок пеляди в карасевых озерах

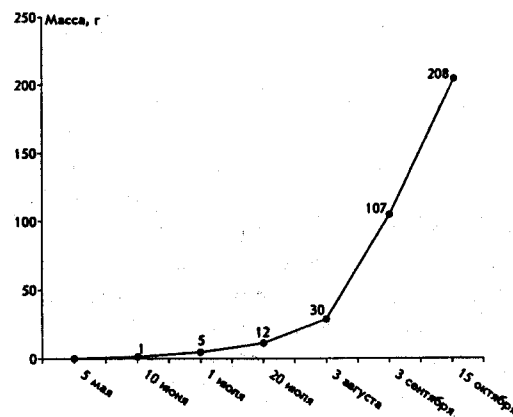


Рис. 11. Рост массы сеголетков пеляди в оз. Курочкино Челябинской области

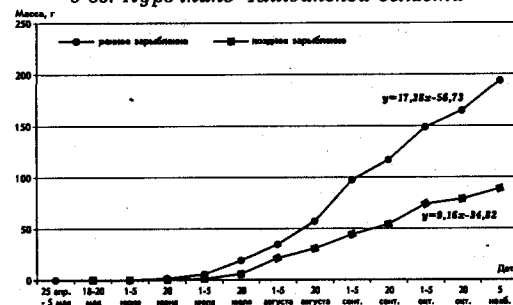


Рис. 12. Весовой рост сеголетков пеляди при разных сроках зарыбления

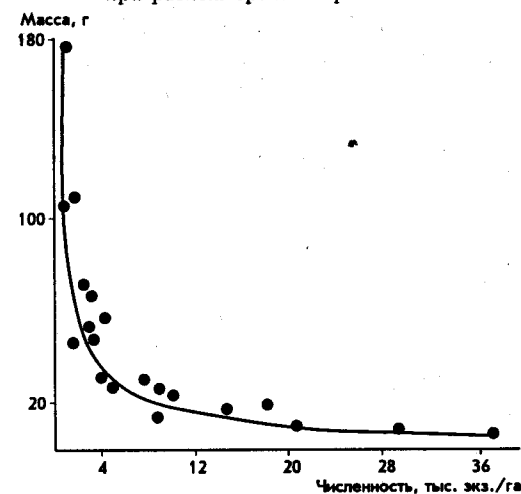


Рис. 13. Связь массы сеголетков пеляди с их численностью в озерах: в карасевых или в подготовленных икhtiоцидами (по В.В. Емельянову, 1985)

(крупный малек). Параметры весового роста пеляди в первый месяц выращивания в нагульных водоемах характеризуются следующей динамикой (рис. 10).

Высокий темп роста реализуется и в последующие месяцы, что представлено на рисунке 11.

Однако лучшие стартовые показатели роста массы пеляди наблюдаются при раннем вселении личинок и они сохраняются дольше, так как обычно со второй половины августа при снижении температуры воды до 14-15°C повышается интенсивность усвоения пищи на соматический рост. Следовательно, более ранняя молодь с большей стартовой массой начинает интенсивно расти при улучшении экологической обстановки в озерах карасевого типа (рис. 12).

Зависимость роста массы пеляди от плотности посадки при стандартной оптимальной кормовой базе (нормативной для конкретной эколого-рыбоводной зоны) представлена на рисунке 13.

## 5.4. Биохимический состав товарных сеголетков

При организации однолетнего выращивания товарной пеляди естественно возник вопрос о пищевой ценности сеголетков, поскольку известно, что в организме молоди большинства рыб во время их быстрого роста почти не накапливаются резервные вещества, представленные жирами. И только с наступлением половозрелости меняется характер энергетического обмена и происходит быстрое увеличение жирности созревающих рыб. Образование резервных веществ у сеголетков и других возрастных групп пеляди обеспечивается обилием высококалорийного корма, а товарная продукция представляет собой высококачественный пищевой продукт. В частности, исследования товарных сеголетков пеляди, проведенные на рыбе из озер Челябинской, Тюменской, Курганской областей в 60-90 гг. объективно указывают на тенденцию быстрого увеличения жира (липидов) в мясе пеляди (табл. 12) в зависимости от времени отлова: в начале или в конце осени.

Таблица 12

Биохимический состав мяса сеголетков пеляди из озер Зауралья

Дата анализа	Содержание в процентах, среднее				Калорий в 100 г мяса
	влага	белок	жир	минеральные вещества	
1 декада сентября	79,3	14,8	4,9	1,0	113,5
2 декада сентября	79,1	14,8	5,0	1,1	145,8
1 декада октября	71,6	15,1	12,2	1,1	169,4
3 декада октября	66,5	15,5	16,8	1,2	214,9

Аналогичные анализы разновозрастной пеляди (массой 0,1-1,2 кг), отловленной осенью и зимой из водоемов севера и юга Западной и Восточной Сибири (Клейменов, 1971; Львутаина, 1990; Нестеренко, Кац, 1991), дали следующие величины: влага 63-73%, белок 16-18%, жир 7,5-18,7%, минеральные вещества 1-2%, калорий в 100 г мяса - 160-195, или 640-800 кДж. Причем, эти авторы также отмечают повышение жирности в 1,5-2 раза у пеляди, отлавливаемой в водоемах в конце осени начале зимы по сравнению с другими сезонами года.

За сентябрь и октябрь процесс массонакопления наиболее интенсивен, поэтому торопиться с отловом товарных сеголетков, если нет «чрезвычайных обстоятельств», не следует, поскольку преждевременный отлов ведет к уменьшению общего улова как на уровне особи, так и недополучению значительной товарной ихтиомассы в расчете на 1 га акватории и всего водоема (так называемая упущенная выгода), измеряемой в 20-40 кг/га и более!

Таким образом, из приведенных выше данных вытекает технологический вывод, что для получения пищевой продукции высокого ка-

чества из пеляди однолетнего выращивания отлов сеголетков следует начинать не ранее первой декады октября. А это предопределяет необходимость охраны растущей рыбы от преждевременного вылова.

Не уступают осенние сеголетки пеляди рыбам двухлетнего возраста по соотношению съедобных частей и качеству мяса. Интересно и то, что съедобных частей тела у пеляди в среднем на 25% больше по сравнению (табл. 13 и табл. 14), например, с карпом и растительноядными рыбами (табл. 15).

Таблица 13

Весовое соотношение частей тела сеголетков пеляди из озер Челябинской области, отловленных в октябре 1965 г. (по И.С. Мухачеву, 1967)

Масса сеголетков, г	Кoeff. упитанности по Фультону	Среднее отношение веса отдельных частей к массе всей рыбы, %						
		чешуя	плавники	кости тела	голова	мышцы с кожей	жир на кишечнике	остальные внутренние органы
150-240	1,8-2,0	3,33	1,72	4,28	9,01	73,46	2,32	5,63

Таблица 14

Весовое соотношение частей тела у осенних двухлеток пеляди массой 500-700 г из озер Челябинской области (по И.С. Мухачеву, 1967)

Пол	Кoeff. упитанности по Фультону	Среднее отношение веса отдельных частей к массе всей рыбы, %							
		чешуя	плавники	кости тела	голова	мышцы с кожей	жир на кишечнике	говады	остальные внутренние органы
Самки	1,8-2,1	4,38	1,56	4,22	7,15	65,65	0,34	12,13	4,57
Самцы	1,7-2,0	5,18	2,11	5,37	8,80	71,30	0,63	1,34	5,27

Таблица 15

Весовое соотношение частей тела карповых рыб, выращиваемых в прудах (по А.М. Сиверцеву, 1965)

Рыба	Средняя масса, г	Среднее отношение веса отдельных частей к массе всей рыбы, %					
		чешуя	плавники	внутренние органы	кости тела	голова	мышцы с кожей
Карп	918	4,8	4,5	10,8	3,3	19,0	57,6
Бел. амур	882	3,9	3,5	11,0	4,0	18,2	59,4
Бел. толстолобик	782	2,0	3,4	8,7	3,2	19,8	62,9

По сравнению с ряпушкой, рипусом и его гибридными формами мясо пеляди отличается повышенным содержанием жиров в 1,5-2 раза.

Интерес представляют исследования фракционного состава липидов мышц и икры пеляди, культивируемой в водоемах Сибири (Львутаина, 1990; Нестеренко, Кац, 1991). В мышцах и икре преобладают фракции триглицеридов и фосфолипидов. Свободные жирные кислоты локализуются в мышцах. Больше эфирных стеаринов содержится

в икре (гонадах) самок пеляди. У молоди пеляди по сравнению со старшевозрастными рыбами больше в мышцах фосфолипидов.

Изучение состава микроэлементов в организме пеляди позволило определить их количество во всех важных жизненных органах и системах, одновременно выявить «зональные дефициты» микроэлементов в озерных ландшафтах Новосибирской области, например, содержание кобальта и меди, которых оказалось меньше по сравнению с «эталонными провинциями» Западной Сибири (табл. 16).

Таблица 16

Содержание микроэлементов в организме пеляди из озер Новосибирской области в сентябре 1985 г., мг% сухого вещества (по Н.А. Нестеренко, С.Е. Кац, 1991)

Часть тела	Железо	Цинк	Марганец	Медь	Кобальт	Алюминий
Мышцы	67,80±32,56	64,72±18,16	5,68±1,95	1,30±0,29	0,11±0,06	56,21±33,13
Икра	304,01±32,56	195,16±112,4	33,91±7,21	5,38±1,56	0,18±0,03	398,29±113,89
Печень	303,61±80,49	458,84±98,43	43,30±1,75	32,52±11,62	0,27±0,03	227,2±30,44
Кости	106,02±68,21	816,34±194,85	37,54±15,98	12,68±8,50	1,08±0,40	322,5±168,26
Чешуя	47,33±10,40	1033,05±54,0	45,02±12,76	180,06±82,0	8,85±2,43	476,31±144,3

Культивируемая пелядь в новых для нее районах юга Западной и Восточной Сибири по пищевой ценности несколько не уступает рыбам из Оби и других водоемов естественного ареала, но является источником для получения необходимых организму человека аминокислот, нейтральных липидов и фосфатидов, витаминов и микроэлементов. Высокий уровень содержания витамина С отмечен в тканях пеляди. Так, по данным Н.В. Гуреева (1998), абсолютное значение витамина С в мышцах составляет около 10 мг/100 г, а в икре около 25 мг/100 г массы продукта.

В частности, биологическая ценность пищевого белка пеляди, выращиваемой в лесостепных и степных озерах Сибири характеризуется следующими аминокислотами (табл. 17).

Таблица 17

Содержание основных аминокислот в белке пеляди, в % к стандарту Скор (по Е.А. Львентиной, 1990)

Аминокислоты	Мышцы	Икра
Валин	82,4-89,2	103,0
Изолейцин	121,7-166,1	99,4
Лизин	191,9-214,2	115,3
Метионин + цистин	102,6-109,2	99,9
Треонин	102,7-126,3	109,5
Триптофан	119,3-151,3	272,1
Фенилаланин + тирозин	128,7-136,2	117,3
Сумма незаменимых аминокислот, г на 100 г сырого вещества	9,13-9,30	9,24

Состав липидов сиговых рыб, включая пелядь, представлен шестью фракциями: триглицериды, фосфолипиды, холестерин, свободные жирные кислоты, эфиры холестерина и углеводы. Всего в липидах пеляди содержится 22 жирные кислоты. Липиды сеголетков и двухлетков пеляди содержат высоконенасыщенные жирные кислоты, относящиеся к витаминам группы F, не синтезируемые организмом человека и являющиеся составной частью биологических мембран.

Оценка биохимического состава пеляди, выращиваемой в озерных хозяйствах к востоку от Урала, показала, что в мышечной ткани этой рыбы, особенно в первые годы жизни, накапливается достаточно большое количество жира, а липиды характеризуются большей ненасыщенностью жирнокислотного состава.

Следовательно, расширение масштаба работ по выращиванию быстрорастущей пеляди младших возрастных групп в качестве товарной пищевой продукции является не только социально-экономическим фактором, а в значительной мере – медико-биологическим, способствующим формированию рационального и сбалансированного рациона питания населения, на основе усиления рекламы о целесообразности потребления этой деликатесной рыбы.

## 5.5. Технологические нормативы выращивания товарных сеголетков пеляди в озерах и нагульных прудах

### 5.5.1. Понятие о зонах озерного рыбоводства

Эффективность рыбоводного процесса и достижение результатов в соответствии оптимальных бионормативов (табл. 18) зависит от правильного применения технологий по подготовке и использованию озер заморного типа с карасевым ихтиоценозом для выращивания и отлова товарной пеляди, обсуждение которых представлено ниже.

Для эффективного внедрения ускоренных технологий озерного рыбоводства следует использовать данные о влиянии зонального фактора на величину формирования рыбной продукции, которая непосредственно зависит от темпа роста рыб и скорости накопления массы в той или иной климатической зоне. Этот вопрос представляется немаловажным, потому что озерное рыбоводство по своей форме близко к прудовому, где основа биологического процесса – рост рыбы – определяется совокупностью климатических факторов, обуславливающий характер ее физиологической активности в потреблении и усвоении корма.

В прудовом рыбоводстве России ученые выделяют 6 зон. В озерном рыбоводстве целесообразно выделять четыре зоны: 1 – сига-

вая, 2 – сигово-карповая, 3 – карпово-сиговая и 4 – карповая (рис. 14). За основу деления озерного рыбоводства на определенные зоны, как и в сельском хозяйстве, принимается агроклиматический показатель – сумма эффективных температур вегетационного сезона выше 10°C. Это позволяет для сравнения темпа роста выращиваемых рыб, в нашем случае – пеляди, использовать температурно-временной коэффициент, представляющий собой отношение суммы градусо-дней к приросту массы рыбы.

Таблица 18

*Оптимальные (нормативные) параметры среды и роста товарных сеголетков пеляди в озерах заморного типа на Урале и Западной Сибири*

Показатель	2-я зона озерного рыбоводства (сигово-карповая)	3-я зона озерного рыбоводства (карпово-сиговая)
Площадь, га	100-5000	50-3000
Глубина средняя, м	1,8-2,5	2,2-3,3
Химический класс воды и сумма основных ионов, г/дм <sup>3</sup>	Гидрокарбонатный 0,05-0,4	Гидрокарбонатный 0,1-1,5 Хлоридный 0,5-3,0
Биомасса (и продукция) зоопланктона за вегетационный сезон, г/м <sup>2</sup>	2-4 (15-25)	3-5 (25-50)
Дата (время) посадки личинок на нагул	Середина и конец мая	Конец апреля, начало мая
Период нагула до товарной массы, сут	150	150
Температура воды в момент посадки личинок, °С	>8	>10
Товарная (средняя) масса сеголетка, г	>70-80	>120-130
Начало массового отлова	октябрь	октябрь
Энергетическая ценность 100 г мяса, ккал	>160,0	>170,0
Содержание жира в мясе, %	>4	>5

Первая зона расположена в центральной части таежной лесоболотной зоны, среднетаежной подзоны, на территории ограниченной изотермами температур вегетационного сезона 900° и 1500°. Наиболее развитым очагом озерного рыбоводства в пределах этой зоны Западной Сибири являются районы Ханты-Мансийского автономного округа (рис. 14).

Вторая зона охватывает территорию южной части зоны тайги, что в пределах Урала соответствует южной части Свердловской области, простираясь в Западной Сибири до Кемеровской области. Северная граница зоны примерно совпадает с изотермой суммы температур 1500°, южная – 1900°.



Рис. 14. Зоны озерного рыбоводства

Третья зона озерного рыбоводства объединяет лесостепную и степную физико-географические зоны на территории Зауралья и Западной Сибири, северная граница которой почти совпадает с изотермой суммы температур вегетационного сезона 1900-1950°, а южная соответствует изотерме с суммой температур 2350°. В эту зону почти полностью входят Челябинская, Курганская, Омская, Новосибирская области, Алтайский край, а с запада – Башкортостан, где также имеются карасевые озера, подверженные заморным явлениям.

Южнее расположена 4 зона озерного рыбоводства, но она в основном находится за пределами южных границ России.

Выращивание товарных сеголетков пеляди в карасевых заморных евтрофных озерах на основе учета климата и продукционных возможностей экосистем водоемов и зонального роста пеляди оправдано лишь во второй и третьей зонах, а в северной (первой) можно выращивать товарную пелядь за два или три вегетационных сезона. Обоснованием этому служит динамика весового роста пеляди в озерах тундры, тайги, лесостепи и степи (табл. 19).

Таблица 19

*Весовой рост озерной пеляди в разных природных зонах, г*

Природно-климатическая зона	Количество дней с температурой выше 10°C	Сеголетки, 0+	Двулетки, 1+
Озера зоны тундры	25-50	8-15	30-68
Озера центральной части зоны тайги	70-90	25-45	70-100
Озера южной части зоны тайги	95-120	50-80	150-250
Озера зон лесостепи и степи	125-145	90-250	400-900

## 5.5.2. Нормативы массы товарных сеголетков

### и их рыбопродукции в озерах и нагульных прудах

Установлено, что при равных показателях развития кормовой базы с одинаковыми глубинами, при равной плотности посадки личинок пеляди, конечная масса осенних сеголетков будет различна (рис. 8 и табл. 19).

В частности, она значительно больше в водоемах, расположенных в зонах степи и лесостепи, нежели в озерах, расположенных в лесной таежной зоне. Важным при выращивании товарных сеголетков как пеляди, так и других видов рыб, является средняя глубина карасевых озер: чем глубже водоем, более устойчива его экологическая прочность, тем больше общий улов.

Объективными являются показатели динамики массы сеголетков пеляди в зависимости от времени вселения личинок в нагульные водоемы (рис. 12), что также следует учитывать в практической работе сиговодам.

На основе тщательного анализа динамики роста пеляди в пределах естественного ареала и в новых районах ее акклиматизации и товарного выращивания, а также принятой формы ведения товарного рыбоводства – экстенсивной или интенсивной, то есть от объемов материальных затрат и работ на коренную и текущую мелиорацию водоемов и их зонального положения, средние показатели уловов представляют следующие величины (табл. 20).

Таблица 20

*Нормативные показатели выхода товарной пеляди на малых и средних озерах карасевого ихтиологического типа при разных формах хозяйства, кг/га*

Зоны озерного рыбоводства	Форма хозяйства		Производство, возраст рыбы, лет
	экстенсивная	интенсивная	
Первая	10-20	45-50	1+, 2+, 3+
Вторая	25-30	75-80	0+, 1+, 2+
Третья	50-60	130-150	0+, 1+, 2+

Достижение реально возможных уловов выращиваемой пеляди на основе метода однолетнего выращивания возможно при соблюдении зональных биотехнических норм, которыми предусмотрено точнее учитывать состояние развития зоопланктона (табл. 21).

Для выращивания товарных сеголетков пеляди в качестве дополнительной рыбопродукции используют карповые нагульные пруды, имеющие в приплотинной части глубины 5 м и более. Наличие глубин с более прохладной водой в летнее время обеспечивает сохранность растущей пеляди. В прудах, где максимальные глубины не достигают 3 м, культивировать пелядь рискованно, поскольку в дни наивысшего прогресса, особенно в безветренную погоду, ночью в них может возникнуть дефицит кислорода (менее 3 мг/дм<sup>3</sup>), губи-

тельный для пеляди, но легко переносимый карпом и карасями.

Таблица 21

*Нормативы выращивания товарных сеголетков пеляди в карасевых озерах Урала и Западной Сибири*

Зона озерного рыбоводства	Биомасса зоопланктона, г/м <sup>3</sup>	Плотность посадки личинок, тыс. шт./га	Промысловый возврат, %	Средняя масса сеголетков, г	Улов товарной пеляди, кг/га
2-я зона Сигово-карповая (юг таежной зоны)	До 1	1	20	70	15
	1-3	2			28
	3-5	2,5			35
	Более 5	3			40-45
3-я зона Карпово-сиговая (лесостепь и степь)	До 1	1	20	120	20
	1-3	2			30
	3-5	2,5			50
	Более 5	3			70

*Примечание: В 1-й зоне озерного рыбоводства – Сиговой (центральная часть зоны тайги) выращивать товарных сеголетков нецелесообразно.*

Площадь нагульных прудов – любая, но все же акватории в 50-100 га и более лучше используются растущими сеголетками пеляди за счет увеличения «жилой» зоны для пеляди в пруду с различными биотопами (Веснина, 2002).

На Урале и Западной Сибири прудовые хозяйства приурочены к 1 и 2 зонам прудового рыбоводства, а основным объектом выращивания является карп. Он потребляет зообентос и искусственные корма, вносимые в течение вегетационного периода. Зоопланктон нагульных прудов, достигающий биомассы 15-30 г/м<sup>3</sup> при его суммарной продукции, превышающей 100 г/м<sup>3</sup>, карпом используется лишь в начале лета, поэтому посадки личинок пеляди позволяют получить дополнительную ихтиомассу в среднем 50 кг/га, при оптимально возможной 100-120 кг/га.

Рекомендации, содержащиеся в отраслевом сборнике нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству (М.: Агропромиздат, 1986.–Т. 1.–С. 24) по плотности посадки личинок в количестве 13-15 тыс. шт./га объективны лишь для варианта получения жизнестойкого посадочного материала штучной массой 15-20 г. Для выращивания крупных товарных сеголетков пеляди массой 80-120 г норма посадки личинок должна быть в пределах 2-2,5 тыс. шт./га.

Несмотря на реальную эффективность метода однолетнего выращивания товарной пеляди и высокие ежегодные результаты, получаемые в различных товарных хозяйствах Южного Урала и Западной Сибири, существенные резервы связаны с перспективой внедрения метода двухлетнего выращивания более крупной и ценной пищевой рыбы.

Используемые в настоящее время технологии культивирования товарных двухлеток пеляди приведены в следующей главе.

## ГЛАВА 6. МЕТОДЫ ВЫРАЩИВАНИЯ ТОВАРНЫХ ДВУХЛЕТКОВ ПЕЛЯДИ

### 6.1. Схемы товарного рыбоводства на заморных озерах

Итак, использование самовозобновляемых биоресурсов озер карасевого типа только на выращивание товарных сеголетков обеспечивает быстрое (всего за пять

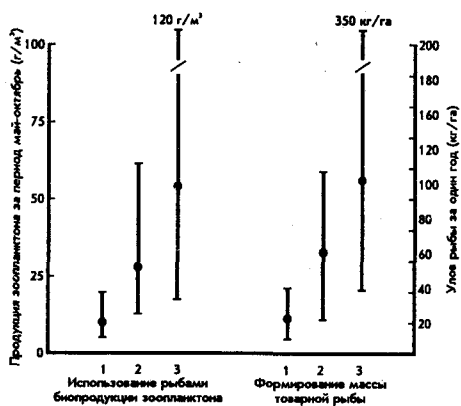


Рис. 15. Варианты использования биопроизводства зоопланктона на формирование товарной икhtiомассы в экосистеме озера карасевого типа: 1 - ценоз золотого и серебряного карасей; 2 - ценоз двух видов карасей и товарных сеголетков пеляди; 3 - ценоз двух видов карасей, товарные сеголетки и двухлетки пеляди

на и о том, что он (зоопланктон) и часть зообентоса (гаммарус и др.) могут быть эффективно трансформированы в мясо пеляди. Отсюда следует вывод: весной и зимой биоресурсы водоема используются непроизводительно. Одновременно выявлено, что пелядь обладает неодинаковой способностью роста в первый и второй вегетационные сезоны. И это соотношение, равное, примерно, 1:3, и свидетельствует в пользу двухлетней пеляди (Мухачев, 1965; Бурмакин, 1968; Бурдяня, 1975; Кудлина, 1975), что иллюстрирует рисунок 16.

Ориентируясь на приведенную выше объективную закономерность, а также незначительный естественный отход (смертность) пеляди за второй год ее выращивания, можно с еще большим экономическим успехом получать довольно крупную товарную пелядь, к тому же обладающую несравненно лучшими пищевыми и технологическими характеристиками.

месяцев) получение высокорентабельной пищевой рыбы, но при этом значительная часть корма, создаваемая экосистемой водоема, минует рацион (желудки) рыб и превращается в конечном итоге в ил. Следовательно, при зарыблении личинками пеляди кормовые ресурсы карасевых озер, особенно два месяца (май-июнь), используются весьма слабо (рис. 15).

Приведенные в предыдущих главах материалы по развитию кормовой базы озер карасевого типа и особенностям питания пеляди позволяют получить представление о величине биопроизводства зимнего зоопланкто-

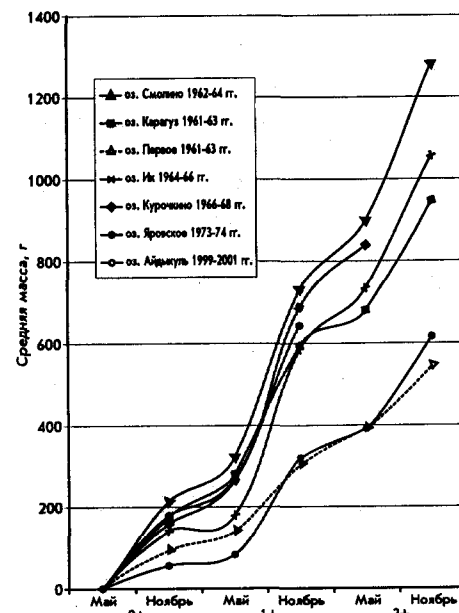


Рис. 16. Динамика массы пеляди, выращиваемой в озерах Урала и Западной Сибири: 0+ - рост в первый год; 1+ - рост во втором году; 2+ - рост в третьем году

стигать 5-7 г/дм<sup>3</sup>. Выживаемость личинок в данной абиотической среде при обилии корма и отсутствии жищников и болезней сиговых рыб, как правило, высокая, приближающаяся к 30-35% и более, а продуцируемая суммарная икhtiомасса близка к 100 кг/га. Поэтому в конце сентября-начале октября сеголетки пеляди достигают товарной массы 130-180 г и даже 200-250 г. При качественном проведении отлова всех (большинства) товарных сеголетков их общий улов составляет от 45-50 до 70-100 кг/га.

Вторая схема применяется на озерах карасевого типа со значительными отложениями ила и зарослями макрофитов на 15-20% водной площади. Вселяют годовиков пеляди (лучше в поликультуре с другими быстрорастущими рыбами) сразу после вскрытия озер ото льда (конец апреля - первые дни мая). В случае, когда весной подъезд транспорта к водоему невозможен, но в хозяйстве имеется турбоаэратор, аэратор или потокообразователь, в марте устанавливают указанную технику на участке озера с песчаным дном и образовавшуюся полынью выпускают годовиков. Такой прием позволяет осуществить раннее зарыбление и в итоге обеспечить существенно больший прирост товарной икhtiомассы. Плотность по-

Таким образом, для получения более качественной по пищевым свойствам товарной продукции желательно выращивать ее массой не менее 300 г, а лучше по 500-700 г. С этой целью на базе заморных озер от Урала до Алтая опытные рыбохозяйственники применяют следующие схемы ускоренного выращивания крупной пеляди.

Первая схема эффективна на бессточных высококормных карасевых озерах, в которых, кроме карасей, нет других местных рыб, а ложе озер идеально ровное и не имеет преград для больших закидных неводов.

Минерализация хлоридной воды в таких озерах Зауралья и Западной Сибири может достигать

садки годовиков пеляди (поликультуры) бывает разной в зависимости от состояния кормовой базы (зоопланктона и зообентоса). Обычно количество посадки годовиков пеляди составляет 200-400 на 1 га водоема, при таком же или большем количестве других видов рыб поликультуры, отличающихся от пеляди-зоопланктофага собственным характером питания. Осенью – в начале зимы уловы двухлеток пеляди за одно лето нагула колеблются от 60-80 до 120-150 кг/га (Мухачев и др., 1977; Судаков, 1989, Судаков и др., 1991). Плотность посадки годовиков пеляди определяют на основе состояния кормовой базы по зоопланктону (табл. 22).

Таблица 22

*Выращивание товарных двухлетков пеляди в карасевых озерах Урала и Западной Сибири (Мухачев, 1975; Инструкция..., 1978).*

Зона	Биомасса летнего зоопланктона, г/м <sup>2</sup>	Плотность посадки годовиков, шт. га	Промысловый возврат, %	Масса товарной пеляди, г	Улов за год, кг/га
Лесостепь и степь	1,0-1,5	200	50	300	30
	1,5-3,0	300	50	300	45
	3,0-5,0	400	50	350	70
	более 5,0	450	50	400	90
Юг тайги	1,0-1,5	200	50	200	20
	1,5-3,0	300	50	200	30
	3,0-5,0	400	50	250	50
	более 5,0	450	50	300	68
Центр тайги	1,0-1,5	200	50	150	15
	1,5-3,0	300	50	150	23
	3,0-5,0	400	50	150	30
	более 5,0	450	50	200	50

**Третья** схема применима на относительно глубоких (до 3,5-4,5 м) карасевых озерах заморного типа с отложениями ила менее 1 м и зарослями макрофитов, не превышающими 10-12% водной площади. Такие озера зарыбляют личинками по схеме, аналогичной при выращивании товарных сеголетков. Однако плотность посадки личинок пеляди, районированной для конкретной зоны озерного рыбоводства, увеличивают на 30-50%, поскольку в процессе длительного выращивания в течение двух нагульных периодов по разным экологическим причинам промысловый возврат от количества посадочного материала снижается.

Для сохранения сеголеток в заморном озере, которые ко времени ледостава при увеличенной норме посадки являются «мелкими», массой 45-60 г, на нем устанавливают аэрационную технику. При раннем включении аэраторов (через две-три недели после ледоста-

ва) в зоне аэрации поддерживается высокая концентрация планктонных беспозвоночных, способных размножаться в зимних условиях, но лишь при достаточно высоком содержании кислорода в воде. Это привлекает пелядь и других сиговых рыб, например, муксуна, продолжающих активно питаться и расти. Аэрация карасевых озер в течение всей зимы создает хорошие условия для функционирования зоопланктонного сообщества (Речкалов, 2000) и раннего развития в марте-апреле коловраток, веслоногих, а затем и ветвистоусых рачков (что учитывает вариант и по первой схеме).

Практика показывает, что в аэрируемых озерах происходит более ранний «старт» роста перезимовавших годовиков пеляди и других сиговых рыб, опережающих по темпу роста на 25-30% по сравнению с вселенными в начале мая из зимовальных водоемов (озер и прудов). Их среднесуточный прирост с середины апреля по июнь составляет от 3,5 до 4,5 г. Затем интенсивность массонакопления в связи с наступлением жаркой погоды (прогрев воды свыше 20°C) снижается до августовских похолоданий.

За второе лето пелядь вырастает до крупных размеров: 300-700 г и более, а улов ее, при условии сохранности от преждевременного вылова, как правило, составляет 100-150 кг/га. Отлов двухлетков можно осуществлять с сентября, а затем переходить и к отлову сеголетков пеляди, если их культивируют вместе на основе «смешанной посадки».

**Четвертая схема.** Появление верховки в озерах карасевого типа, относящихся к системе Обь-Иртышского бассейна, ведет к усложнению технологии товарного выращивания пеляди. Тем не менее этот деструктивный экологический фактор можно использовать при выращивании крупной пеляди.

В частности, на периодически заморном оз. Айдыкуль Кунашакского района Челябинской области, акватория которого превышает 2600 га, максимальная глубина 4 м (средняя 2,7 м), осуществлен убедительный производственный эксперимент.

Весной 1999 г. в озере, кроме карасей и вселенного карпа, появилась верховка. Осенью численность ее была незначительной, и поэтому сеголетки пеляди от весенней посадки личинок выросли до 120-130 г, а их улов составил 23 кг/га, или 60 т. Весной 2000 г. в конце апреля в озеро вновь вселили личинок пеляди речной формы по 3,5 тыс. шт./га, или всего 10 млн., приобретенных в сиговом цехе Новосибирской области. Осенью в сентябре оказалось, что сеголетки пеляди в присутствии пищевого конкурента – верховки выросли всего до 40-45 г и, следовательно, не представляли собой «товарную» рыбу. Было решено продолжить выращивание до возраста двухлетки.

В течение зимы 2000–2001 гг. дважды (в декабре и феврале) проводился контрольный отлов сеголетков пеляди, в желудке которых обнаруживались мальки верховки (по 1–9 экз.), а сеголетки пеляди постепенно прибавляли в весе. Содержание кислорода в конце февраля 2001 г. было в пределах 3,5–5,2 мг/дм<sup>3</sup>, чему способствовал подъем уровня озера за летне-осенний период на 0,7–0,9 м по сравнению с предыдущими годами.

В начале мая 2001 г. после вскрытия озера от льда годовики пеляди имели массу 80–95 г, что вновь подтвердило интенсивный рост зимой, благодаря биологической закономерности «вынужденного» питания мелкой рыбой, в данном случае мальками (сеголетками и годовиками) верховки. В течение лета и осени этого года в оз. Айдыкуль отловлено более 130 т товарных двухлетков массой от 250 до 400–450 г. Согласно расчету, общий промысловый возврат двухлетков превысил 8% от количества вселенных личинок, но итоги экономической эффективности оказались намного выше, если бы реализации подлежали лишь товарные сеголетки в том же суммарном количестве. Причем, небольшая часть крупной пеляди осталась не выловленной, продолжая третий нагульный сезон в 2002 г., достигнув осенью массы 0,8–1,0 кг/шт.

Аналогичная экологическая ситуация описана для водоемов Забайкалья. В Краснокаменском водохранилище Читинской области, площадью 200 га и максимальной глубиной 15 м культивировали пелядь (Горлачев, Горлачева, 1981). Осенние сеголетки пеляди массой 40–45 г и длиной 160–170 мм при недостаточном количестве зооплankтона переключались на интенсивное потребление мальков амурского чебачка длиной 25–30 мм. Пищевой комок состоял полностью из съеденной рыбы при индексе наполнения от 140 до 240‰. За зиму за счет потребления мелкого амурского чебачка пелядь интенсивно росла и в мае в годовалом возрасте имела среднюю массу 206 г.

На возможность использования «хищной» пеляди в рыбоводстве обратил внимание А.Н. Кузьмин (1976), используя информацию А.С. Дормидонтова (1969), описавшего экологию питания пеляди-эврифага, обитающую в озерах низовьев р. Колымы и в массе потребляющую девятииглую колюшку.

По нашему мнению, любая форма пеляди при определенных ситуациях способна временно переключаться на питание мальками разных рыб, что нашло отражение в обстоятельном анализе ее пищевых адаптаций (Болотова, 1988).

Стабильное и более качественное выполнение технологии озерного рыбоводства на ежегодно и периодически заморных озерах по четвертой схеме должно подкрепляться зарыблением таких нагуль-

ных водоемов нормативной посадкой подрощенных личинок до массы 40 мг (при длине 21–22 мм) и более, гарантирующей их выживание в окружении верховки. При наличии в озерах окуня размерно-весовые показатели посадочного материала мальков пеляди следует увеличить до осеннего сеголетка.

**Пятая схема** используется на озерах таежно-болотной зоны Западной Сибири, на которых построены водорегуляторы (Мухачев и др., 1977; Судаков, 1977, 1989; Судаков и др., 1991; Ниязов, 2001). Благодаря качественно построенным гидротехническим сооружениям создаются условия для улучшения газового режима озер в летнее и зимнее время, и предотвращается заход нежелательных рыб из ниже расположенной речной системы.

В Тюменской области эффективно эксплуатируют зарегулированные озера: Большой Уват (18,5 тыс. га), Андреевское (7,6 тыс. га), Сытаново (2,15 тыс. га), Нанжино (2,26 тыс. га), Шишкарым (3,85 тыс. га), Сырковое (9 тыс. га).

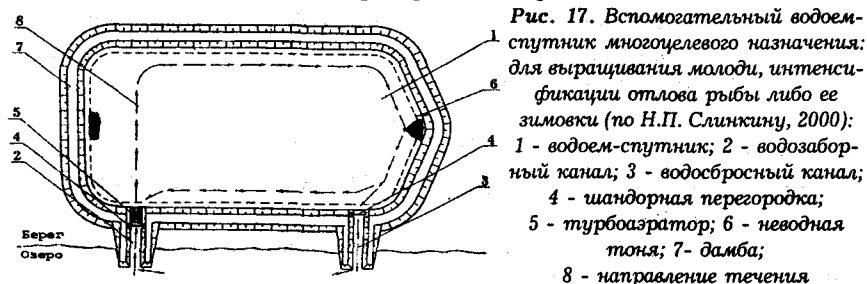
Построенные плотины привели к увеличению глубин, повышению содержания кислорода в воде, особенно в подледном режиме озер, что способствует одновременному культивированию не только товарных сеголетков, но двухлетков пеляди и других сиговых рыб и карпа.

Обустройство озер плотинами и улучшение экологической ситуации в зарегулированных озерах заморного типа повысило их прочность (снижение дефицита кислорода и увеличение продукции кормовых организмов) и комфортность для всех гидробионтов, что хорошо согласуется с экологической теорией Ю. Одума (1986) «о причинах прочности экосистем», и благоприятно отразилось на существовании аборигенной популяции карасей.

Во всех обустроенных водорегуляторами озерах возросло процентное соотношение крупных карасей, увеличились и их общие уловы. Причем, по данным местных рыбохозяйственных предприятий Тобольского, Вагайского, Кондинского районов, затраты на строительство плотин и водорегуляторов окупаются за один-два сезона эксплуатации.

**Шестая схема** эффективного использования мелких и заморных озер для выращивания крупной пеляди связана с изобретательской и рационализаторской деятельностью Н.П. Слинкина. За последние 25–30 лет им и его коллегами (Слинкин, Пожидаев, Чепуркин, 1998) созданы не только различные модификации аэрационной техники для предотвращения зимних заморов на рыбохозяйственных водоемах, но и эффективные технологические схемы использования карасевых озер для выращивания крупной товарной рыбы.

В частности, способ выращивания рыбы в заморных озерах (Слинкин, 2000) предусматривает использование вспомогательного небольшого водоема и разной мощности аэраторов-потокообразователей. Данная технология применяется на заморных озерах с площадью от 50 до 1000 га и более. На берегу озера строят вспомогательный водоем-пруд глубиной до 5 м, площадью до 1 га или чуть более (из расчета 0,1 га искусственного водоема на 100 га площади нагульного озера). Вспомогательный водоем соединяют с нагульным озером двумя каналами с шандорными перегородками (рис. 17).



В один из каналов ставят турбоаэратор, поток которого направляют из озера во вспомогательный водоем. При наступлении зимы и возникновении процесса снижения концентрации кислорода в воде нагульного озера включается в работу турбоаэратор мощностью от 3 до 5 кВт. Под влиянием дефицита кислорода на большей части нагульного озера пелядь и другая оксифильная рыба вначале концентрируется у водосбросного канала, а затем перемещается во вспомогательный водоем, влекомая действием второго турбоаэратора малой мощности (1 кВт). При этом дополнительное аэрационное устройство размещают в зоне действия основного аэратора-потокообразователя, а рыбу уплотняют путем постепенного уменьшения зоны действия дополнительного турбоаэратора. Здесь крупную рыбу отлавливают крупноячейным неводом, а мелкую оставляют на зимовку до весны, после чего ее выпускают в нагульное озеро, также используя турбоаэрационную технику.

## 6.2. Незаморные и периодически заморные озера как нагульные водоемы

К числу незаморных озера относятся пойменные, представляющие собой глубокие старицы рек, и материковые, сформированные при различных рельефообразующих процессах (ледники, выветривание, карст, гидрогенные явления, суффозия и т.д.). По характеру водообмена среди незаморных озера преобладают сточные и реже бессточные. Их главный или типичный признак – незаморность для рыб во все сезоны года – обусловлен показателями глубины.

Как правило, незаморные озера любого генезиса имеют максимальные глубины более 6-7 м, а их акватория может иметь несколько тыс. га, например, в Новосибирской области оз. Сартлан имеет акваторию 23 тыс. га, а оз. Чаны превышает 150 тыс. га.

В подавляющем числе незаморных озера плотвично-окуневого, лещевого, линево-щучьего ихтиологических типов видовой состав беспозвоночных и местных рыб значительно богаче по сравнению с имеющимися связь с рекой, но заморными, преимущественно карасевыми водоемами. Видовое разнообразие гидробионтов в незаморных озерах усложняет их экосистему, и в таких водоемах, как правило, имеются рыбы, способные поедать других (щука, судак, окунь, налим) либо их икру и личинок (ерш, плотва, верховка, уклейка, ротан и др.). Это обстоятельство вынуждает при проведении рыбоводных работ вселять в незаморные озера и неспускные пруды-водохранилища подрощенную молодь ценных рыб в возрасте 3-4 мес. (сеголетки сиговых рыб) или 1-1,5 лет (годовики и двухлетки карповых рыб), что всесторонне обсуждено и нормировано в справочной рыбохозяйственной литературе (Руденко и др., 1983; Рыжков, 1987; Козлов, 1998).

Биологическое качество посадочного материала оценивается как его физиологическая полноценность (возможность адаптироваться в определенной водной среде, развиваться и расти), так и его экологической выживаемость (возможность выжить в составе определенного рыбного населения нагульного водоема).

В озера и неспускные пруды, где обитают такие хищные рыбы, как окунь и щука, а среди мирных встречаются плотва, язь, верховка, уклейка, ерш, голянь, следует выпускать только подрощенный материал. Так, жертвой щуки может быть любая рыба, составляющая по размеру до 0,6-0,7 её длины, окуня – 0,3, плотвы, язя, верховки – 0,15-0,2 их длины. Ясно, что при плотном стаде местных рыб в незаморных озерах вселяемые личинки пеляди и даже мальки могут интенсивно выедаться.

Практика показывает, что при несоблюдении правил зарыбления незаморных озера местные рыбы выедают до 95-100% вселенной мелкоразмерной молоди. И, наоборот, при оптимальных размерах посадочного материала величина промыслового возврата может достигать 50-80%. Эмпирически оптимальная длина сеголетков и годовиков пеляди и других сиговых рыб, вселяемых в нагульные водоемы со сложным составом ихтиофауны, определена в 14-16 см, а масса – не менее 20-25 г.

Однако в ряде случаев посадочный материал может быть значительно меньшим, если позволяют экологические условия нагульного водоема.

## Нормативы по выращиванию пеляди в незаморных озерах

Биомасса зоопланктона (летняя), г/м <sup>3</sup>	Норма посадки сеголетков пеляди массой 20-25 г (шт./га)	Промысловый возврат товарной рыбы, %	Масса товарной пеляди, г	Выход товарной пеляди за год, кг/га
До 1,0	135	30	400	8-13
1,0-2,0	270	30	400	30-32
3,0-5,0	400	30	400	48-50

В частности, по данным Л.С. Прусевич и др. (1997), в оз. Сартлан (23 тыс. га) ежегодно вселяют 8-10 млн. сеголетков пеляди массой 7-10 г, подрощенных в соседнем выростном озере Малый Сартлан (490 га). По такой же схеме происходит многолетний нагул товарной пеляди в озерах Чаны (156 тыс. га), Убинское (40 тыс. га), расположенных в северо-западной части Новосибирской области (Иоганзен и др., 1994; Визер и др., 2001).

Ряд специалистов (Федоров, Костюченко, 1979; Решетников, Титова, 1983; Руденко и др., 1983; Рыжков, 1987) рекомендуют на озерах с хорошим газовым режимом и сложным составом рыбного населения использовать циклический и поточный методы выращивания крупной пеляди и других быстрорастущих рыб.

**Циклический метод выращивания товарной рыбы.** Этот метод наиболее эффективен в незаморных малых озерах площадью от 50 до 300-350 га, так как на таких водоемах легче проводить коренную и текущую мелиорацию. Зарыбляют такие озера преимущественно сеголетками пеляди из расчета состояния кормовой базы, прежде всего по зоопланктону (см. табл. 23). Срок циклического выращивания рыбы в зависимости от эколого-географической зоны и темпа роста вселенцев длится 1 или 2 нагульных периода. По завершении цикла выращивания товарную пелядь и местную рыбу интенсивно отлавливают тотальными приемами и способами промыслового лова, а водоем готовят для следующего зарыбления.

Циклический метод на малых озерах с использованием технологии прудового рыбоводства может сочетать удобрение водоема, рыхление ила, удаление излишней растительности и другие интенсифицирующие приемы. Выход товарной пеляди обычно превышает 80-100 кг/га, а в поликультуре с другими объектами товарного рыбоводства итоговый улов за цикл составляет 250-500 кг/га (Руденко и др., 1983; Мухачев, 1989; Руденко, 2000).

**Поточный метод выращивания товарной рыбы.** Этот метод применяют на незаморных озерах с разными биотопами. Их площадь может быть от 500-600 га до нескольких тысяч га. Зарыбляют озера молодью ценных рыб осенью (сиговые, нельма, судак) и весной (карповые). Важным регулирующим фактором метода является селективный отлов крупной товарной рыбы. При поточном методе товарной продукцией служат в основном трехлетки и старше. Одновременно выполняют технологические меры по сохранению младших возрастных групп от преждевременного вылова. Плотность посадки сеголетков пеляди в незаморные озера Северо-Запада, согласно имеющимся бионормативам (Руденко и др., 1983), а также на Урале и Западной Сибири (Мухачев, 1975), определяется исходя из состояния развития зоопланктона (табл. 23).

### 6.3. Использование кормовых ресурсов водохранилищ и водоемов комплексного назначения для выращивания крупной пеляди

Водохранилища на реках, особенно водоемы комплексного назначения (ВКН) с максимальными глубинами более 7-10 м, при определенных условиях можно использовать в качестве нагульных акваторий (пастбищная технология) для пеляди и других сиговых рыб.

Одним из немногих, но положительных примеров этому служит практика использования Рефтинского водохранилища в Свердловской области для выращивания крупной пеляди двух-, трех-летнего нагула. Его площадь равна 2,5 тыс. га, максимальная глубина 22 м при средней 5,4 м (Киселев, 1976). От 1 млн. подрощенных личинок здесь получали по 5 т товарной пеляди. Кроме Рефтинского водохранилища товарную пелядь по пастбищной технологии выращивали в Братском водохранилище (Иркутская обл.), Бухтарминском (Казахстан) и Ириклинском (Оренбургская обл.). На Верхнеуральском водохранилище площадью 7,8 тыс. га, расположенном на р. Урал в 25 км севернее Магнитогорска, пелядь культивируют с 80-х годов, для чего в нижнем бьефе построен небольшой инкубационно-личиночный сиговый цех, а для подращивания сеголетков – выростные пруды.

Пока же в большинстве регионов России, в связи с острым дефицитом жизнестойкого посадочного материала пеляди, её культивирование в водохранилищах не имеет промышленных масштабов.

Следует ожидать, что чрезвычайно большие производственные возможности этих водоемов по зоопланктону, в ближайшей перспективе будут использоваться для формирования товарной пищевой продукции на основе культивирования озерной формы пеляди.

#### 6.4. Нагульные пруды как база производства товарных двухлетков пеляди

Г.А. Головков (1955) на практике подтвердил гипотезу П.А. Дрягина (1933) о возможности эффективного выращивания товарной пеляди не только в озерах, но и в нагульных прудах как вместе с карпом, так и в поликультуре с другими быстрорастущими рыбами.

Согласно первым рекомендациям ГосНИОРХ (Головков и Кузьмин, 1963), двухлетний нагул товарной пеляди целесообразно проводить в больших (более 80-100 га) и глубоких прудах, максимальная глубина которых превышает 6-7 м. В течение 40 лет метод прудового выращивания товарных двухлетков пеляди был апробирован от Ленинградской области до Восточной Сибири, и везде показал высокую хозяйственную и экономическую результативность.

В частности, в прудовых хозяйствах многих административных территорий Северо-Запада выход товарных двухлетков пеляди средней массой 350-400 г составлял от 80 до 130 кг/га при общем выходе поликультуры 600 кг/га. В Новосибирской области и Алтайском крае прудовые хозяйства вместе с карпом выращивают товарную пелядь. При правильном подборе прудов и соблюдении технологии поликультуры карп+пелядь выход последней достигал 200-230 кг/га (Морузи, 1986; Иванова и др., 2002) при общем выходе товарной рыбы 700-1800 кг/га. Причем, товарная двухлетняя пелядь имеет массу 200-390 г.

Стабильно и достаточно много выращивают товарных двухлетков пеляди в Карасинском и Чесменском прудовых хозяйствах Челябинской области. Для этого там используют русловые и пойменные карповые пруды площадью от 80 до 170 га. В лучшие по климатическим и прочим экологическим условиям годы масса товарных двухлетков достигает 600-650 г, а выход с 1 га нагульных прудов до 150 кг/га. Причем, Чесменское прудовое хозяйство ежегодно, начиная с 60-х годов прошлого столетия, поставляет в Аракульский сиговый рыболовный завод по несколько тысяч двухлетних особей пеляди массой 300-400 г/шт. для получения икры и пополнения местного маточного стада.

В.И. Козлов (1998) также приводит для условий европейской части России убедительные факты высокорентабельного культивирования товарной пеляди и других сиговых в нагульных прудах, имеющих глубокие участки (зоны), где вода в летнее время не прогревается выше 20°C. Зарыбляют обычно нагульные карповые пруды (при отсутствии мелкой посторонней рыбы) личинками пеляди по 1-1,5 тыс. шт./га и годовиками карпа и других рыб. Процесс выращивания длится два вегетационных сезона. В итоге получают трех-

летнего карпа массой 1-1,2 кг/шт. и более и двухлетнюю пелядь средней массой 400-500 г.

#### 6.5. Отлов товарной пеляди

На Урале и Западной Сибири для отлова товарной пеляди, выращиваемой в заморных и незаморных озерах, используют методы промышленного рыболовства, включающие традиционные закидные озерные невода, ставные сети, а также модернизированные ставные невода, новые способы лова на основе физических раздражителей и новых технических средств концентрации рыбы. Пелядь, выращенную в нагульных прудах, обычно отлавливают с помощью рыбоуловителя (рис. 18), являющимся обязательным компонентом каждого рыболовного пруда, поскольку она первая выходит из пруда в начале сброса воды.

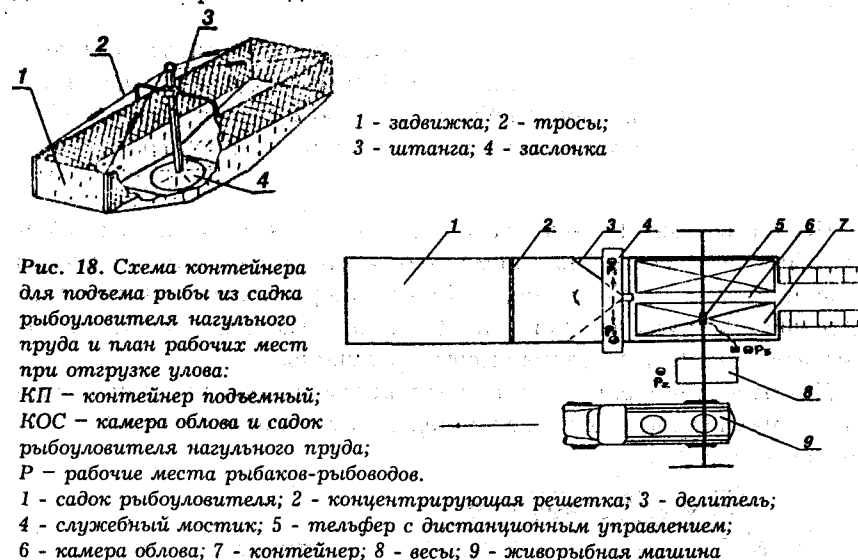


Рис. 18. Схема контейнера для подъема рыбы из садка рыбоуловителя нагульного пруда и план рабочих мест при отгрузке улова:

КП – контейнер подъемный;  
КОС – камера облова и садок рыбоуловителя нагульного пруда;  
Р – рабочие места рыбаков-рыбоводов.  
1 – садок рыбоуловителя; 2 – концентрирующая решетка; 3 – делитель;  
4 – служебный мостик; 5 – тельфер с дистанционным управлением;  
6 – камера облова; 7 – контейнер; 8 – весы; 9 – живорыбная машина

Отлов небольших партий товарной пеляди из нагульных прудов можно производить с помощью ставных сетей или закидного невода.

##### 6.5.1. Зимний закидной невод

Казанский озерный рыбозавод, располагающий преимущественно заморными озерами, отлавливает товарных сеголетков пеляди после ледостава зимними закидными неводами длиной до 800 м. Причем одновременно на озере может работать два невода или три (рис. 19). Благодаря тотальному облову озер увеличивается процент отлова выращенной рыбы и снижается ее себестоимость.

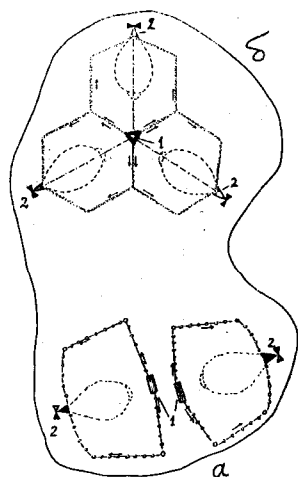


Рис. 19. Схема группового неводного лова на озерах Казанского рыбозавода:

а - двумя неводами; б - тремя неводами;  
1 - запускная майна;  
2 - выборка-притонение

При такой схеме вылова выращенной пеляди общий улов за день составляет 18-20 т. По завершении работы закидных неводов в декабре-январе озера «зачищают» с помощью турбоаэраторов и вен-терей, благодаря чему в озере не остается ценной сиговой рыбы.

### 6.5.2. Ставной невод

Первыми ставной невод на озерах Зауралья применили рыбаки Челябинскрыбпрома. Они заимствовали его у азовских рыбаков в начале 70-х годов (Флейшер, 1975), что в 3 раза повысило производительность труда по сравнению с сетным отловом, а также технологическое качество товарной рыбопродукции.

Для отлова пеляди и других сиговых рыб используют однокотловые и двухкотловые невода с размером котла 6x8 м и длиной крыла до 150 м (рис. 20).

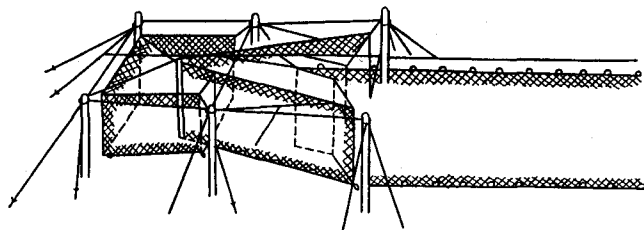


Рис. 20. Ставной невод

При облове озер с площадью более 1 тыс. га с помощью нескольких ставных неводов их ориентируют в одну линию, обеспечивая равномерный вылов постоянно движущейся по окружности озера сиговой рыбы.

### 6.5.3. Ставные сети

Ставные сети, установленные в мелководных озерах карасевого типа, в которых выращивают пелядь, представляют собой селективные и уловистые орудия лова. Однако жаберные сети сильно портят продукцию при её извлечении из сетей, не позволяя получать сиговую рыбу высокого товарного качества.

Недостатки сетного лова обусловлены:

- высокой степенью трудоемкости по сравнению с неводным и невозможностью применения методов механизации;
- качество рыбы, выловленной сетями, как правило, ниже неводного способа лова;
- невозможность эффективного контроля количества улова при бригадной организации труда.

Крупная пелядь – товарные двухлетки и трехлетки лучше сохраняются при использовании сетей в условиях пониженных температур воды, но все же сетной метод целесообразен при отлове небольших партий пеляди. Качественная продукция из сеголетков и крупной пеляди получается при использовании для ее отлова неводов и ловушек типа венгеря или котца.

### 6.5.4. Метод тотального облова озер

Малые озера на Северо-Западе европейской части России, используемые для выращивания товарной пеляди и другой рыбы, облавливают по методу, разработанному специалистами ГосНИОРХ, за один замет закидным неводом длиной более диаметра водоема (рис. 21).

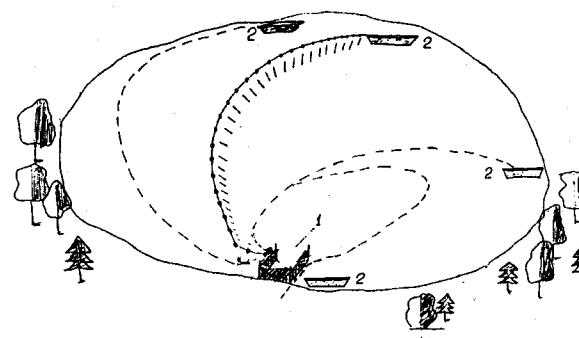


Рис. 21. Схема работы тотального невода при облове малых озер:  
1 - ловушка;  
2 - последовательные положения бежного конца невода

При хорошем обеспечении средствами механизации и плавсредствами средняя промысловая рыбопродукция возрастает в несколько раз, так как появляется возможность одновременного отлова 85-90% имеющейся товарной рыбы, а благодаря селективности орудия лова молодь остается для нагула в следующем вегетационном сезоне (Руденко, 1983; Слинкин, Маркин, 1989).

### 6.5.5. Секторный метод интенсивного облова озер

В Карелии и соседних с ней территориях на малых озерах со сложным рельефом дна, используемых для товарного сигаводства, применяют секторный метод интенсивного отлова рыбы (Маркин, 1977, 1983; Рыжков, 1987). Сущность метода заключается в поэтапном делении водоема на отдельные секторы при помощи сетных (из мелкоячейной дели) заграждений, ограничивающих переход рыбы из одного сектора в другой (рис. 22).

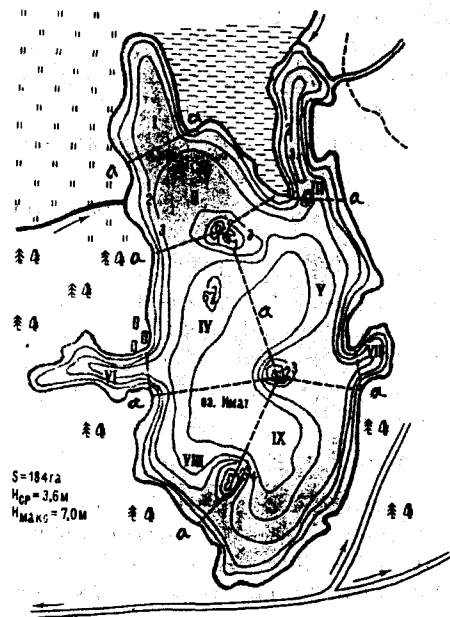


Рис. 22. Схема деления озера на секторы для неводного облова:  
а - сетные заграждения;  
I-IX - секторы (по Л.П. Рыжкову, 1987)

Метод позволяет облавливать озера с интенсивностью вылова до 90%, сокращать сроки облова и трудоемкость отлова выращенной рыбы.

### 6.5.6. Лов вентером с применением искусственного течения

Вентерь больших размеров (диаметр 1 м, длина 6-8 м) с направляющими крыльями и отцепным кутком (рис. 23), установленный на течении, созданном потокообразователем, представляет модернизированный и механизированный способ отлова пеляди в заморных карасевых озерах со значительными отложениями ила и наличием жестких зарослей макрофитов – тростника, рогоза.

Ловильный комплекс включают в работу после ледостава при снижении кислорода в воде до 3-4 мг/дм<sup>3</sup> (Слинкин, Маркин, 1989). После создания зоны, насыщенной кислородом в виде большой промоины (полыньи), рыба концентрируется в ней и вокруг нее. Периодически – два раза в сутки – отцепной куток поднимают с помощью бесконечной веревки и каплера.

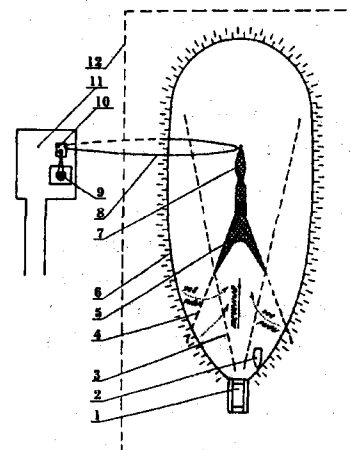


Рис. 23. Схема лова рыбы вентером с применением потокообразователя на акватории озера заморного типа (по Слинкину, 1996):

- 1 - потокообразователь; 2 - лодка; 3 - линия нулевой скорости; 4 - оттяжка; 5 - гидродинамический вентерь; 6 - граница открытой воды; 7 - отцепной куток; 8 - бесконечная веревка; 9 - каплер; 10 - выгрузочная майна; 11 - площадка для морозки рыбы; 12 - веревочное ограждение с флажками

Механизм поведения озерной пеляди при попадании в поток, направленный в ловушку – ставной фитиль (вентерь), представляется следующим образом: осенью при охлаждении воды до 5-6°С стаи пеляди начинают интенсивное круговое движение вдоль берега озера против часовой стрелки, что многократно подтверждено уловами ставных сетей на разных водоемах (Слинкин, 1992). В это время вода насыщена кислородом в поверхностном метровом слое до 13-14 мг/дм<sup>3</sup>. Затем в конце декабря при снижении кислорода до 4,5-5 мг/дм<sup>3</sup> стаи пеляди подходят ближе к зоне аэрации, создающим потокообразователем или турбоаэратором два круговых потока (левый и правый) вдоль струи искусственного течения. Вхождение в поток озерной пеляди, завершающийся заходом в ловушку, происходит лишь через несколько дней, когда рыбы определенной стаи «устанут» сопротивляться циркулирующему потоку воды, либо, что точнее, «решатся» на миграцию в «речную среду» с повышенным содержанием кислорода.

Анализ размерно-весовых показателей обособленных стай на озерах Андреевское, Байнауш и других свидетельствует о том, что вначале подходят и залавливаются наиболее крупные особи товарных сеголетков пеляди из имеющихся на данный момент в озере. Затем залавливаются (заходят) особи с несколько меньшими размерами.

Практика применения большого вентера с потокообразователем, например, на оз. Андреевском (1950 га) вблизи Тюмени, в котором выращивали товарных сеголетков пеляди, позволяет отметить следующие особенности. В ноябре-декабре, когда содержание кислорода в воде за пределами зоны аэрации постепенно снижается до 7-8 мг/дм<sup>3</sup>, пелядь к струе потока, создаваемого техникой, не подходит. В начале января при снижении концентрации кислорода до

4,5 мг/дм<sup>3</sup> сеголетки приближаются к зоне аэрации воды и заходят в ловушку в количестве 300-500 кг за ночь. Днем заходят лишь единичные особи. При дальнейшем снижении кислорода на всей акватории озера до 2-2,5 мг/дм<sup>3</sup> вся пелядь, имеющаяся в водоеме, сосредоточивается в аэрируемой зоне и ежесуточно залавливается в два вентера (диаметр обруча 1,2 м) по 3-5,5 т.

При дальнейшем снижении содержания кислорода вне зоны аэрации до 1-1,5 мг/дм<sup>3</sup> уловы сеголетков пеляди резко снижаются и при падении содержания кислорода до 0,5-0,6 мг/дм<sup>3</sup> прекращаются. Это свидетельствует (на основе многократных проверок), что товарных сеголетков в нагульном озере заморного типа больше нет.

Одновременно удалось обнаружить поведенческо-биологическую закономерность, стабильно повторяющуюся каждый год при тотальном отлове товарных сеголетков пеляди из нагульных озер карасевого типа с помощью вместительного вентера.

Оказывается, что одна стая пеляди («элементарная популяция» по Н.В. Лебедеву, 1967) состоит из особей, буквально не отличающихся друг от друга по длине и весу, а общая масса всей стаи составляет примерно от 500 до 600 кг. Причем, буквально в этот же день или на другой залавливается другая стая, но особи, которых несколько больше или меньше предыдущей по длине и массе (индивидуальному весу). Диапазон различий может достигать по длине 8-20 мм, а массе 20-70 г.

Интересно и то, что в самый последний завершающий промысел день заходит в вентер (один из них) стая массой 100-150 кг, представленная сеголетками-фенодевиантами, имеющими дефекты в развитии (искривление позвоночника, отсутствие глаза или глаз, отсутствие брюшных плавников, недоразвитие жаберных крышек и т. п.). Казалось бы, что им труднее противостоять водному потоку, но они «вынуждены» соблюдать иерархию поведения в одновидовом сообществе и движутся в необходимом направлении после ската более крупных и сильных рыб.

Наши наблюдения (Быков, Мухачев, 1994) подтверждают формирование экологически обособленных групп (стай) у товарных сеголетков пеляди озерной формы, отличающихся друг от друга незначительными различиями по длине и массе. Ранее более подробно данное явление описано Г.И. Огурцовым (1981) на примере поведения прудового карпа.

#### 6.5.7. Лов пеляди с помощью центробежного насоса

В Тобольском районе Тюменской области высокую эффективность показал способ Г.П. Кугаевского по отлову пеляди котцовой

ловушкой с применением центробежного насоса (передвижной насосной станции типа СНП-50/40). На оз. Андреевское (7,6 тыс. га) лов рыбы начинают по данной технологии при снижении концентрации кислорода в воде до 2,1-2,3 мг/дм<sup>3</sup>. Производительность по вылову товарных сеголетков пеляди массой 60-80 г составляет в среднем 1 т за 4 часа работы ловильного комплекса (рис. 24).

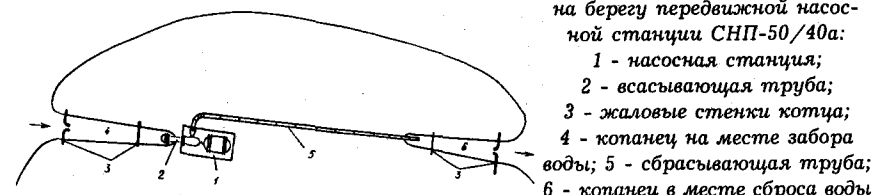
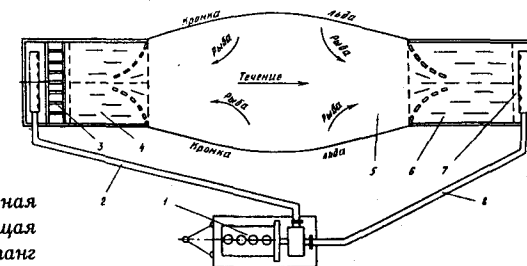


Рис. 24. Схема расположения на берегу передвижной насосной станции СНП-50/40а:

- 1 - насосная станция;
- 2 - всасывающая труба;
- 3 - жаловые стенки котца;
- 4 - копанец на месте забора воды;
- 5 - сбрасывающая труба;
- 6 - копанец в месте сброса воды;

Рис. 25. Схема лова в озерах с применением двух ловушек и центробежного насоса:

- 1 - передвижная насосная станция;
- 2 - нагнетающий шланг;
- 3 - гаситель турбулентного потока;
- 4 - водосбросная ловушка;
- 5 - зона открытой воды;
- 6 - водозаборная ловушка;
- 7 - рыбозадерживающая решетка;
- 8 - всасывающий шланг



Модернизация этого принципа осуществлена Н.П. Слинкиным и С.А. Пирожковым (рис. 25). Отличие состоит в переносе ловушки в глубь озера, что существенно увеличивает уловистость за 1 час работы агрегата.

#### 6.5.8. Отлов пеляди котцовой ловушкой

Выращенных товарных сеголетков пеляди в сточных озерах карасевого типа эффективно отлавливать на вытоке. Для этого в рыботорварных хозяйствах Кондинского, Уватского, Тобольского и Вагайского районов Тюменской области сооружают котцовые запоры (рис. 26).

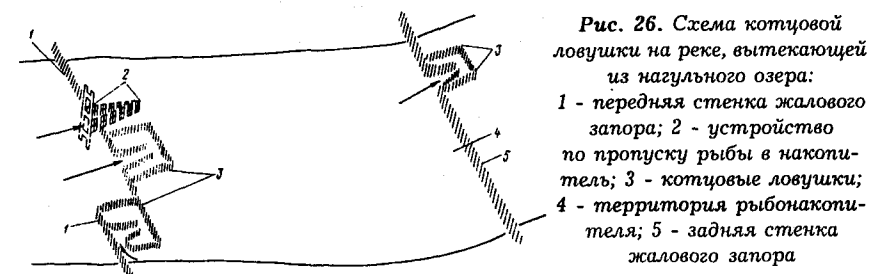


Рис. 26. Схема котцовой ловушки на реке, вытекающей из нагульного озера:

- 1 - передняя стенка жалового запора;
- 2 - устройство по пропуску рыбы в накопитель;
- 3 - котцовые ловушки;
- 4 - территория рыбонакопителя;
- 5 - задняя стенка жалового запора

Начиная с конца сентября сбрасывают через гидротехническое сооружение накопленный за лето дополнительный объем воды, который, как правило, составляет по высоте 0,3–0,7 м. Благодаря усиленному стоку происходит активная миграция рыбы из нагульного озера, и пелядь концентрируется в рыболовном устройстве. Точно так же отлавливается и местная рыба, использующая для нагула кормовую базу евтрофных озер.

### 6.5.9. Отлов малоценной рыбы – пищевых конкурентов пеляди в озерах

Для отлова излишней малоценной мелкой рыбы – окуня, ерша, плотвы, проникающих по водотокам в карасевые озера таежной зоны Урала и Западной Сибири, разработан и внедрен простой и доступный способ с использованием универсальной ловушки (Слинкин, Пожидаев, Гридин, 1998), позволяющей отлавливать мигрирующую речную рыбу в озера весной и осенью (рис. 27).

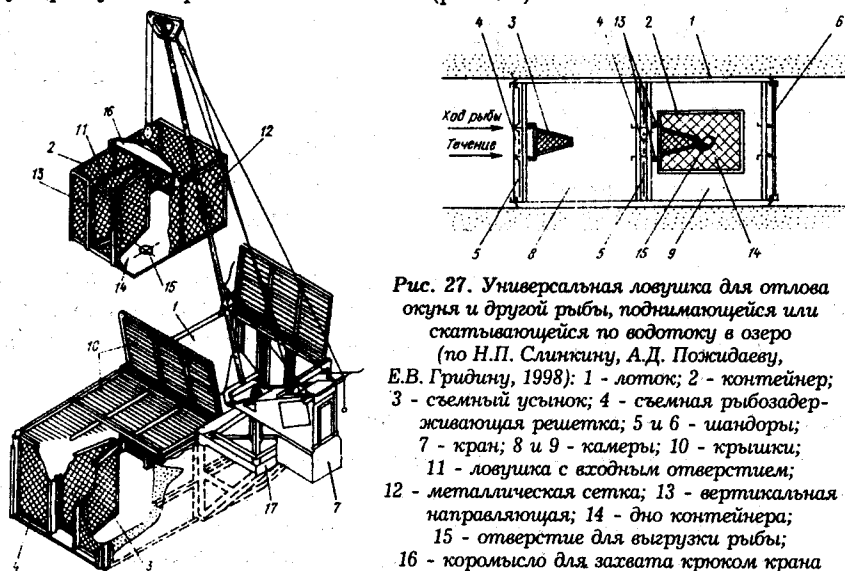


Рис. 27. Универсальная ловушка для отлова окуня и другой рыбы, поднимающейся или скатывающейся по водотоку в озеро (по Н.П. Слинкину, А.Д. Пожидаеву, Е.В. Гридину, 1998): 1 - лоток; 2 - контейнер; 3 - съемный усынок; 4 - съемная рыбозадерживающая решетка; 5 и 6 - шандоры; 7 - кран; 8 и 9 - камеры; 10 - крышки; 11 - ловушка с входным отверстием; 12 - металлическая сетка; 13 - вертикальная направляющая; 14 - дно контейнера; 15 - отверстие для выгрузки рыбы; 16 - коромысло для захвата крюком крана

Использование ловушек на озерах Тюменской области подтверждает простоту конструкции, удобство в обслуживании, незначительные затраты времени на установку и демонтаж, возможность регулирования скорости течения перед входом в ловушку, а также повышения уровня воды в самой ловушке, что позволяет применять ее как для отлова нежелательных малоценных рыб в культурных рыботорварных хозяйствах, так и при отлове любой мигрирующей рыбы в обычном промысловом режиме.

### 6.5.10. Отлов сиговых рыб близнецовым тралом

На больших озерах Новосибирской области применяют электроловильные комплексы на основе близнецовых тралов (рис. 28).

Производительность труда и интенсивность отлова по сравнению с закидным неводным ловом возрастает в 2,5–3 раза. Величина улова за одно промысловое усилие зависит от концентрации рыбы и ее активности, а это зависит от сезонных и суточных миграций рыб и обусловлена в значительной мере метеорологическими условиями.

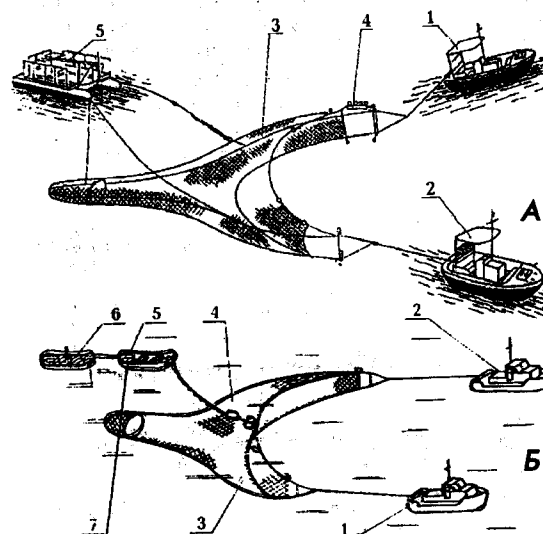


Рис. 28. Схема лова рыбы: А – с применением катамарана: 1, 2 - буксирные суда; 3 - близнецовый трал; 4 - импульсный генератор; 5 - катамаран КПБ-2; Б – с применением электроловильного комплекса ЭЛУ-6: 1, 2 - буксирные суда; 3 - трал близнецовый с электрооснасткой; 4 - импульсный генератор; 5 - блок управления с электралебедкой для подъема трала; 6 - бензоагрегат; 7 - лодки ЛПХ-4,6 «Ламинифил»

### 6.5.11. Применение электрогона для облова стариц

Электрогоны являются передвижными средствами электролова рыбы. Для отлова пеляди и другой рыбы, выращиваемой в старицах и подобных им вытянутой формы водоемах, эффективно применять принудительное перемещение рыбы. Специалистами СибрыбНИИпроект разработан и апробирован электрорыбогон (рис. 28), установленный на небольшом плотике и протягиваемый вдоль узкого водоема – старицы (Мякишев, 1995, 1996). Схема его применения представлена на рисунке 29.

## ГЛАВА 7. ФОРМИРОВАНИЕ И СОДЕРЖАНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ МАТОЧНЫХ СТАД ПЕЛЯДИ

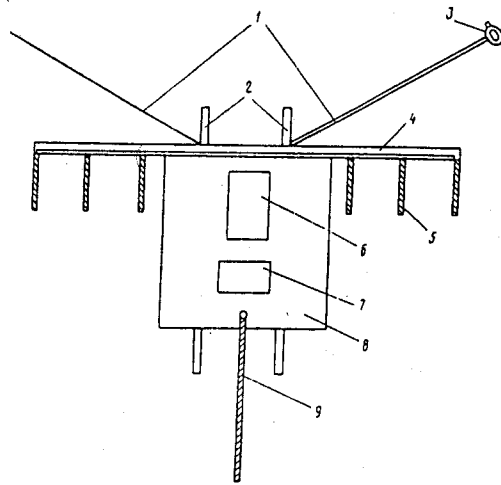


Рис. 29. Электрорыбобгон на плотике из пенопласта (по В.А. Мякишеву, 1995):  
 1 - вожжаки; 2 - ручки плотика;  
 3 - ручка с кнопкой дистанционного управления генератором;  
 4 - деревянная штанга;  
 5 - анодные электроды;  
 6 - генератор униполярных импульсов; 7 - аккумулятор;  
 8 - плотик из пенопласта;  
 9 - электрод-катод

### 7.1. Научные основы прогресса сиговодства

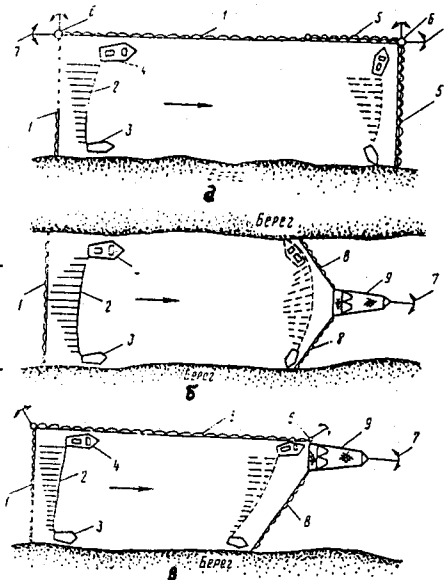
Товарное сиговодство в России, основу которого в настоящее время составляет культивирование пеляди, способно эффективно развиваться при условии создания зональных и областных рыбопитомников – племрепродукторов по искусственному воспроизводству сиговых рыб (Богерук, 2001), координируемых Федеральным селекционно-генетическим Центром сиговодства.

Вопрос о формировании и эксплуатации маточных стад пеляди, как ведущему в товарном рыбоводстве в соответствии с научными обоснованиями, давно является предметом обсуждения специалистов (Головков, 1956; Мухачев и др., 1977; Кутаевская, 1978; Руденко и др., 1983; Андрияшева, 1986; Рыжков, 1987; Решетников и др., 1989).

В частности, Г.А. Головков (1978), Н.Н. Малашкин (1978), В.Д. Богданов (1997), М.А. Андрияшева (1988), А.П. Новоселов (1999, 2001) предусмотрительно и весьма объективно советуют прекратить ориентацию хозяйственников на заготовку икры пеляди, равно как и других сиговых, для нужд товарного сиговодства от диких популяций во время их нерестовых скоплений и миграций. Такое направление в большинстве случаев нарушает стабильность естественных популяций сиговых и часто нерентабельно. Оно сильно зависит от стихийных природных факторов и одновременно подрывает естественное воспроизводство и плановую основу племенного сиговодства, так как создает иллюзию обилия и дешевизны получения икры от естественных популяций сиговых для рыболовных целей на промысловых тонях Печоры, Оби, Северной Сосьвы, Енисея, Лены и других водоемах. Получают чрезвычайно разнокачественный материал, пригодный лишь для «вала» сиговой продукции, но выживаемость и рыболовно-биологическое качество от такой системы заготовки икры зачастую низкое.

В итоге экономические результаты рыбоводства от диких популяций существенно ниже по сравнению с товарной продукцией от элитного племенного рыбопосадочного материала (Федоров, 2002). К тому же без учета принципов генетического наследования и применения основ селекционно-племенного дела на подобных базах сбора икры довольно часто вместе содержат однородные группы рыб, ис-

Рис. 30. Промысловые схемы (а, б, в) облова локальных скоплений рыб сетными орудиями лова с применением импульсного электрорыбобгона ИЭРГ-500 (по В.А. Мякишеву, 1995):  
 1 - рамовая одностенная сеть;  
 2 - электродная система; 3 - промысловая лодка; 4 - генераторная лодка;  
 5 - двухстенная ромбическая сеть;  
 6 - гундера; 7 - якорь;  
 8 - крыло невода;  
 9 - мотня невода со спаренным усынком; → - направление перемещения электрорыбобгона



пользуя малопродуктивных особей пеляди. Еще хуже дела обстоят с позиций генетики, когда в сиговые инкубационные цехи с баз сбора икры (речных, озерных, прудовых) завозят одновременно представителей озерной, речной или озерно-речной форм пеляди.

Такие «вольности» ничего, кроме засорения генофонда естественных популяций, не создают. Наоборот, потомки непродуманной гибридизации впоследствии засоряют рыбохозяйственные водоемы инбредными особями с вырождающимися биологическими и рыбо-товарными качествами. Этому служат достоверные свидетельства вырождения пеляди при ее бесконтрольном разведении во многих регионах нашей страны (Андряшева, 1988).

Вырождение, проявление инбредной депрессии у пеляди при близкородственном разведении характеризуется снижением выживаемости эмбрионов, повышением изменчивости однородности икринок у самок, увеличением доли самцов среди производителей инбредных потомств, достигая ненормальных соотношений, например, 1,0 самок и 1,7 самцов при оптимуме 1:1. Лишь внедрение методов племенного дела в сиговодство, в том числе и в процесс создания и эксплуатации управляемых маточных стад пеляди, позволяет качественно решать задачи реального повышения продуктивности культивируемых групп рыб и общих уловов при разных методах товарного рыбоводства.

Важно и то, что от маточного стада пеляди, содержащегося в пруду или в специально подготовленном озере, получают от одинакового количества производителей икры в 4-5 раз больше и лучшего качества, нежели от рыб, изымаемых во время промыслового лова на миграционных путях. На рыбоводных базах, оборудованных бассейнами и садками с проточной водой, насыщенной кислородом до 10-12 мг/дм<sup>3</sup>, от 100 кг производителей (соотношение самок и самцов 1:1) получают от 2 до 8 млн. икринок хорошего рыбоводного качества, а без бассейнов – всего 0,5-0,6 млн. икринок. Причем, в первом случае до 80% производителей в живом виде выпускают обратно в маточный водоем на повторное (следующее) созревание. Во втором – вся пелядь изымается как товарная продукция, чем подрывается основа для стабильного обеспечения хозяйства продуктивными производителями.

Таким образом, в современный период развития сиговодства целесообразно осваивать и внедрять методы селекционно-племенной работы, направленной на повышение продуктивных качеств культивируемой пеляди в каждом из регионов России.

### 7.1.1. Требования к содержанию производителей в селекционно-племенных центрах

Работа по формированию и содержанию племенного стада повышенной продуктивности в условиях управляемого режима прудового хозяйства-репродуктора проводится в следующей технологической последовательности (Андряшева, 1988; Богерук, 2001).

1. При подборе производителей для получения племенного потомства пеляди необходимо:

- брать рыб известной генеалогии только здоровых, готовых к нересту (созревших) рыб с высокими показателями качества икры и спермы;
- не использовать рыб разных форм (речная, озерная), гибридного или неясного происхождения;
- начинать формирование продуктивного маточного стада следует с оптимального достаточного количества – не менее 100 самок и 100 самцов;
- в течение всего нерестового периода применять групповой метод – примерно по 8-10 разнополых производителей;
- при получении зрелых половых продуктов от самок и самцов добиваться синхронизации вылупления личинок от разных партий оплодотворенной икры, но собранных за один-два дня рыбоводного процесса;
- формировать высокую гетерогенность создаваемого маточного стада на основе равномерного использования личинок от всех сроков их вылупления.

2. Процесс формирования продуктивного племенного стада пеляди проводить в следующей последовательности:

- зарыблять племенными личинками одновременно нескольких выростных прудов, используемых только для селекционно-племенной работы;
- постоянно контролировать динамику роста сеголетков и проводить отбор 50% с лучшими племенными качествами для следующего выращивания в ремонтном стаде;
- осуществлять отбор не более 40% годовиков от общего количества, имеющих наибольший вес, превышающих и соответствующих средней массе ремонтной молодежи;
- содержать двухлетков и более старших групп рыб в условиях полностью управляемых прудов с качественной водой во все сезоны года и достаточной кормовой базой во избежание замедления роста и созревания будущих производителей.

3. Оптимизировать количество племенного ремонтно-маточного

стада пеляди за счет селекционируемого пополнения на основе биологической зависимости плодовитости самок от массы тела и величины общего количества икры, необходимой для получения в племенном хозяйстве в ближайшие годы.

Например, для стабильной работы племенного маточного стада, способного обеспечить получение 100 млн. икры, необходимо 3 тыс. самок и не менее 2,5 тыс. самцов средней массой 650-700 г (от 500 до 900 г). Пополнение такой численности основного маточного стада пеляди требует наличие ремонтных групп, селекционно-генетическим базисом которых является ежегодное культивирование племенных сеголетков в количестве 0,6-1,0 млн. шт.

При формировании и эксплуатации племенного маточного стада недопустимо сокращение числа производителей, используемых при воспроизводстве следующего поколения, то есть необходимо строго придерживаться методических требований селекционно-племенного дела (Богерук, 2001), а в целом использовать пример показателей породы «Ропшинская пелядь», созданной и культивируемой более 30 лет в Ленинградской области (табл. 24), которая явно преуспела пелядь из естественных озерных популяций.

Итак, выгода от селекции пеляди очевидна, но внедрение племенной работы в отечественное сиговодство, включая культивирование пеляди, реализуются медленно, поэтому в настоящее время важно создать практические предпосылки к увеличению количества управляемых маточных стад в каждой из административных территорий России, где целесообразно выращивать товарную пелядь.

Таблица 24

Характеристика исходного и селекционного стада пеляди (по А.К. Богеруку и др., 2001)

Признаки	Ропшинская пелядь		Ендырская пелядь	
	M±m	CV, %	M±m	CV, %
Масса тела, г	790,0±12,5	13,3	406,2±7,10	17,0
Масса тела без икры, г	634,0±8,60	6,17	346,0±6,80	16,9
Длина тела, см	33,5±0,20	3,7	30,6±0,19	6,0
Высота тела, см	9,9±0,10	5,4	8,3±0,05	6,0
Толщина тела, см	-	-	2,89±0,03	8,4
Коэффициент упитанности	2,05±0,024	7,2	1,5±0,01	7,9
Рабочая плодовитость, тыс. шт.	47,6±1,54	16,3	20,8±0,89	40,7
Относительная плодовитость, шт./га	75,0±1,84	12,4	53,1±1,96	34,7
Диаметр овулировавших икринок, мм	1,88±0,010	2,5	1,88±0,001	3,7

### 7.1.2. Зональные комплексы по воспроизводству пеляди

На Урале, Западной Сибири, используя действующие инкубационно-личиночные цехи Аракульского, Аргазинского, Верхнеуральского, Ириклинского, Новосибирского, Первоозерного, Таватуйского, Тобольского, Шершневского и расположенных рядом с ними полносистемных прудовых хозяйств, рекомендуется осуществить создание зональных селекционных и производственных сиговых рыбопитомников, которые будут способны продолжить культивирование высокопродуктивных элитных маточных стад пеляди и других сиговых рыб.

В частности, в Тюменской, Челябинской, Новосибирской областях имеются искусственно сформированные и длительное время эксплуатируемые маточные стада пеляди общей мощностью 400-450 млн. шт. икры, но состав производителей в них разного происхождения, малопродуктивен, поскольку ни на одном из них не применяют современные генетико-селекционные основы племенного дела. По показателям продуктивности все они уступают ропшинской пеляди на 35-50%. А это явно упущенная крупная выгода для районных и областных рыботороварных предприятий.

Первый этап работы по созданию зональных продуктивных элитных маточных стад пеляди заключается в осуществлении квалифи-

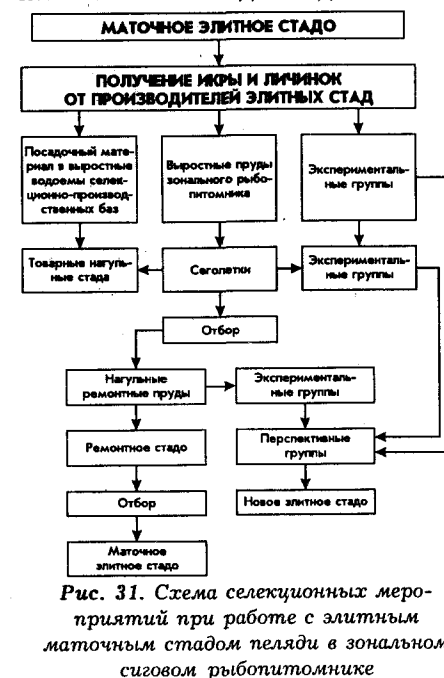


Рис. 31. Схема селекционных мероприятий при работе с элитным маточным стадом пеляди в зональном сиговом рыбопитомнике

рованного отбора групп из природных популяций, например, из оз. Ендырь Тюменской области, на основе различных генетико-селекционных параметров будущего элитного маточного стада (коэффициенты наследуемости и повторяемости, генетическая структура стада, рыбоводно-биологическая характеристика особей и т. п.).

Уже на первом этапе в каждом зональном рыбопитомнике должны быть в наличии и содержаться отдельно не менее трех выборок пеляди для ускорения процесса формирования стада нужной ориентации. Схема работ в зональном пеляжьем рыбопитомнике приведена на рисунке 31.

Полученная от производителей элитного стада икра должна инкубироваться на селекционной станции рыбопитомника, здесь же производится подращивание личинок и жизнестойкой молоди и ремонт для включения в продуктивное маточное стадо. Структура зонального селекционного сигового рыбопитомника должна включать следующую производственную базу, принимаемую за оптимальную: выростные пруды, нагульно-зимовальные пруды, маточно-зимовальные пруды, экспериментальные пруды, карантинные пруды, инкубационный цех, цех выдерживания и подращивания личинок, цех живых кормов, рыбоводный цех с бассейнами для временного содержания производителей и молоди, лабораторно-административное здание, хозяйственную часть и вспомогательные службы.

Для успешного функционирования зонального селекционного рыбопитомника на 3-3,5 тыс. элитных производителей, способного производить ежегодно не менее 100 млн. шт. икры и 5-6 млн. подрощенных личинок достаточно 115 га рыбоводных прудов разных категорий и бассейновое хозяйство на 0,6 тыс. м<sup>2</sup> в укрытии облегченного ангарного типа. Их перечень и площадь указаны в таблице 25.

Таблица 25

Примерная структура прудово-бассейнового комплекса зонального селекционного сигового рыбопитомника

Назначение прудов и бассейнов	Общая площадь
<b>Производственные пруды</b>	
Маточно-зимовальные пруды	15,0 га
Нагульно-зимовальные пруды	78,0 га
Выростные пруды	18,0 га
Экспериментальные пруды	2,5 га
Карантинные пруды	1,5 га
Всего	115,0 га
<b>Бассейновое хозяйство</b>	
Зимовальные бассейны для сеголетков	100 м <sup>2</sup>
Бассейны для временного содержания производителей	80 м <sup>2</sup>
Экспериментальные бассейны	220 м <sup>2</sup>
Лотки для подращивания личинок	200 м <sup>2</sup>
Всего	600 м <sup>2</sup>

Благодаря деятельности одного (каждого) зонального селекционного сигового рыбопитомника можно будет ежегодно передавать в обслуживаемые им озерные и прудовые производственные маточные стада по 70-75 млн. личинок элитных групп пеляди. На этой основе производственные маточные стада пеляди, входящие в систему зонального рыбопитомника, смогут ежегодно производить по 600-700 млн. шт. икры продуктивных отселекционированных групп пеляди, что и станет фактором устойчивого прогресса сиговодства и увеличения уловов ценной рыбы.

## 7.2. Производственные маточные стада пеляди с обустроенными базами сбора икры

Создание на Урале и в Сибири филиалов селекционно-генетического Центра сиговодства – вопрос важный и перспективный. Здесь на практике с 60-х годов XX столетия воспроизводство пеляди осуществляется по схеме: формирование маточных стад в прудах или озерах; интенсивная работа баз по временному резервированию производителей пеляди и получению рыбоводной икры, транспортировка оплодотворенной икры на сиговый рыбоводный завод и размещение её в инкубационном цехе, процесс инкубации икры; получение личинок, их выдерживание и подращивание в личиночном цехе.

В дальнейшем технология культивирования пеляди (и других сиговых) заключается в транспортировке личинок к местам выращивания жизнестойкой молоди либо товарной рыбы.

Производственные маточные стада пеляди с обустроенными базами сбора икры формируют в прудовых или озерных хозяйствах. На реках Сибири – Оби, Северной Сосьве, Енисее, Лене резервирование производителей пеляди и других сиговых рыб осуществляются во время промыслового лова мигрирующих нерестовых стад, используя временные пункты сбора икры для рыбоводных целей.

Следовательно, вначале целесообразно спланировать специфику технологических аспектов эксплуатации маточных водоемов, работу по резервированию производителей пеляди на прудовых, озерных и речных базах сбора икры, основы биотехники искусственного осеменения икры, подготовки ее к транспортировке и загрузке в инкубационные аппараты, а затем работу инкубационного и личиночного цехов специализированного сигового рыбоводного завода (предприятия).

### 7.2.1. Прудовый метод

Технологию создания и содержания маточного стада пеляди в прудовых хозяйствах обосновал и разработал Г.А. Головков. Для этой цели используют просторные и глубокие нагульные карповые пруды, где пелядь обеспечена естественным кормом. Пруды для круглогодичного содержания производителей должны иметь обширную акваторию – порядка 50-100 га, средняя глубина 4-6 м, максимальная 7-10 м, что позволит пеляди благополучно переносить дни наивысшего прогрева воды в летнее время, так как в глубокой зоне температура воды будет на 3-4 градуса ниже, чем на поверхности, то есть в пределах 20-23°C. Степень проточности пруда большого значения не имеет, но содержание кислорода в воде должно быть не менее 6-

7 мг/дм<sup>3</sup>. Пелядь всех возрастных групп, культивируемая вместе с карпом в обширном нагульном пруду, легко отлавливается, так как выходит из спускаемого пруда раньше карпа. С целью устранения травматизации, производителей пеляди концентрируют с помощью делевых завесок, устанавливаемых перед водосбросным сооружением – монахом, направляя их в рыбоуловитель.

Процесс выращивание производителей пеляди в полносистемном прудхозе начинается с выращивания крупных сеголетков, их зимовке, пересадке в нагульные пруды. Умелое использование биопродукционных возможностей нагульных прудов позволяет выращивать двухлетков пеляди массой 300-500 г. Однако для получения икры высокого рыбоводного качества лучше использовать рыб в трехлетнем возрасте (2+) и старше, поскольку икра у впервые созревающих особей двухлетнего возраста зачастую дает очень высокий процент отхода (Головков, Кузьмин, 1963; Мухачев, 1965; Кугаевская, 1978; Андрияшева, 1988; Феклов, 1997).

В конце сентября - октябре из нагульных прудов пелядь аккуратно, без травмирования отлавливают и пересаживают в прудово-садковую базу с независимым водоснабжением для дозревания, имея в виду начало нереста пеляди озерной формы со второй половины ноября до середины декабря.

С этого времени производителей просматривают и рассаживают самцов и самок отдельно. При охлаждении воды до 2°С и ниже начинается массовое созревание пеляди. После получения половых продуктов от производителей и искусственного осеменения икры, их выпускают вновь в маточный водоем (пруд) на повторное созревание, позволяющее повысить продуктивность самок на 25-30% и её общее количество по сравнению с предыдущим нерестом. Причем самок после взятия икры выпускают в пруд через 12-24 часа, а самцов используют в рыбоводном процессе несколько раз, поскольку сперма созревает у них порционно.

По рекомендациям А.Г. Головкова (1955), в прудхозах садки-прудики для дозревания производителей пеляди строят прямоугольные, удлиненной формы. Длина садка-прудика 18-20 м, ширина поверху 2,5-3,0 м, по дну 1,8-2,3 м. Глубина этих водоемов должна быть в пределах 1,1-1,2 м. Стенки садков сооружают крутыми, покрытыми плотным грунтом (суглинком), либо бетоном или другим прочным материалом во избежание осыпания стенок и взмучивания воды в процессе просмотров состояния зрелости производителей.

Каждый садок-прудик должен иметь 2 перегородки, которые являются съёмными и подвижными, позволяющие перегонять рыбу от одной стенки садка к другой для оперативного отлова производителей (рис. 32).

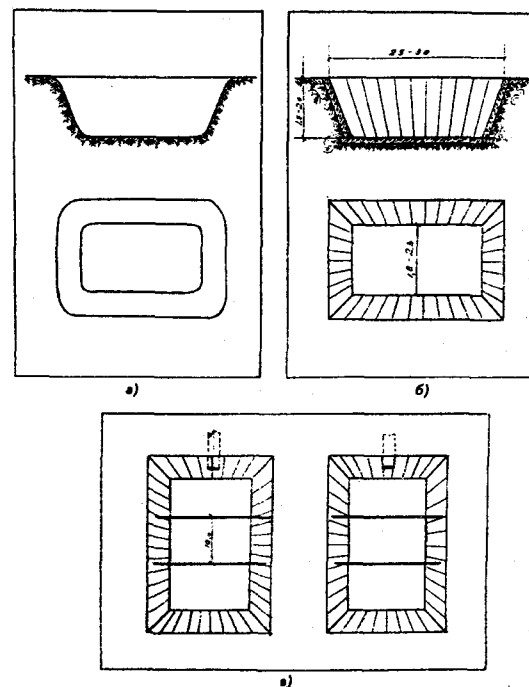


Рис. 32. Садки-прудики для временного выдерживания производителей пеляди на дозревание:  
а - земляные; б - облицованные железобетонными плитами; в - садки для проверки созревающих производителей  
(по Г.А. Головкову, 1964)

Водоснабжение и сброс воды должны быть независимые. При определении расхода воды следует ориентироваться на возможность полного обмена воды в садке-прудики за 3-4 часа. Садковая база должна находиться в укрытии облегченного оранжерейного типа, что в осенне-зимний период (с октября по декабрь включительно) позволит обслуживающему персоналу работать в благоприятных условиях, а на поверхности садков-прудики не будет образовываться прочный ледяной покров. В садки с проточной водой, содержание кислорода которой должно быть не менее 10 мг/дм<sup>3</sup>, высаживают производителей из расчета 45-50 кг ихтиомассы. Например, в садке объемом 40 м<sup>3</sup> можно содержать временно для периодического просмотра до 4000 производителей пеляди средней массой 0,5 кг. Поскольку самцов и самок следует содержать отдельно, количество садков-прудики должно быть кратным 2, а их общее число 4, 6, 8 и т. д.

В октябре, после облова прудов, производителей пеляди озерной формы допустимо высаживать вместе, но при снижении температуры воды до 7-6°С необходимо разделять самок от самцов. К этому времени все самцы заметно отличаются от самок по хорошо видимым и осязаемым рукою эпителиальным бугоркам с шероховатой

поверхностью тела. Просмотр-переборку производителей осуществляют вначале через два дня, а затем ежедневно. Для получения рыбоводной икры высокого качества следует использовать только текучих особей, у которых икра свободно вытекает из гениталия при легком нажиме на брюшко.

### 7.2.2. Озерный метод

К формированию маточных стад пеляди в разнотипных озерах приступили с конца 50-х годов прошлого столетия во многих регионах нашей страны (Головков, Кузьмин, 1963; Мухачев, 1965; Руденко и др., 1983).

Наиболее удачными оказались технологические разработки Н.Н. Малашкина (1978) на озерах Алольской группы Псковской области. Здесь на группе малых озер с общей площадью около 200 га создано и успешно функционирует управляемое маточное стадо пеляди с комплексом необходимой инфраструктуры – базой выдерживания производителей и сбора икры, инкубационным и личиночным цехами, выростным хозяйством и другими вспомогательными службами. В частности, на протоке, соединяющей два озера – Кривое (67 га) и Островито (110 га), построены бассейны под легким укрытием оранжерейного типа, что повышает сохранность производителей, упрощает труд рыбоводов по эксплуатации маточного стада пеляди, причем с высоким уровнем биотехники и рентабельности.

Основываясь на многолетнем опыте рыбоводов России, для содержания маточных стад пеляди преимущественно используются незаморные озера. Площадь озер может быть от нескольких десятков до нескольких сотен гектаров с преобладающими глубинами 6-8 м. Использование группы малых озер (или сочетания малых и большого) наиболее оптимально для последующей эксплуатации стада производителей и производственной инфраструктуры рыбоводного комплекса.

На Алольской рыболовной базе подготовка озер к эксплуатации осуществлялась в определенной последовательности и учитывала:

1. Строительство рыбозаградительных плотин с открытыми водосливами на стоке каждого озера с целью предотвращения миграции молоди и производителей из маточного в другие водоемы. Открытые водосливы рыбозаградительных плотин одновременно используются для прохода мотоневодников и самоходных живорыбных лодок-катамаранов.

2. Расчистку и углубление речек, связывающих маточные озера или вытекающих из отдельных озер, для улучшения водообмена, условий прохода мотоневодников при переезде с одного озера на

другое в период отлова производителей, а также прохода живорыбных лодок во время перевозки производителей пеляди от тони до руслового садка.

3. Расчистку тоневых участков с целью повышения интенсивности отлова производителей пеляди и местных рыб.

4. Интенсивный отлов местных рыб неводами, ставными сетями и различными ловушками.

5. Строительство русловых садков – основы базы сбора икры с укрытием оранжерейного типа для выдерживания осенью производителей пеляди до момента их созревания.

Осенью по завершении отлова производителей в маточные озера производят посадку заранее определенного нормативного количества сеголетков продуктивных групп пеляди, завозимых из выростных водоемов.

В маточном озере одновременно должны быть производители в возрасте 2+ - 5+, в этой связи рыбоводы обязаны выполнять расчеты по оптимизации соотношения возрастных групп и регулярно делать вселения как молоди (сеголетков), так и старше возрастных рыб, участвующих в очередном рыболовном сезоне.

Озера и пруды, используемые для круглогодичного содержания маточного стада пеляди, обычно отличаются водой с высоким насыщением кислородом, чему в большей мере способствует проточность, создающая водообмен. Однако коэффициент водообмена не должен превышать 1-2. По характеру минерализации лучшей является вода гидрокарбонатного класса с суммой основных ионов 0,1- 0,2 г/дм<sup>3</sup>, но не более 0,3 г/дм<sup>3</sup>, а ее активная реакция *pH* – в пределах 6,0-7,2.

Суммарная ихтиомасса производителей и ремонтного поголовья пеляди, в зависимости от биопродукционных возможностей маточного водоема по зоопланктону и осуществляемых рыбохозяйственных мелиораций его экосистемы, может быть в пределах 100-150 кг/га. Увеличение численности и, соответственно, ихтиомассы допускать не следует во избежание резкого подрыва кормовой базы (зоопланктона), снижения упитанности рыбы и потери воспроизводительных качеств самок и самцов.

Для стимулирования развития зоопланктона необходимо применять целесообразные для данного водоема и сезона года мелиоративные работы, что обсуждается ниже в главе 11.

Садковые базы сбора икры созданы на маточных пеляжьих озерах Царево, Челбаш и других в Тобольском районе Тюменской области.

При наличии базы сбора икры и отсадочного хозяйства отлов производителей пеляди озерной формы следует проводить в октябре при охлаждении воды в маточных водоемах ниже 6-7°C, то есть

за 7-15 сут до наступления ледостава. Отлов производителей лучше проводить большим закидным неводом длиной 500-600 м с ячейей в кутке 10-12 мм, что исключает объеживание и травмирование рыбы, способствуя ее жизнестойкости в процессе выдерживания в садках или бассейнах и последующего получения зрелых половых продуктов. Эффективны и ставные невода. Перевозку производителей от места отлова (притонения) неводом к базе сбора икры следует осуществлять в специальных живорыбных самоходных садках «СЖС» конструкции Псковского отделения ГосНИОРХ (Малашкин, 1978). Садок объемом 5 м<sup>3</sup> на каркасе из стального уголка сечением 50 мм со стенками из деревянных реек закреплен между двумя металлическими понтонами и при помощи червячной передачи может подниматься вверх и опускаться в воду на глубину до 1 м (рис. 33).



Рис. 33. Самоходная лодка-катамаран для перевозки производителей пеляди (по Н.Н. Малашкину, 1978)

Минимальная осадка понтонов 0,2 м, поэтому в поднятом положении катамаран «СЖС» может заходить на отмели к местам притонения невода.

Габариты «СЖС» в рабочем положении следующие: длина - 6 м, ширина - 2,2 м, высота понтонов - 0,6 м, высота садка - 1 м. Самоходный живорыбный садок приводится в движение с помощью подвесного мотора мощностью 20-30 л. с., а за один рейс в нем можно перевезти от притонения невода к садково-бассейновой базе 800-900 кг производителей. Транспортировка пеляди в живорыбном самоходном садке позволяет сохранять всех производителей живыми и без травм, чего нельзя выполнить при перевозках в небольших емкостях (баках, чанах, бочках).

Сетной отлов производителей недопустим, так как попавшая в сети пелядь сильно травмируется, особенно жабры, теряется часть чешуйного покрова, что в итоге ведет к преждевременной гибели 75-80% производителей.

Отловленных неводами производителей размещают в садках или береговых бассейнах с проточной водой, насыщенной кислородом, температура которой не превышает 6°C.

Площадь одного руслового садка или бассейна для удобства работы не должна превышать 25-30 м<sup>2</sup>, а глубина воды - 1,1-1,2 м. В зависимости от конфигурации садка или бассейна в нем должна быть установлена передвижная рама с сеткой (решеткой), выполняющая роль концентратора производителей для их изъятия сачком на просмотр рыбоведам.

На рыбоводных озерных базах Тобольского района Тюменской области на группу садков с производителями пеляди, установленных на понтонных линиях, дополнительно направляют струю-поток проаэрированной воды турбоаэраторами малой мощности (0,5-1 кВт). На Аракульском сиговом рыбоводном заводе для этой цели используют бетонные бассейны с проточной водой, размещенные в закрытом помещении. По такой же схеме долгое время эффективно функционировала бассейновая база для временного содержания производителей пеляди и зимовки ее сеголетков на оз. Кучак Тюменской области.

Главное условие для обеспечения качественного процесса выдерживания производителей до наступления их созревания и готовности к нересту (переход в 5-ю стадию зрелости) - это чистая вода с высоким содержанием кислорода (более 8-9 мг/дм<sup>3</sup>) и отсутствие фактора взмучивания ила (грунта) при любом биотехническом действии рыбоводов и движений самой рыбы. Следовательно, садки должны размещаться выше дна канала или озера на 1 м, а в бассейнах на дне не должно быть наносов ила (осадков грунта).

Оптимальная плотность посадки производителей пеляди в садках или бассейнах - 45-50 кг/м<sup>3</sup>, а течение должно быть в пределах 10-20 см/с.

При снижении температуры воды ниже 3°C появляются первые текущие особи, поэтому следует осуществить разборку самок и самцов по отдельным садкам. В процессе проверки зрелые текущие производители направляются в помещение для проведения процесса отцеживания половых продуктов и искусственного осеменения икры. Такие просмотры проводят ежедневно или через день.

### 7.2.3. Речные базы сбора икры

На Оби в пределах Ханты-Мансийского автономного округа и Томской области с 60-х годов двадцатого столетия эксплуатируют временные пункты для сбора икры речной пеляди, муксуна, а на Северной Сосьве - пеляди и чира, отлавливая производителей этих рыб во время нерестовой миграции. Отловленную рыбу пересаживают в садки, а также в небольшие пойменные озера-старицы, очищенные от зарослей и ила, в которые затем устанавливают делевые садки для разделения производителей по полу и облегчения

всех дальнейших работ. В таких пойменных озерах-старицах производителей выдерживают 1,5-2 мес. до момента созревания.

На модернизированных базах сбора икры процесс содержания отловленных производителей пеляди и других сиговых осуществляется в садках на понтонах, установленных на протоках, что существенно повышает эффективность использования мигрирующей рыбы для искусственного воспроизводства (Злоказов, Шумилова, 1982; Дорошенко, Кравченко, 1988).

Перед созреванием производителей отлавливают неводом и пересаживают в делевые садки на понтонных сооружениях, установленных на проточных водоемах. По мере созревания рыбу сортируют, отбирают со зрелыми половыми продуктами и направляют их в пункт сбора икры (рис. 34), расположенный рядом на берегу, для процесса получения икры и её искусственного осеменения.

Новое в промышленной заготовке икры речной пеляди связано с внедрением экологического метода сбора икры сиговых рыб по технологии, апробированной на омулевых нерестовых реках восточного Байкала (Дзюменко, Семенченко, 1987). Модифицированное нерестовое устройство на понтонах в виде габаритного сетчатого лотка-ящика с размерами 6,0x2,1x1,2 м, дополненное икросборником, экспериментировалось на участке русла реки Ляпин – притоке Северной Сосьвы с течением 0,1 м/с (Семенченко, Мальцев, 2000).

Эффективность метода характеризуется следующими показателями: 1. Соотношение рабочей и абсолютной плодовитости равно 1:1; 2. От каждой использованной самки получено икры больше в 1,4-2,0 раза по сравнению с традиционным методом по технологии В.П. Врасского; 3. Производители после естественного икромета в нерестовом устройстве в живом виде могут быть пересажены в маточный водоем на повторное созревание.

Метод естественного нереста сиговых рыб в специализированном устройстве может быть применен в условиях озера с низкоминерализованной водой гидрокарбонатного класса, но при направленном потоке с помощью эффективно работающего потокообразователя.

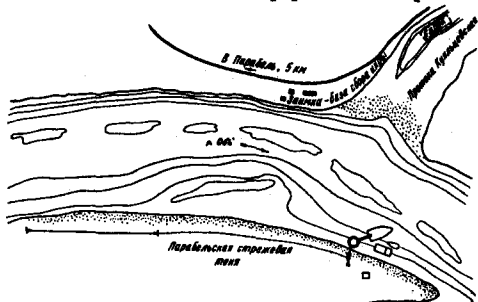


Рис. 34. Схема размещения базы сбора икры сиговых рыб на р. Обь

Икру сиговых рыб, заготовленную в пределах Тюменской области и готовую к транспортировке, отправляют в изотермических ящиках в Тобольский сиговый рыболовный завод, а заготовленную в Средней Оби в пределах Томской области отправляют в инкубационно-личиночный цех Новосибирского рыбопитомника вблизи г. Камень-на-Оби.

### 7.3. Получение зрелых производителей

Для использования в рыболовном процессе следует брать производителей пеляди в возрасте трехлетка (2+) и старше (до 5+). Быстрорастущие двухлетки (1+), несмотря на соблазн использования их в качестве производителей, в конечном итоге дают потомство с низкой выживаемостью, особенно в эмбриональном и личиночном периодах развития, поэтому их лучше не травмировать, но резервировать для будущего рыболовного сезона.

Внешними признаками хорошего качества икры, получаемой от самок (Жугаевская, 1978), является сочетание у них наибольшего коэффициента зрелости (гонадо-соматический индекс-ГСИ), превышающего 20-21% с крупной икрой (диаметр икры 1,6-1,7 мм до оплодотворения и 2,1 мм и более у набухшей). Худшими для рыболовного процесса являются самки с ГСИ менее 17-18% и сравнительно мелкой икрой (диаметр икры 1,45-1,55 мм до оплодотворения и менее 1,9 мм у набухшей).

Для контроля процесса созревания производителей в октябре проводят биологический анализ их качества и определяют потенциальную плодовитость. Индивидуальная абсолютная плодовитость самок, достигших IV стадии зрелости яичников, характеризуется следующими показателями (рис. 35), что позволяет сравнить имеющихся производителей со средней биологической нормой вида.

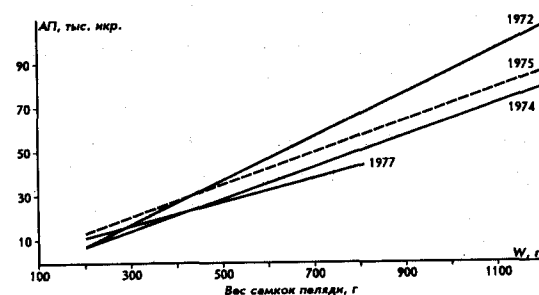


Рис. 35. Изменение соотношения абсолютной плодовитости от массы самок пеляди р. Обь за 1972-1977 гг. (по Крохалевскому, 1980)

Рабочая плодовитость самок обычно составляет 75-85% от абсолютной, соответствующей определенным размерно-возрастным показателям рыб.

Оптимальный возраст самцов пеляди, с позиций рыбоводно-биологических показателей, находится в пределах трехлеток-шестилеток. Причем, с возрастом в этом диапазоне происходит закономерное увеличение не только размерно-весовых показателей, но и качественных характеристик спермы (Ефанов, 1984). Относительный прирост этих признаков, как правило, превышает 10% за год. У семилетних самцов происходит снижение качества спермы - ее активность и количество подвижных спермиев в эякулятах.

Самцов пеляди оценивают по следующим репродуктивным признакам: величина объема эякулята спермы в 1 мл (1 см<sup>3</sup>) и общее количество спермиев в 1 мм<sup>3</sup>, а также продолжительности времени активности спермиев (Казаков, 1978). Общее количество спермы бывает от 0,5 до 12 мл (см<sup>3</sup>), а концентрация спермиев в эякуляте разновозрастных самцов составляет от 5 до 10 млн./мм<sup>3</sup>. Поступательная активность спермиев самцов пеляди длится от 10 до 70 сек.

Количество подвижных спермиев в эякулятах оценивают с помощью микроскопа (при увеличении в 400-600 раз) по пятибалльной шкале:

Балл 5. Заметно поступательное движение всех спермиев. Подвижность их настолько велика, что трудно сконцентрировать внимание на отдельных спермиях.

Балл 4. Поступательное движение спермиев хорошо выражено, но в поле зрения встречается небольшое количество (10-15%) спермиев с колебательным движением.

Балл 3. В поле зрения преобладают спермии с поступательным движением, но наблюдается и повышенное (30-40%) количество спермиев с колебательным движением. Имеются неподвижные спермии.

Балл 2. Спермиев с поступательным движением почти нет. До 70-75% спермиев неподвижно.

Балл 1. Все спермии неподвижны.

Использовать для искусственного осеменения икры можно только сперму, оцениваемую 5 и 4 баллами.

#### 7.4. Оптимизация процесса осеменения и оплодотворения икры

При работе с производителями пеляди следует четко знать: с какой формой приходится работать рыбоводам? Принципиальное экологическое отличие речной пеляди от озерной состоит в том, что речная созревает в октябре перед ледоставом рек, то есть при температуре воды 3-4°C, хотя сам процесс нереста и, следовательно, вымета половых продуктов самками и самцами в естественных ус-

ловиях протекает над песчано-галечным субстратом, где температура 2° и ниже.

Озерная же пелядь нерестует с середины ноября по декабрь включительно после установления прочного льда на озерах при температуре воды 0,2-0,8°C, омывающей донный нерестовый субстрат.

Зрелых (текучих) производителей, отловленных сачком, переносят в емкости с водой в рыбоводное помещение для искусственного осеменения икры, где их временно содержат в небольших чанах (бассейнах), желательнее с проточной проаэрированной водой, имеющей температуру 1° и ниже.

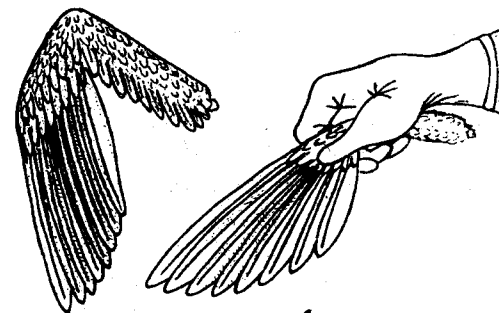


Рис. 36. Крыло утки для перемешивания икры в тазу

Получение половых продуктов пеляди и осеменение икры производят по общепринятой методике В.П. Врасского «сухим» способом отцеживания, то есть к «сухой» икре добавляется «сухая» сперма без наличия воды. Для отцеживания икры используют эмалированные тазы. Сперму отцеживают отдельно в химически чистые стаканчики-бюксы. Все вместе перемешивается чистыми гусиными или утиными перьями (рис. 36). И лишь потом осторожно по стенке белого таза с эмалированным покрытием приливается вода, а икру вновь осторожно перемешивают.

В водной среде происходит процесс осеменения. Перед отцеживанием икры и спермы производителей предварительно обтирают сухим хлопчатобумажным (мягким) полотенцем, особенно вокруг генитального отверстия, затем, взяв самку и положив нижнюю часть ее тела на кромку таза, дают стечь первой порции икры самой, затем отцеживают остальную икру, легко массируя брюшко пеляди от головы к хвосту. Добиваться «полного» отцеживания не следует, потому что небольшая часть икринок, расположенная в этот момент у головной части яичника, еще «не созрела» и не готова для осеменения.

Нормально зрелая икра вытекает из гениталия ровной струей с небольшим количеством овариальной (полостной) жидкости. Икра пеляди чаще всего имеет оранжевую окраску. В анимальной части икринок располагаются небольшие жировые капли, в нижней вегетативной части основная масса представлена желтком.

Выполняя технологию отцеживания икры и спермы, следует мас-

Оптимальный возраст самцов пеляди, с позиций рыбоводно-биологических показателей, находится в пределах трехлеток-шестилеток. Причем, с возрастом в этом диапазоне происходит закономерное увеличение не только размерно-весовых показателей, но и качественных характеристик спермы (Ефанов, 1984). Относительный прирост этих признаков, как правило, превышает 10% за год. У семилетних самцов происходит снижение качества спермы - ее активность и количество подвижных спермиев в эякулятах.

Самцов пеляди оценивают по следующим репродуктивным признакам: величина объема эякулята спермы в 1 мл (1 см<sup>3</sup>) и общее количество спермиев в 1 мм<sup>3</sup>, а также продолжительности времени активности спермиев (Казаков, 1978). Общее количество спермы бывает от 0,5 до 12 мл (см<sup>3</sup>), а концентрация спермиев в эякуляте разновозрастных самцов составляет от 5 до 10 млн./мм<sup>3</sup>. Поступательная активность спермиев самцов пеляди длится от 10 до 70 сек.

Количество подвижных спермиев в эякулятах оценивают с помощью микроскопа (при увеличении в 400-600 раз) по пятибалльной шкале:

Балл 5. Заметно поступательное движение всех спермиев. Подвижность их настолько велика, что трудно сконцентрировать внимание на отдельных спермиях.

Балл 4. Поступательное движение спермиев хорошо выражено, но в поле зрения встречается небольшое количество (10-15%) спермиев с колебательным движением.

Балл 3. В поле зрения преобладают спермии с поступательным движением, но наблюдается и повышенное (30-40%) количество спермиев с колебательным движением. Имеются неподвижные спермии.

Балл 2. Спермиев с поступательным движением почти нет. До 70-75% спермиев неподвижно.

Балл 1. Все спермии неподвижны.

Использовать для искусственного осеменения икры можно только сперму, оцениваемую 5 и 4 баллами.

#### 7.4. Оптимизация процесса осеменения и оплодотворения икры

При работе с производителями пеляди следует четко знать: с какой формой приходится работать рыбоводам? Принципиальное экологическое отличие речной пеляди от озерной состоит в том, что речная созревает в октябре перед ледоставом рек, то есть при температуре воды 3-4°C, хотя сам процесс нереста и, следовательно, вымета половых продуктов самками и самцами в естественных ус-

ловиях протекает над песчано-галечным субстратом, где температура 2° и ниже.

Озерная же пелядь нерестует с середины ноября по декабрь включительно после установления прочного льда на озерах при температуре воды 0,2-0,8°C, омывающей донный нерестовый субстрат.

Зрелых (текучих) производителей, отловленных сачком, переносят в емкости с водой в рыбоводное помещение для искусственного осеменения икры, где их временно содержат в небольших чанах (бассейнах), желательна с проточной проаэрированной водой, имеющей температуру 1° и ниже.

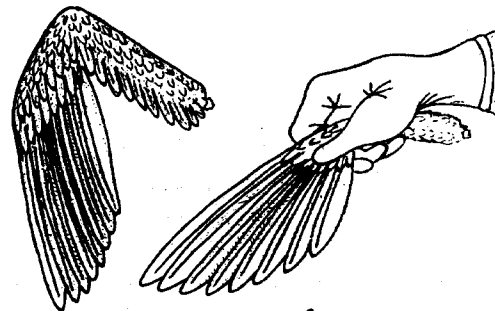


Рис. 36. Крыло утки для перемешивания икры в тазу

Получение половых продуктов пеляди и осеменение икры производят по общепринятой методике В.П. Врасского «сухим» способом отцеживания, то есть к «сухой» икре добавляется «сухая» сперма без наличия воды. Для отцеживания икры используют эмалированные тазы. Сперму отцеживают отдельно в химически чистые

стаканчики-бюксы. Все вместе перемешивается чистыми гусиными или утиными перьями (рис. 36). И лишь потом осторожно по стенке белого таза с эмалью покрытием приливается вода, а икру вновь осторожно перемешивают.

В водной среде происходит процесс осеменения. Перед отцеживанием икры и спермы производителей предварительно обтирают сухим хлопчатобумажным (мягким) полотенцем, особенно вокруг генитального отверстия, затем, взяв самку и положив нижнюю часть ее тела на кромку таза, дают стечь первой порции икры самой, затем отцеживают остальную икру, легко массируя брюшко пеляди от головы к хвосту. Добиваться «полного» отцеживания не следует, потому что небольшая часть икринок, расположенная в этот момент у головной части яичника, еще «не созрела» и не готова для осеменения.

Нормально зрелая икра вытекает из гениталия ровной струей с небольшим количеством овариальной (полостной) жидкости. Икра пеляди чаще всего имеет оранжевую окраску. В анимальной части икринки располагаются небольшие жировые капли, в нижней вегетативной части основная масса представлена желтком.

Выполняя технологию отцеживания икры и спермы, следует мас-

сировать нижнюю брюшную часть тела между грудными, брюшными и анальным плавником (рис. 37), поскольку половые железы расположены в нижней половине брюшной полости.

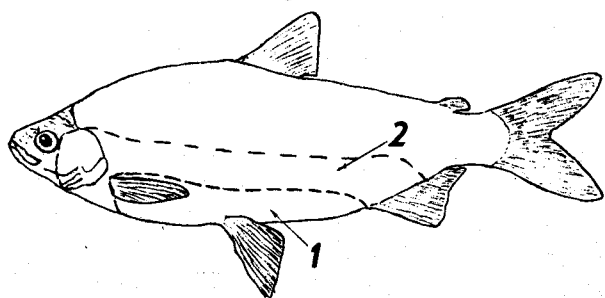


Рис. 37. Чувствительность частей тела производителей пеляди при отцеживании половых продуктов: 1 - подлежащая легкому нажатию от грудных плавников к гениталию; 2 - не подлежащая силовому воздействию рук

Сдавливание производителей пеляди в зоне боковой линии и выше недопустимо, поскольку там расположены жизненно важные органы, легко подвергающиеся травматизации. Под позвоночником располагается почка, ниже - плавательный пузырь, печень, пищеварительный тракт. Над грудными плавниками - ближе к жаберной крышке - расположено сердце.

При отцеживании икры от самок следует внимательно следить за ее качеством на основе внешних признаков. Нельзя отцеживать для искусственного осеменения икру с признаками дегенерации (легко вытекающие мягкие, мутные с беловатым оттенком икринок, с примесями крови, а также сильным нажатием на брюшко). Эта икра затем все равно погибнет, поэтому лучше сразу таких самок выбраковывать, поскольку при смешивании некачественной икры со здоровой резко возрастет отход всей партии за счет наличия больных, разлагающихся и гнивающих икринок, представляющих благоприятный субстрат для питания паразитического грибка сапролегнии.

В один таз обычно отцеживают икру от 25-30 самок. Сперму отцеживают в стаканчики-бюксы примерно от такого же количества самцов, или на 20-30% меньше. Осеменение икры проводят сразу после ее отцеживания в таз. Однако при задержке с получением спермы от самцов, по каким-то причинам, для оплодотворения пригодна отцеженная икра и находящаяся в тазу при температуре воздуха 0,5°C в течение 3-4 часов. После такого срока резко возрастает количество икринок с аномалиями и непригодностью для процесса осеменения и последующего оплодотворения.

Спермии самцов пеляди в овариальной жидкости (отцеженной спермы в стаканчики-бюксы) сохраняют свою оплодотворяющую

способность до 50 мин., а при хранении в холодильнике продолжительность жизнеспособности спермы увеличивается.

Процедура осеменения протекает следующим образом. К порции икры, находящейся в тазу, приливают сперму из одного стаканчика и оперативно перемешивают птичьим пером, создавая равномерную «смесь» икры и спермы в овариальной жидкости продолжительностью 5-6 мин., затем приливают воду на 1/3 - 1/4 объема таза, быстро, но легко перемешивают и на 3-4 мин оставляют в покое. Вода активизирует движение спермиев, находящихся на поверхности яйцевой оболочки, и они проникают в микропилярные каналы икринок.

Общий процесс активного поступательного движения спермиев длится не более 2-2,5 мин, поэтому через 4-5 мин добавляют небольшими порциями свежую воду той же низкой температуры (ниже 0,8°C) и высоким содержанием кислорода (более 11 мг/дм<sup>3</sup>) и приступают к процессу отмывки ее от слизи, чешуек, спермы и для устранения клейкости. Для избавления от клейкости оплодотворенной икры пеляди ее промывают большим количеством воды с активной слабокислой реакцией pH 6,5-6,8. В начале процесса отмывки, прежде всего, избавляются от ненабухающих и недоразвитых икринок, которые вскоре побелеют (помутнеют), так как они не являются жизнеспособными. Они всплывают на поверхность воды.

Процесс оплодотворения (кариогамия) у пеляди происходит по типу моноспермии, поэтому через микропиле к ядру яйцеклетки проникает только один спермий. Одновременно оплодотворенное яйцо обводняется, в нем образуется перивителлиновое пространство (рис. 38) путем секреции содержимого кортикальных гранул и привлечения воды за счет осмоса из окружающей среды.



Рис. 38. Схема образования перивителлинового пространства: 1 - зрелое яйцо до начала кортикальной реакции; 2 - выделение содержимого кортикальных телец; 3 - содержимое кортикальных телец выделено и образовано перивителлиновое пространство (жг - желточные гранулы, кг - кортикальные тельца; м - митохондрии; мв - микроворсинки; пп - перивителлиновое пространство; яо - яйцевая оболочка)

По этой причине увеличивается диаметр и объем икринок, что в практике рыбоводства именуется как «набухание» икры. В самой же икре (яйцеклетке) начинаются сложные биологические процессы развития.

Цитоплазма концентрируется в анимальной части икринки. Через 15-20 мин после осеменения у оплодотворенной икры повышается чувствительность к механическим воздействиям из-за ослабления прочности верхнего слоя цитоплазмы в процессе кортикальной реакции. Следовательно, после оперативной отмывки от клейкости оплодотворенную икру, проходящую процесс набухания, необходимо оберегать от механических движений: икру перьями не перемешивать, а лишь осторожно заполнять таз свежей водой необходимого качества (гидрокарбонатная, минерализация – 0,1-0,3 г/дм<sup>3</sup>, слабокислая активная реакция, низкая температура воды – не более 0,8-1,0°С с высоким содержанием кислорода – более 10 мг/дм<sup>3</sup>) и сливать ее. И лучше это осуществлять с помощью укрепленных шлангов небольшого диаметра.

По завершении процесса набухания, длящегося 8-10 часов, прочность оболочек икринок вновь повышается и развивающуюся икру пеляди можно транспортировать на рамках в изотермических ящиках в инкубационный цех, если он расположен далеко. Либо размещать сразу в инкубационные аппараты, когда весь рыбоводный биотехнический процесс происходит на территории рыбоводного завода.

Для повышения жизнестойкости и рыбоводно-биологических показателей оплодотворенной икры пеляди применяют парааминобензойную кислоту (ПАБК). Это активное соединение не обладает мутагенной активностью и токсичностью. ПАБК способствует восстановлению первоначальной хромосомной структуры организма на основе механизма репарации, возрастает его сопротивляемость болезнетворным агентам, усиливаются функции специализированных систем на ферментативном уровне, повышается жизнеспособность организма в целом (Цой, Сергиенко, 1992; Князев и др., 1995).

Оплодотворенная икра в процессе ее набухания, обработанная ПАБК при разных концентрациях (методики ТюмГУ и СибрыбНИИ-проект), обладает повышенной жизнестойкостью, увеличивая выживаемость эмбрионов в среднем на 20%. Подращивание личинок пеляди, обработанных раствором ПАБК, способствует повышению выживаемости молоди и ускорению ее роста.

Парааминобензойная кислота представляет порошок, из которого готовят рабочий раствор за 1-2 часа до обработки икры либо личинок. ПАБК плохо растворяется в холодной воде, поэтому предварительно используют небольшой объем воды с температурой 80°С, тщательно перемешивают, затем добавляют холодную воду до необходимой концентрации: 0,1 или 0,5 г ПАБК на 10 л воды. Икру

пеляди выдерживают в растворе ПАБК при концентрации активного вещества 0,001-0,005% в течение 2 часов. Личинок пеляди и других сиговых обрабатывают раствором ПАБК, содержащим действующего вещества на порядок меньше.

Высокую интенсивность формирования первичных половых клеток в процессе раннего эмбриогенеза пеляди, а также стойкость к экстремальным факторам среды озер карасевого типа (повышенный прогрев воды летом, дефицит кислорода) во время нагула товарных сеголетков можно стимулировать, используя рекомендации специалистов ТюмГУ (Селюков и др., 2000).

Технология заключается в обработке развивающейся икры и личинок двухсуточного возраста слабыми импульсными магнитными полями 120 кГц напряженностью 10-15 нТ с синусоидальной модуляцией 3-25 кГц аппаратуры фирмы «Телос».

В частности, при производственной апробации метода на Аракульском сиговом рыбоводном заводе, обработанная по этой технологии икра, а затем личинки пеляди, будучи, соответственно, вселенными в 1997 и 1998 гг. в оз. Байнауш Каслинского района Челябинской области, летом 1998 г. сеголетки и двухлетки пеляди выжили в условиях экстремально высоких температур воды +28°С и даже выше, а в октябре было отловлено 10,5 т товарной пеляди.

В соседних же аналогичных мелководных карасевых озерах Челябинской и Курганской областей культивируемая пелядь летом 1998 г. погибла от чрезмерного прогрева воды.

Коррекция с помощью аппаратуры «Телос» развивающихся эмбрионов и личинок пеляди стимулирует у обработанного рыбопосадочного материала тенденцию интенсивного развития и выживаемости при деструктивных проявлениях экологической обстановки в среде мелких и прогреваемых летом водоемах.

## 7.5. Учет рыбоводной икры и ее транспортировка

Для учета полученной икры от производителей пеляди применяют объемно-весовой способ. Для этого используют мерную кружку (алюминиевая с множеством отверстий на дне), емкость которой в см<sup>3</sup> выверяется заранее. Затем на кружке делается надпись: 250 см<sup>3</sup>, 400 см<sup>3</sup> или 500 см<sup>3</sup>. При подсчете используют мерную мензурку на 5 или 10 мл (см<sup>3</sup>): взвешивают это количество икры, а затем считают. В итоге можно определить количество икры в 1 г и в 1 см<sup>3</sup>.

При раскладке икры из тазов на рамки либо другие рыбоводно-технологические принадлежности мерной кружкой, например, имеющей рабочий объем 500 см<sup>3</sup>, можно легко и быстро сосчитать все количество икры, как в граммах, так и в тысячах штук.

Для временного выдерживания икры на базе сбора и ее транспортировки используют деревянные рамки с туго натянутой марлей либо капроновым ситом (рис. 39).

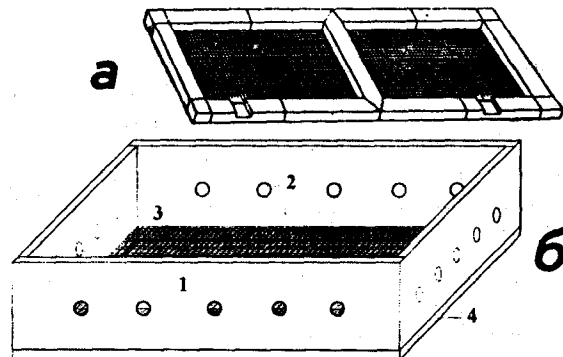


Рис. 39. Рамки для размещения оплодотворенной икры сиговых рыб: а - для транспортировки в облегченном ящике из плотной фанеры; б - для транспортировки в ящике из пенопласта.

- 1 - деревянные стенки рамок;
- 2 - вентиляционные отверстия;
- 3 - газсито № 10;
- 4 - рейки крепления газсита

Деревянные рамки предварительно замачивают сутки в воде. На дно кладется салфетка из белой медицинской марли. Салфетки делают такого размера, чтобы они полностью закрывали икру, но не перекрывали дважды. Процедура раскладки икры проводится в воде: икру с помощью маленького сачка переносят на салфетку, уложенную на рамку, равномерно распределяя по всей ее поверхности. Подсчет икры на рамке осуществляется объемно-весовым способом мерной кружкой, что определяется заранее. Рамки с разложенной на ней икрой, в случае 2-3-суточного хранения икры на базе сбора, складывают в стопки и переносят в хранилище, где создана влажная атмосфера, а температура не превышает 1-1,5°C.

Нахождение развивающейся икры при минусовой температуре также недопустимо. Подвергать развивающуюся икру действию более высокой температуры (в данном случае - воздуха) недопустимо. Это ведет к ненормально ускоренному развитию икры и преждевременному выдуплению эмбрионов, как правило, нежизнестойких.

Перевозка икры с баз сбора на сиговый рыболовный завод в условиях Сибири осуществляется в изотермических ящиках-контейнерах традиционной конструкции или СибрыбНИИпроекта (рис. 40). Первый изготовлен из прочной фанеры, а другой изготовлен из пенопласта и снабжен рамками из синтетического материала. Во время транспортировки важно внутри контейнеров сохранять постоянную температуру в пределах 1-2°, что достигается размещением льда в полиэтиленовой (или резиновой) упаковке.

При использовании деревянных рыболовных ящиков стопки рамок предварительно обертывают бумагой, перевязывают шпагатом, но в бумаге делают надрезы для доступа воздуха к икре. На дно

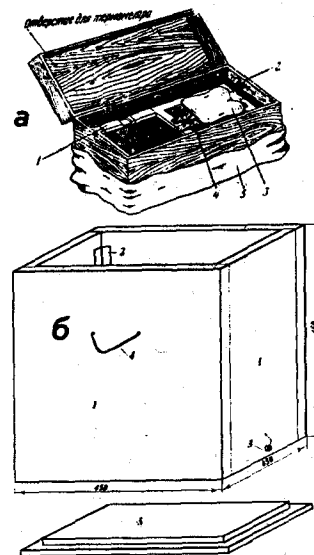


Рис. 40. Изотермические ящики для транспортировки икры сиговых рыб:

- а - облегченный ящик из плотной фанеры;
- 1 - рамки; 2 - внутренний чехол из картона;
- 3 - грелка; 4 - планки для грелки;
- 5 - утепленный чехол;
- б - ящик из пенопласта конструкции СибрыбНИИпроекта: 1 - стенки ящика из пенопластовых листов толщиной 40 мм; 2 - направляющие рамки; 3 - отверстие с пробкой для слива воды; 4 - веревочная ручка; 5 - крышка

ящика и с боков укладывают теплоизоляционный материал. Сверху на ящики надевают ватные чехлы. При транспортировке ящики все время должны находиться в горизонтальном положении.

## ГЛАВА 8. БИОТЕХНИКА ИНКУБАЦИИ ИКРЫ ПЕЛЯДИ В ЗАВОДСКИХ УСЛОВИЯХ

### 8.1. Биологический контроль при закладке икры на инкубацию

На базах и пунктах сбора икры перед началом рыбоводной кампании, затем в процессе получения оплодотворенной икры и ее размещения в инкубационные аппараты сивогого рыбоводного завода проводят биологический контроль качества производителей (самцов и самок), уточняют количество икринок в 1 г и общее количество икры от разных групп самок, качество оплодотворения, процент нормально развивающихся икринок, биологическое качество спермы и т. д.

Состояние биологического качества однотипных размерно-возрастных групп производителей и их продукции – развивающейся икры – фиксируют, записывают в рыбоводный журнал и оценивают по общепринятым методикам в рыбоводстве.

Качество икры, заложенной на инкубацию, вначале проверяют экспресс-методом, предложенным И.И. Мантельман (1976, 1978). Проба икринок в количестве 100-150 шт., взятая из толщи (центра) инкубационного аппарата, помещается в 10% раствор формалина. Икринки с признаками разложения и недоброкачества мутнеют в течение 1-2 минут, в то время как живые икринки остаются прозрачными. Оперативно подсчитывается число тех и других, после чего выполняется расчет количества нормально развивающихся яиц в данной партии икры. Этот показатель будет соответствовать «проценту оплодотворения».

Икру, размещенную в инкубационные аппараты в цехе рыбоводного завода, спустя 4-5 дней от момента искусственного осеменения икры, контролируют и определяют динамику её развития с помощью оптики – бинокляров типа «Биолам» или МБС. Освещение – дневное. Свет наводят так, чтобы бластодиск получил белую окраску.

Контроль методом экспресс-анализа необходим для выявления истинной величины (в %) оплодотворенной (нормально развивающейся) икры, неразвивающейся и неправильно развивающейся.

Биологическому контролю подвергают равные количества (по 50 шт.) икринок на ранних стадиях дробления от 4 до 32 бластомеров, затем на стадиях обрастания бластодермой 1/3 и 1/2 желтка. Икру фиксируют смесью 96° спирта с ледяной уксусной кислотой в соотношении 3:1. Экспозиция фиксирования отдельно взятой икринки

длится 2-3 мин, а затем оперативный просмотр под оптикой. Икру на более поздних стадиях развития фиксируют формалином, разведенным физиологическим раствором (6,5 г поваренной соли на 1 дм<sup>3</sup> воды). Для рассмотрения развивающейся икры на стадиях гаструляции необходим фиксатор с 7-10% формальдегида, а на стадиях органогенеза – 3-4%.

При рассмотрении в оптику выявляется следующее. Нормально развивающаяся икра: жировые капли средних размеров концентрируются у основания бластодиска в одной плоскости; зародышевый бугорок хорошо оформлен, он выпуклый. Форма икринки круглая, слегка овальная. Недозревшая и, следовательно, не оплодотворенная икра при набухании принимает неправильную яйцевидную или угловатую форму, разница между большим и малым диаметром достигает 25-35%. Перезревшая икра, использованная в рыбоводном процессе, при набухании обнаруживает одну крупную жировую каплю. Сильно перезревшая икра после процедуры осеменения так и не обводнялась, не набухает.

Начало и темп дробления бластодиска в ходе процесса образования 2-16 бластомеров зависит от температуры воды (табл. 26).

Таблица 26

*Дробление зародыша икры пеляди  
при разной температуре*

Градусы, °С	Время, в часах, от оплодотворения до появления борозд деления			
	первой	второй	третьей	четвертой
0,4-0,8	22	30	40	51
2,0-3,0	18	25	33	42
3,5-4,0	16	20	25	34

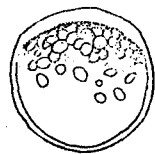
На стадиях 4-32-х бластомеров можно различать (рис. 41):

- оплодотворенную нормально развивающуюся икру, у которой на выпуклом зародышевом бугорке видны насечки борозд дробления между бластомерами;
- неоплодотворенную икру – бластодиск выпуклый, хорошо оформлен, но по виду гомогенный без борозд дробления; с появляющимися позднее хаотичными волнами протоплазмы, завихрений. Смещения бластодиска на бок и т. д.;
- незрелую икру – неправильной яйцевидной или угловатой формы, с растекающей по желтку протоплазмой;
- перезрелую – с 2-4 крупными жировыми каплями, прорывающимися протоплазму зародышевого диска;
- поврежденную, погибающую – с разорванной оболочкой желтка, вытекающей в перивителлиновое пространство;
- мертвую – с коагулирующим побелевшим желтком.

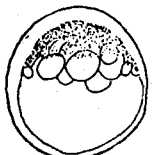
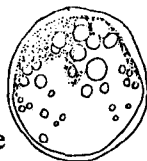
## стадии развития

I - нормально развивающаяся икра

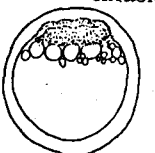
II - аномальное развитие икры



набухание



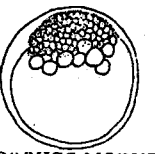
плазменный бугорок



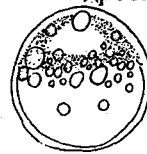
восемь бластомеров



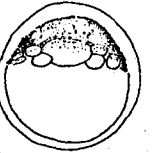
ложное дробление



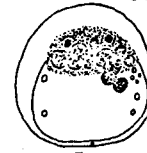
средняя морула



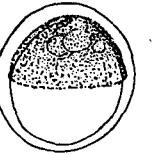
ложная морула



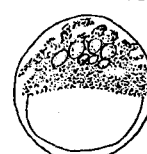
бластула



ложные бластомеры



обрастание желточного мешка бластодермой



ложное обрастание

Рис. 41. Нормальное и аномальное развитие икры пеляди на стадиях дробления и гаструляции

Мертвые и погибающие икринки на стадии начала дробления свидетельствуют об их резорбции еще в теле самок либо получивших травмы при осмотрах, пересадках, а также грубых нарушениях биотехники искусственного осеменения икры и ее отмывке от клейкости. Неправильно развивающаяся икра обусловлена качеством самок и степенью зрелости их яйцеклеток. Наличие неоплодотворенных икринок указывает на нарушения биотехники получения и осеменения икры.

Для биологического анализа икры применяется способ бокового микроскопирования (Черняев, 1981), который позволяет подробно рассматривать структуру развивающегося яйца. Для рассмотрения живой икры сбоку используют микроскоп БИОЛАМ или аналогичную современную оптику (рис. 42).

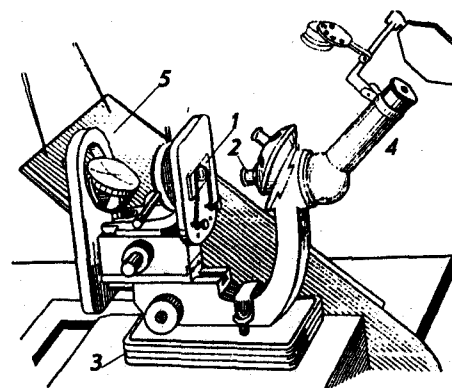


Рис. 42. Общий вид микроскопа в рабочем положении: 1 - камера для икры; 2 - объектив микроскопа; 3 - подставка для удержания микроскопа; 4 - тубус с рисовальным аппаратом; 5 - рисовальный аппарат (по Ж.А. Черняеву, 1981)

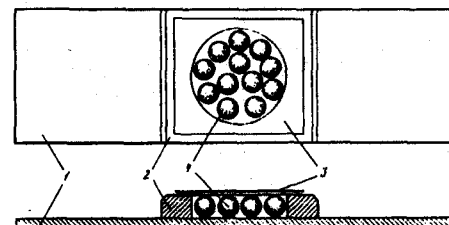


Рис. 43. Вертикальная камера для просмотра икры (вид сверху и сбоку): 1 - несущая пластинка (предметное стекло); 2 - пластинка-корпус камеры; 3 - покровное стекло; 4 - икринки в камере (по Ж.А. Черняеву, 1981)

Для микроскопирования икру помещают в камеру из органического стекла либо используется обычное предметное стекло. Икринки, обычно в количестве до 20 шт., вносят в камеру, заполняют водой и покрывают покровным стеклом (рис. 43), чтобы не осталось воздуха. За счет поверхностного натяжения покровное стекло плотно примыкает к корпусу камеры, а стекло основы камеры зажимают в клеммы предметного столика микроскопа для просмотра и анализа. Зародыши в оболочке икры, благодаря перивителлиновому пространству, поворачиваются анимальным полюсом вверх, а исследователь получает возможность рассматривать икру сбоку.

## 8.2. Этапы и стадии эмбрионального развития пеляди

Для осуществления биологического контроля инкубируемой икры следует руководствоваться материалами морфологической характеристики этапов и стадий эмбрионального периода пеляди. Согласно Л.В. Кугаевской, Л.Л. Сергиенко и О.А. Лебедевой, эмбриональный период развития представлен семью этапами (табл. 27).

Таблица 27

## Этапы эмбрионального периода развития пеляди

Этапы:	Стадии этапов:
Этап 1	1. Образование перивителлинового пространства
	2. Образование бластодиска
Этап 2	3. Начало дробления
	4. Крупноклеточная морула
	5. Среднеклеточная морула
	6. Мелкоклеточная морула
Этап 3	7. Образование полости бластоцеля
	8. Начало обрастания желтка бластодермой, закладка зародышевой полоски
Этап 4	9. Обрастание бластодермой 3/4 желтка
	10. Закладка нервного валика
	11. Закладка 8 пар сомитов
	12. Закладка 14 пар сомитов, образование хрусталика глаз, мозговых пузырей, глазных валиков, обозначение границы хвостового отдела
	13. Закладка 20 пар сомитов, образование зачатка хрусталика глаз
	14. Закладка 25 пар сомитов и сердечной трубки
	15. Закладка 30 пар сомитов, «хвостовой почки» начало сегментации продолговатого мозга
Этап 5	16. Замыкание желточной пробки, закладка грудных плавников
	17. Образование зачатка кишки, начало пигментации глаз, отделение хвостового отдела
Этап 6	18. Начало пигментации глаз и сокращения сердечной трубки
	19. Начало функционирования желточной вены, появление слуховых пузырьков
	20. Образование сети кровеносных сосудов на желточном мешке, зачатков жаберных крышек и ротовой воронки, отделение головы от желточного мешка до жабр
Этап 7	21. Появление гуанина в глазах, разделение брюшной плавниковой складки на преанальную и постанальную
	22. Появление зеленого пигмента на спине и голове, формирование ротовой воронки, жаберных дуг и крышек
	23. Начало кровообращения в жаберных дугах, появление снизу на голове, жаберных крышках, перикардии железы вылупления
	24. Начало функционирования сегментальных сосудов в хвостовом и туловищном отделах и вздрагивания грудных плавников

Продолжительность прохождения стадий и этапов эмбрионального развития пеляди в условиях разных температур дает представление таблица 28.

Таблица 28

## Динамика развития эмбрионов пеляди при разных температурах воды (сут)

Контролируемые этапы и стадии развития	Температура воды, °С	
	0,2	2,0
Начало дробления	1-2	2-3
Морула крупных клеток	7-13	5-9
Бластула	8-15	7-12
Обрастание желтка бластодермой, образование нервной трубки, хорды, мускулатуры	16-38	13-29
Обособление хвостового отдела от желточного мешка	40-45	25-30
Начало пигментации глаз и пульсации сердца	55-70	36-40
Массовое вылупление эмбрионов	160-165	115-124
Завершение вылупления эмбрионов	170-180	140-145

Наиболее характерные стадии эмбрионального периода развития пеляди отражены на рисунке 44.

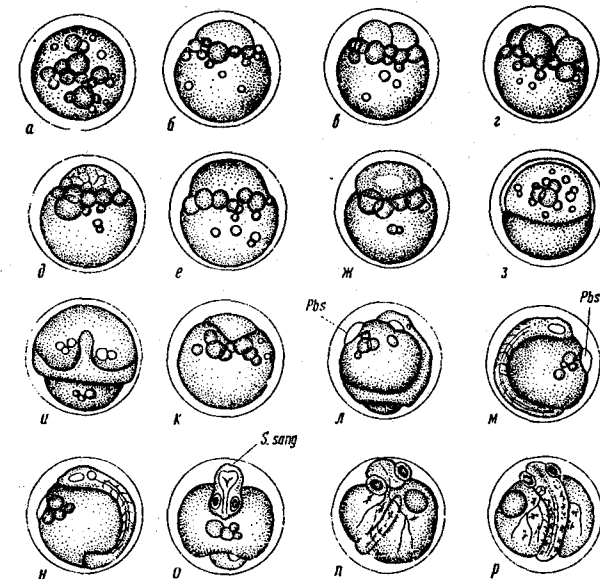


Рис. 44. Стадии эмбрионального развития пеляди (по Лебедевой и др.): а - оплодотворенная набухшая икринка; б - образование бластодиска; в - две бластомеры; г - четыре бластомеры; д - морула крупных клеток; е - морула мелких клеток; ж - бластула; з - начало обрастания желтка; и - образование головного конца тела зародыша; к - образование зародышевого валика; л - замыкание желточной пробки; м, н - начало роста хвоста; о - начало пульсации сердца; п - пигментация глаз; р - пигментация тела; Pbs - перибластический синус; S. sang - кроветворный мешочек

### 8.3. Оптимальная структура инкубационного цеха сигового рыбоводного предприятия и процесс инкубации икры пеляди

Современный сиговый инкубационно-личиночный цех представляет помещение с регулируемой температурой воздуха и воды, а также условиями для изменения интенсивности естественного и искусственного освещения, то есть ведущих факторов природной среды, от которых зависит биологический процесс развития икры.

В качестве примера модернизации на рисунке 45 приведена схема инкубационного и личиночного цехов Тобольского сигового рыбоводного завода с размещенным в нем оборудованием и средствами механизации (Гилев, 1985; Мухачев, Гилев, Сергиенко, 1993). Рядом с ними в отдельном здании расположен цех живых кормов, где культивируют личинок артемии салина.

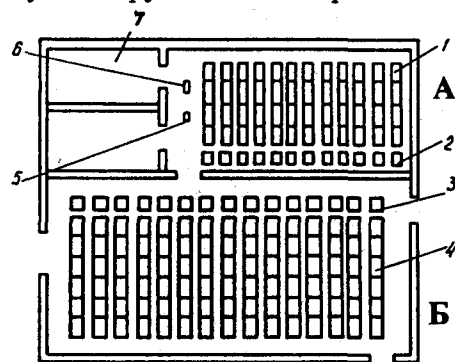


Рис. 45. Схема Тобольского сигового рыбоводного завода:  
 А - инкубационный цех;  
 Б - личиночный цех;  
 1 - инкубатор «Иртыш»;  
 2 - теплообменник;  
 3 - личинкоотделитель;  
 4 - бассейн для выдерживания личинок;  
 5 - отборник мертвой икры;  
 6 - профилактический аппарат «Обь»;  
 7 - лаборатория

Завод состоит из двух цехов (отделений): инкубационного и личиночного. Для уменьшения ручного труда в инкубационных цехах сиговых рыбоводных заводов специалисты института СибрыбНИИ-проект разработали комплекс оборудования, позволяющего многократно повысить эффективность труда рыбоведа. Набор оборудования, их параметры и конструкции взаимосвязаны между собой, что дает возможность собрать из них одну или несколько механизированных технологических линий и, следовательно, комплектовать инкубационный цех любой мощности – от 15-20 до 500 млн. икры и личинок.

Ниже приводится краткое описание рыбоводного оборудования для сиговых инкубационно-личиночных цехов, разработанного институтом СибрыбНИИ-проект.

В комплект оборудования входят: инкубаторы «Иртыш», теплообменники, личинкоотделители, бассейны для выдерживания личинок, профилактические аппараты «Обь», отборник мертвой икры.

Обычно икра с баз сбора поступает на рыбоводный завод на стадиях от крупноклеточной морулы до обростания желтка бластодермой.

В инкубационном цехе рыбоводные ящики и контейнеры с икрой распаковывают, снимают показания термометров, просматривают общее состояние икры на рамках. Вновь определяют среднюю загрузку икры на одной рамке, в ящике и во всей партии. Составляют акт приемки икры.

Технологические процессы в инкубационном цехе рыбоводы выполняют в следующей последовательности. Икру, поступившую с баз и пунктов сбора, после выравнивания температуры извлекают с транспортировочных рамок и переносят в профилактические аппараты Вейса, установленные на аппарате «Обь», для обработки танином или другим обесклеивающим препаратом. В растворе танина (1 г танина на 10 дм<sup>3</sup> воды) икру промывают в течение 10-15 мин. (Первая обработка проводилась на базе сбора икры в течение 10 мин.). Затем аппараты Вейса вместе с икрой переносят и устанавливают в инкубатор «Иртыш».

Аппарат «Обь» предназначен и для последующей профилактической обработки икры сиговых и других рыб в период ее длительной (в течение полугода) инкубации в аппаратах Вейса специальными растворами и может применяться в любых рыбоводных цехах и заводах. Аппарат входит в комплект оборудования инкубационно-личиночных сиговых цехов.

#### Техническая характеристика

Производительность обработки икры, млн. шт./ч	4-6
Количество одновременно обрабатываемых аппаратов Вейса, шт.	4
Вместимость приемного бака, л	40
Насос НЦ-300:	
производительность, м <sup>3</sup> /ч	0,7
напор, Па	(1-7)х10 <sup>3</sup>
потребляемая мощность, Вт	114
род тока	постоянный
рабочее напряжение, В	12
Габаритные размеры, мм	
длина	645
ширина	486
высота	1150
Масса, кг:	
без раствора	20
с раствором	60

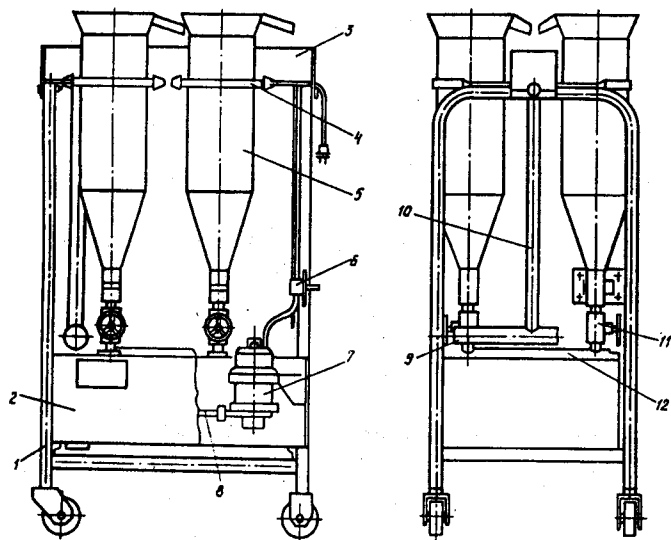


Рис. 46. Профилактический аппарат «Обь»:

1 - тележка; 2 - приемный бак; 3 - сливной лоток; 4 - прижим; 5 - аппарат Вейса; 6 - двухполюсный выключатель; 7 - центробежный насос; 8 - напорный шланг; 9 - разбрызгиватель; 10 - сливная труба; 11 - регулировочный кран; 12 - связи из алюминиевых труб

Профилактический аппарат «Обь» выполнен в передвижном варианте. Все узлы аппарата смонтированы на тележке, в нижней части которой размещен приемный бак; в последнем на кронштейнах закреплен центробежный электронасос. Включение электронасоса производится при помощи двухполюсного выключателя. На бортики приемного бака опираются две связи, выполненные из алюминиевых труб, соединенных между собой трубопроводом, к которому приварены два патрубка. К одному из них присоединен напорный шланг электронасоса, к другому — редукционный клапан. К каждой связи приварено по два патрубка, на них крепят регулировочные краны. В свободные концы кранов ввернуты ниппели с конической поверхностью. В днище приемного бака находится водоспуск. В верхней части тележки закреплен сливной лоток, имеющий сливную трубу и разбрызгиватель. Приваренные к днищу лотка пластины с регулировочными винтами образуют гнезда, в которые при помощи прижима крепят аппараты Вейса с икрой.

Принцип работы аппарата «Обь» основан на обработке икры, инкубируемой в аппаратах Вейса, профилактическим раствором необходимой концентрации. Икру пеляди вначале загружают в аппараты Вейса лишь на 3/4 их объема, что позволяет несколько усилить проточность воды до полного обесклеивания икры. Затем каждый из аппаратов заполняют икрой до верха.

Применение аппарата «Обь» позволяет исключить обработку икры танином в тазах и неблагоприятное воздействие на икру непроточной воды, повышает производительность труда на данной операции более чем в 2 раза.

Для рыбоводов наиболее важными вопросами являются создание оптимального режима инкубации (водообмен, температура воды) и определение величины отхода при сборе и транспортировке, а затем и в инкубационном цехе. Одновременно осуществляется комплекс технологических и профилактических мер, резко сокращающих условия возникновения отхода инкубируемой икры.

Для этого периодически из аппаратов Вейса берут средние пробы икры. Первая — через 2-3 часа после их загрузки, а затем по мере необходимости на показательных (чувствительных) стадиях развития икры. Пробу икры извлекают с помощью пипетки Мора, вставленной в резиновую грушу.

Просмотр икры на стадиях обростания 1/3 и 1/2 желтка позволяет довольно точно определить процент нормально развивающейся («процент оплодотворения») икры и её общее количество. С момента поступления партии икры в инкубационный цех до момента поступления партии икры в инкубационный цех до момента полного вылупления предличинки (подвижных эмбрионов) и их реализации ведется отчетность по соответствующей форме.

На стадиях от «мелкоклеточной морулы» до «образования хвостовой почки» эмбриона поступление воды в аппараты Вейса регулируют таким образом, чтобы мертвые и погибающие икринки концентрировались сверху над живой икрой, что в практике сиговодства носит название «самоотбора» мертвой икры.

Самоотбор икры пеляди происходит при полной загрузке аппарата Вейса и проточности воды 1,5-1,8 л/мин. В крупном инкубационном цехе за каждым мастером-рыбоводом закрепляются определенные аппараты. Обычно на одного специалиста приходится 60-80 полностью загруженных инкубационных аппаратов. Посменно дежурят лаборанты по уходу за икрой, которые следят за режимом работы аппаратов, бесперебойной подачей воды, ее температурой, чистотой цеха, и обо всех аварийных ситуациях оперативно оповещают ответственных работников цеха и завода.

Специалисты производственной рыбоводно-биологической лаборатории следят за химическим составом воды, ведут биологический контроль процесса инкубации икры в каждом аппарате, за соответствие режима проточности и температуры воды конкретному этапу эмбрионального развития, и ежедневно фиксируют эти наблюдения и выводы в рыбоводном журнале.

Отбор мертвой икры проводят два раза за сутки при помощи специального аппарата — отборника икры (рис. 47).

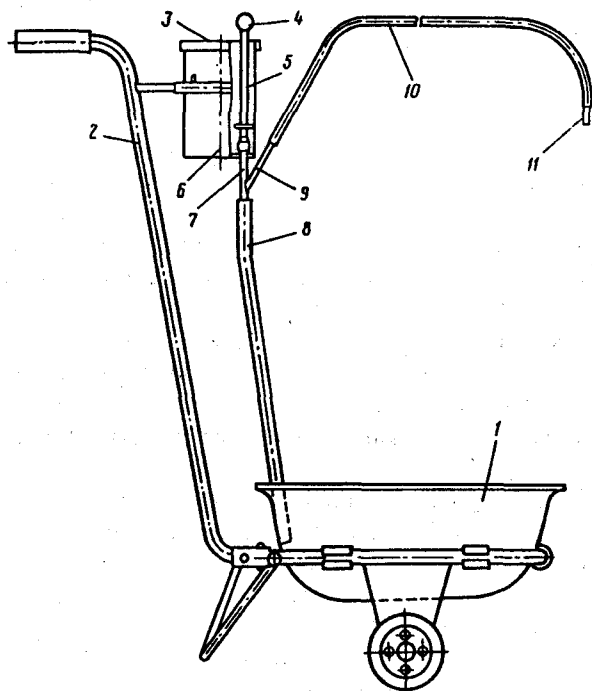


Рис. 47. Отборник мертвой икры: 1 - емкость для сбора мертвой икры; 2 - тележка; 3 - напорный бачок; 4 - ручка; 5 - шток; 6 - клапан; 7 - патрубок; 8 - сливной шланг; 9 - ниппель; 10 - приемный шланг; 11 - наконечник

икру, содержащую примесь до 3% живой икры, выбрасывают в специальный контейнер, а затем утилизируют, но так, чтобы она не попала в любые водоисточники, особенно связанные с данным инкубационным цехом.

При удалении отхода количество икры в аппарате уменьшается, что ухудшает условия самоотбора. Для обеспечения эффекта концентрации погибшей икры в верхних слоях необходимо постоянно поддерживать исходный уровень икры в аппарате. В случае появления сапролегнии икру в контрольных аппаратах промывают раствором малахитовой зелени 1:180000 или формалином в концентрации 1:2000 при помощи профилактического аппарата «Обь», пропуская приготовленный раствор через аппараты в течение 12 минут.

До стадии закладки осевых органов зародыша отход икры обусловлен (в основном) гибелью неосемененных яиц, с аномалиями в развитии, травмированных при сборе и перевозке. На стадии пигментации глаз отход икры в аппаратах прекращается. Мертвая икра

Он находит применение в инкубационном цехе в течение всего периода инкубации икры. Обслуживает отборник один рыбовод.

Сифоном собирают сверху всю мутную икру, внутри которой просвечивается коагулировавшийся желток. Отобранная из рабочих аппаратов икра помещается в контрольные аппараты первого порядка, в которых ведется дальнейший отбор и отбраковка. Контрольные аппараты могут быть второго и третьего порядка. Из последних мертвую

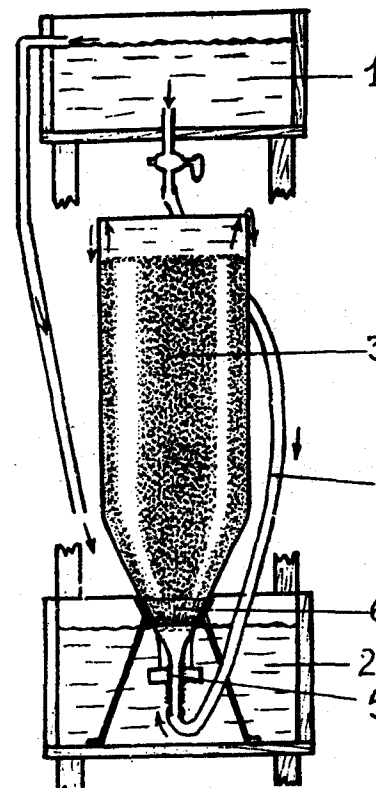


Рис. 48. Схема устройства инкубационного аппарата Вейса: 1 - верхний лоток; 2 - нижний лоток; 3 - аппарат Вейса; 4 - гибкий шланг; 5 - штуцер; 6 - подставка для аппарата

к этому времени должна быть отобрана из аппаратов. На стадии появления замкнутой системы кровообращения расход воды в аппаратах с икрой пеляди составляет 2,0-2,2 л/мин. Перед вылуплением и в процессе вылупления эмбрионов расход воды в аппаратах следует повысить до 2,6-2,8 л/мин.

В процессе биотехники инкубации икры и выдерживания личинок пеляди и других сиговых рыб в заводских условиях самыми трудоемкими операциями являются: соблюдение (поддержание) оптимального температурного режима воды при инкубации икры и отбор мертвой икры из инкубационных аппаратов, отделение личинок от оболочек и внутрицеховая транспортировка личинок.

В период инкубации для каждой группы инкубаторов может быть установлен индивидуальный режим температуры воды, что достигается охлаждением воды в теплообменнике.

Икру пеляди, как и всех других сиговых инкубируют в стандартных аппаратах Вейса емкостью 8 л. Аппараты размещают на стойках, изготовленных из деревянных или металлических рам. Конструкции различных инкубационных стоек приведены ниже.

Схема устройства аппарата Вейса представлена на рисунке 48.

На сиговых рыбоводных заводах Западной Сибири используют различные инкубационные установки.

*Инкубационная стойка деревянной конструкции СибрыбНИИ-проект*

Стойка (рис. 49) проста по конструкции. Её каркас выполнен из деревянных брусьев и досок. На каркасе размещены баки верхнего и нижнего ярусов, а также сливные лотки.

Аппараты Вейса установлены в специальных гнездах. При инку-

Рис. 49. Инкубационная стойка деревянной конструкции:

1 - напорный бак верхнего яруса; 2 - шланг; 3 - рыбоводный зажим; 4 - напорный бак нижнего яруса; 5 - аппарат Вейса; 6 - сливной лоток

бации икры вода из системы водоснабжения цеха подается в напорный бак верхнего яруса. Из него по шлангу она поступает в инкубационные аппараты и, пройдя через них, сливается в напорный бак нижнего яруса. Из этого бака вода поступает в лотки и возвращается в систему водоснабжения цеха. Регулирование расхода воды в аппаратах Вейса осуществляется с помощью специального зажима.

Длина стойки и количество аппаратов Вейса зависят от размеров помещения инкубационного цеха и производственной необходимости.

#### Инкубационная стойка СИ-60

Стойка разработана Ставропольским опытно-механическим заводом и предназначена для инкубации икры сиговых рыб, а также карпа и карася.

#### Основные технические данные

Тип инкубационного аппарата	Аппарат Вейса
Вместимость аппарата, л	8
Количество загружаемой на инкубацию икры, млн. шт.:	
сига, чира, муксуна, омуля	15
пеляди, рипуса, ряпушки	40
Расход воды на аппарат, л/мин	1,5-3,0
Масса стойки (без воды), кг	400

Стойка (рис. 50) состоит из рамы, которая одновременно является магистралью для подвода воды. К раме крепятся сборные лотки: верхний и два нижних, а также держатели, в которых установлены аппараты Вейса.

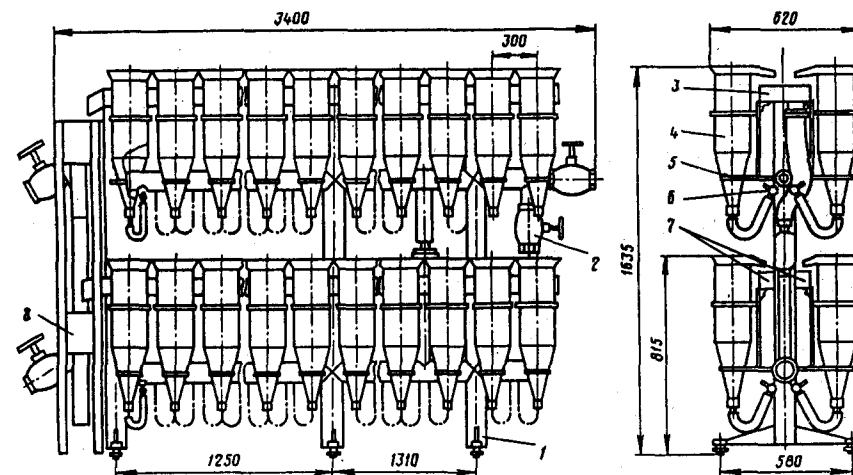
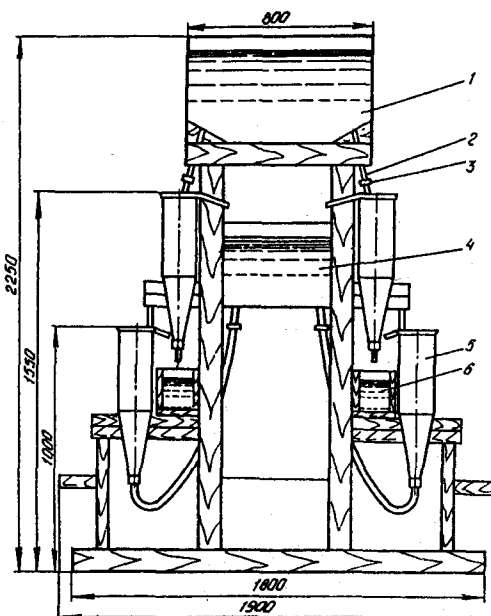


Рис. 50. Инкубационная стойка СИ-60: 1 - рама; 2 - вентиль; 3 - верхний сборный лоток; 4 - аппарат Вейса; 5 - держатель; 6 - регулировочный кран; 7 - нижний сборный лоток; 8 - личинкоделитель

Принцип работы инкубационной стойки состоит в следующем. Вода от напорной системы подается в верхнюю трубу рамы, откуда по шлангам с помощью регулировочных кранов поступает в верхний ярус аппаратов Вейса и, пройдя через аппараты, заполненные икрой, сливается в верхний сборный лоток. До вылупления личинок из икры торец верхнего сборного лотка перекрывается заслонкой, и поступившая вода из аппаратов Вейса верхнего яруса подается в нижнюю трубу рамы, а из нее в аппараты Вейса нижнего яруса. Затем вода сливается в нижние сборные лотки, а из них в нижнюю емкость личинкоотделителя и отводится в канализацию.

С началом вылупления личинок заслонка верхнего сборного лотка убирается, а вентиль, установленный на трубопроводе, соединяющем верхний сборный лоток с нижней трубой рамы, закрывается. Вылупившиеся личинки вместе с водой поступают в верхнюю емкость отдельно от верхней трубы рамы.

#### Инкубатор «Иртыш»

Инкубатор предназначен для инкубации икры сиговых, а также других рыб, инкубируемых в аппаратах Вейса, входит в состав комплекса оборудования для инкубационно-личиночных цехов сиговых рыб.

### Техническая характеристика

Тип инкубационного аппарата	Аппарат Вейса
Вместимость аппарата, л	8
Количество аппаратов, шт.	32
Расход воды, л/с:	
на аппарат	0,033-0,058
на инкубатор	1,06-1,86
Габаритные размеры инкубатора, мм:	
длина	2350
ширина	780
высота	1350
Масса инкубатора, кг	120

Инкубатор «Иртыш» (рис. 51) состоит из стойки, выполненной из алюминиевых труб, на которой устанавливаются инкубационные сосуды с икрой и лотки. К продольным трубам в вертикальной плоскости приварены короткие патрубки, к которым крепятся регулировочные краны с конусными штуцерами. В качестве инкубационных сосудов используют аппараты Вейса вместимостью 8 л. В нижней части аппарата расположен штуцер для подвода воды, в верхней — оголовок для ее слива. Штуцер крепится к аппарату с помощью корпуса обратного клапана, имеющего в нижней части отверстие с расширяющимся вниз конусом, на поверхности которого в канавке расположен уплотнитель.

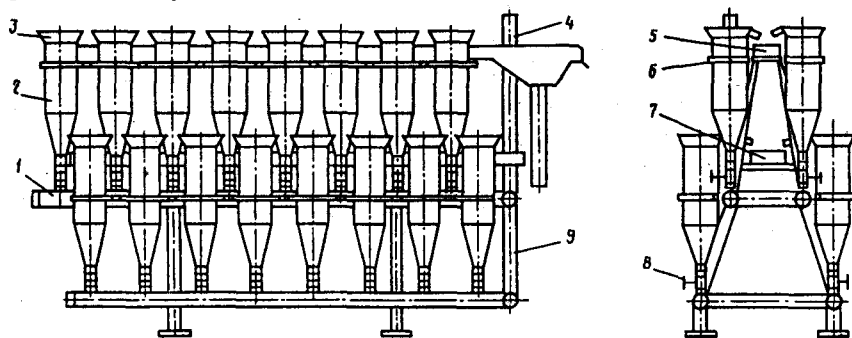


Рис. 51. Инкубатор «Иртыш»: 1 - стойка; 2 - инкубационный сосуд; 3 - оголовок для слива воды; 4, 9 - подводы; 5, 7 - лотки; 6 - прижим; 8 - регулировочный кран

Аппараты Вейса устанавливают конусной поверхностью обратного клапана на конусный штуцер регулировочного крана. В верхней части аппарат закрепляется в гнезде прижимом. Гнездо имеет два регулируемых упора с ограничителями. Для установки аппарата в вертикальное положение с левой стороны инкубатора напорные трубы заглушивают колпаками, а к правой стороне крепят подводы.

Инкубатор «Иртыш» работает следующим образом. Набухшая и обесклеенная икра загружается в аппараты Вейса. Вода из теплообменника поступает в напорные трубы инкубатора по подводам, а затем через регулировочный кран — под мембрану обратного клапана и по штуцеру в аппарат Вейса. Расход воды в аппаратах Вейса регулируется краном в зависимости от стадии развития икры и характера проводимых рыбоводных процессов. Поток воды не дает инкубируемой икре оседать на дно сосуда, и она постоянно находится во взвешенном состоянии. Из аппарата Вейса вода через оголовок попадает в сливные лотки верхнего и нижнего ярусов, а затем сливается в канализацию.

Конструкция инкубатора позволяет собрать инкубационный блок, состоящий из нескольких инкубаторов, но не более пяти. В них аппараты расположены в два яруса на высоте 0,8 и 1,4 м, что удобно для обслуживания.

Подача воды осуществляется по металлическим трубам и регулируется кранами. Внизу, в зауженной части аппарата, вмонтирован резиновый клапан, закрывающий выход икры. Аппараты с икрой легко снимаются из гнезда и устанавливаются обратно. В процессе работы они могут быть перенесены вместе с икрой в любое другое место. Икру можно переливать из одного аппарата в другой без использования тазов и шлангов.

В аварийной ситуации в цехе при прекращении подачи воды мембрана обратного клапана предотвращает уход воды и икры из аппаратов Вейса, что характеризует эту инкубационную систему как лучшую.

### Теплообменник

Теплообменник предназначен либо для охлаждения, либо для подогрева воды при инкубации икры сиговых и других рыб в цехах, занимающихся воспроизводством рыбных запасов. Он входит в состав комплекта оборудования сиговых инкубационно-личиночных цехов (заводов).

### Техническая характеристика

Вместимость теплообменника, м <sup>3</sup>	1,2
Теплопередающая поверхность батареи, м <sup>2</sup>	14
Тепловая нагрузка на батарею, Вт (ккал/ч), не менее	7900 (6810)
Габаритные размеры, мм:	
длина	1493
ширина	1260
высота	1712
Масса теплообменника, кг	300

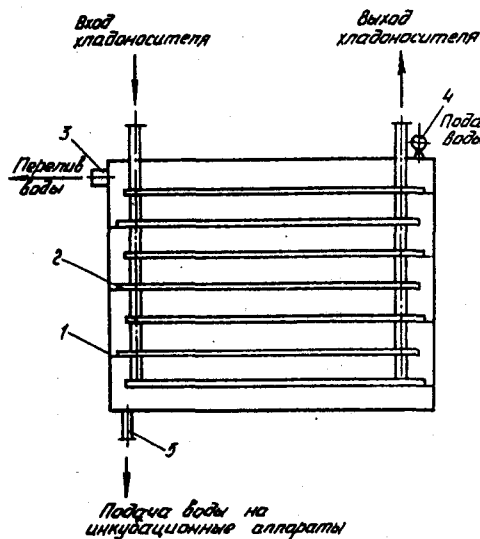


Рис. 52. Теплообменник: 1 - корпус; 2 - батарея для охлаждения (подогрева); 3 - переливная труба; 4 - коллектор; 5 - патрубок для слива воды

батареи. К верхней секции приварены трубы для подвода и отвода хладоносителя (теплоносителя).

Коллектор представляет собой короб, выполненный из листового алюминия. Он имеет перфорацию для равномерного распределения подаваемой в теплообменник воды. Регулирование температуры воды производится путем охлаждения или нагревания ее в теплообменнике.

В процессе эксплуатации вода из цеховой системы водоснабжения по коллектору поступает в теплообменник, где, омывая поверхность батареи, охлаждается (нагревается) и по патрубкам поступает в инкубатор. Через батарею теплообменника пропускают хладоноситель (теплоноситель). При работе в режиме охлаждения на теплопередающей поверхности батареи образуется слой льда. Увеличение этого слоя влечет за собой уменьшение коэффициента теплоотдачи, и при определенном расходе воды наступает такой момент, когда устанавливается тепловое равновесие и дальнейший рост толщины льда прекращается. На отдельных режимах работы теплообменника льдом может покрыться только часть батареи. Регулируя вручную количество подаваемого в батарею хладоносителя или автоматически его температуру, можно установить требуемый температурный режим для инкубации икры.

Теплообменник (рис. 52) состоит из корпуса, в котором размещена батарея охлаждения (подогрева) воды и коллектора для подвода воды.

Корпус теплообменника выполнен из листового алюминия в виде емкости коробчатого типа. В днище корпуса расположены два патрубка для слива охлажденной (подогретой) воды, а в верхней части переливная труба. Батарея сварена из алюминиевых труб и состоит из семи секций, соединенных между собой трубами. Каждая секция снабжена листами с целью увеличения теплопередающей поверхности

При использовании теплообменника для нагрева воды через батарею пропускают теплоноситель. Регулирование температуры воды производится путем охлаждения ее в теплообменнике.

Для обеспечения подачи воды из теплообменника в инкубатор самотеком необходимо расположить теплообменник выше инкубатора. Расстояние от подошвы инкубатора до днища теплообменника должно быть не менее 2000 мм.

Для инкубации пеляди и других сиговых рыб, согласно ОСТу, используется чистая гидрокарбонатная вода, не загрязняемая сточными водами, нефтепродуктами и другими агрессивными веществами (табл. 29).

Таблица 29

Химический состав воды, используемой в инкубационных цехах сиговых рыбоводных заводов (ОСТ 15.282-83)

Ингредиенты	Оптимальные значения
Температура, °С	0,2-0,8
Взвешенные вещества, мг/дм <sup>3</sup>	до 5
Активная реакция, рН	6,2-7,5
Кислород растворенный, мг/дм <sup>3</sup>	9-12
% насыщения	100±5
Сероводород, мг/дм <sup>3</sup>	отсутствие
Свободная двуокись углерода, мг/дм <sup>3</sup>	не более 10
Окисляемость перманганатная, мг/дм <sup>3</sup>	не более 10
БПК <sub>5</sub> , мг/дм <sup>3</sup>	до 2
Азот аммонийный, мг/дм <sup>3</sup>	до 0,75
Аммиак свободный, мг/дм <sup>3</sup>	до 0,01
Железо, мг/дм <sup>3</sup>	
общее	до 0,1
закисное	отсутствие
Жесткость, мг экв/дм <sup>3</sup>	1,5-5
Минерализация, г/дм <sup>3</sup>	до 0,3

В период инкубации икры проводят полный химический анализ воды ежемесячно, а также летом и перед началом очередного рыбоводного цикла инкубации икры. Оперативный контроль водной среды включает ежедекадное определение содержания кислорода, углекислоты, солей железа, аммония, нитратов.

В середине марта на стадии «начало движения грудных плавников» у эмбрионов пеляди проводят учет наличия в цехе живой икры. Для этого по методике новосибирских рыбоводов вначале градуируют один из стандартных аппаратов Вейса с помощью деревянной (или пластиковой) измерительной рейки. На нижнем конце рейки прикрепляется упорный диск из полиэтиленовой крышки без бортиков, но пронизанный мелкими отверстиями. В пустой, закрытый снизу, аппарат Вейса мерным цилиндром наливают 0,5 л (дм<sup>3</sup>) воды и опускают упорный диск рейки до соприкосновения с водой. Отме-

чают этот объем (0,5 л) на верхнем конце рейки по совмещению с верхним краем сливной части аппарата. Приливают следующие 0,5 л воды и отмечают объем 1,0 л на рейке, и так далее до упорного диска. Затем просчитывают количество икринок в мерных цилиндрах объемом 10 мл в трех повторностях, а также в цилиндрах 50-и и 100 мл. Таким образом определяется количество икры пеляди (либо других сиговых) в 1 л.

Измерение общего объема икры в каждом отдельном аппарате проводится через 3 мин после прекращения подачи воды и полного оседания икры. Упорный диск градуированной рейки ставят на верхний слой икры и записывают показания по верхнему мениску воды в аппарате. Зная количество икры в 1 л (тыс. шт.) и ее объем в аппарате в литрах, подсчитывают общее количество икры в аппарате, партии, всем цехе.

Нормативный отход икры озерной и речной пеляди за инкубационный период не должен превышать 15%.

## ГЛАВА 9. ВЫДЕРЖИВАНИЕ СВОБОДНЫХ ЭМБРИОНОВ И ПОДРАЩИВАНИЕ ЛИЧИНОК

Весной на сиговом рыбозаводе перед вылуплением личинок рыбозаводы определяют степень развития эмбрионов и составляют график очередности вылупления личинок для каждой партии икры и вида рыб. Если имеется необходимость ускорения процесса вылупления личинок (являющихся в этот момент предличинками), то в инкубационные аппараты подают неохлажденную воду, и, наоборот, для задержки вылупления воду охлаждают. Регулирование процесса вылупления личинок позволяет производить равномерную загрузку личиночного отделения и отправку личинок потребителям, а также соблюдать биотехнику по длительности выдерживания личинок.

Вылупившиеся личинки из инкубатора по лоткам вместе с водой и оболочками поступают в бак-водоотделитель личинкоотделителя, где происходит их концентрация. Затем личинок вместе с водой по лоткам распределяют в определенном количестве по бассейнам для выдерживания без кормления или с кормлением, но уже во втором цехе сигового завода – личиночном.

На этом технологический процесс из инкубационного цеха перемещается в личиночный, а затем в выростное хозяйство.

Таким образом, в товарном рыбозаводе, включая технологии пастбищного выращивания пеляди в озерах и других водоемах, есть и совершенствуются обязательные элементы биотехники как «выдерживание личинок», «подращивание личинок», «выращивание жизнестойкого посадочного материала» и др. технологии.

### 9.1. Выдерживание личинок

Процесс выдерживания для реализации этапа предличинки за счет питания желтком икринки осуществляется непосредственно в личиночном цехе сигового рыбозавода с целью получения окрепших личинок, способных при наличии доступного по размерам корма сразу начать питание и повысить свою жизнестойкость.

Продолжительность выдерживания не должна превышать 3 сут, температура воды при завершении этого звена биотехники должна быть в пределах 6–8°C, а содержание кислорода выше 10 мг/дм<sup>3</sup>. Температура воды ниже этих величин ведет к замедлению развития, задержке на этапе предличинки, а более высокая температура воды вызывает необходимость кормления личинок во избежание возможной гибели их значительной части.

Отход выдержанных предличинок во время нормативной транспортировки в пакетах, флягах, контейнерах не превышает 2-3%. Всякие задержки личинок в цехе сигового завода на этапе предличинки должны подкрепляться технологией кормления живыми или искусственными кормами.

Следующее звено биотехники на сиговом рыбоводном заводе – это **подращивание личинок**. Целью подращивания является получение за возможно короткие сроки жизнестойких, активно плавающих личинок, способных потреблять мелкие формы зоопланктона, а при необходимости – специальные личиночные комбикорма (Канидьева и др., 1984; Канидьева и др., 1987; Князева, Костюничев, 1988, 1994; Пономарев, 1984, Сергиенко и др., 1989; Сергиенко, 1995).

Важный нормативный показатель – отход личинок – резко снижается во время транспортировки в пакетах, флягах, контейнерах и не превышает 1%, если подращивание с использованием корма осуществлялось в течение 10-20 сут. Одновременно процесс подращивания повышает степень жизнестойкости личинок, ощутимо увеличивает процент выхода товарной рыбы по сравнению с вселением неподрощенных личинок пеляди.

Однако, в заводских условиях личинок подращивают в небольших количествах, поскольку в личиночном цехе требуется наличие современной материальной базы, а также необходимого количества «стартового» корма – живого или гранулированного.

Внедрение комплекса оборудования конструкции СибрыбНИИ-проект на сиговых рыбоводных предприятиях позволяет механизировать трудоемкие процессы, исключает потери личинок в процессе отделения их от оболочек икры, а также при транспортировке внутри цеха, увеличивает выход качественных личинок на 10-12% по сравнению с методикой без использования перечисленного оборудования. Затраты на внедрение оборудования в инкубационном и личиночном цехах сигового завода (предприятия) окупаются за один сезон эксплуатации.

Обычно при четкой организации отгрузки личинок потребителям продолжительность выдерживания личинок пеляди озерной и речной форм не превышает 2-3 сут. Ведущими факторами в условиях рыбоводного завода в это время является температура воды и величина содержания в ней кислорода. Температура воды обуславливает не только степень активности предличинок, но и сроки перехода их к потреблению внешней пищи.

В сиговодстве достоверно установлено, что пребывание предличинок длительное время в воде с температурой 2-4°C на первом этапе развития, даже при наличии доступного по размерам корма, не сти-

мулирует процесс поимки зоопланктеров, обрекая первых на голодание, истощение и высокую смертность (отход). Наоборот, диапазон температур 8-12° при содержании кислорода 10 мг/дм<sup>3</sup> и выше способствует переходу всех без исключения предличинок во второй этап личиночного развития, вызывает у них потребность активно потреблять корм, достигая высокой степени накормленности и нормально расти, соответствуя остальным последовательным этапам и стадиям личиночного периода развития (см. таблицы 31-32, рис. 58-62).

Рассмотрим важный технологический процесс сигового предприятия – вылупление эмбрионов из оболочки икры и их подготовку к выдерживанию и подращиванию.

При отсутствии механизированной линии очистка подвижных эмбрионов-предличинок от оболочки производится вручную. Для этого из садка-уловителя предличинок при помощи шланга переводят в непроточную емкость. Здесь оболочки икры в течение нескольких минут оседают на дно, а затем удаляются с помощью сифона. Использовать сачки для отлова и пересадки личинок на этапе предличинки и позднее нельзя, так как данная процедура повреждает нежную плавниковую кайму и приводит к их гибели.

В Тобольском сиговом рыбоводном заводе, оборудованном специальной механизированной линией конструкции СибрыбНИИ-проект, вылупившиеся эмбрионы пеляди и других сиговых в аппаратах Вейса поднимаются в верхние слои и по направляющему желобу с водой выносятся в личинкоуловитель.

#### *Личинкоотделитель*

Личинкоотделитель для сиговых рыб применяется в механизированных линиях инкубации икры и выдерживания личинок (предличинок). Он предназначен для приема воды, предличинок и оболочек икры, поступающей из инкубационных аппаратов концентрации предличинок и оболочек, отделения предличинок от оболочек икры.

Личинкоотделитель включает следующие основные компоненты: бак-водоотделитель; бак-отстойник; лоток приемный.

Расход воды, поступающей из инкубационных аппаратов, л/с:

бак-водоотделитель, не более	10
бак-отстойник	0-0,2

Количество аппаратов Вейса, обслуживаемых одним личинкоотделителем: при инкубации икры 120, при вылуплении предличинок 60 шт.

Степень очистки личинок от оболочек икры, например, по пеляди, при условии поступления в бак-отстойник воды в пределах 0,1-0,13 л/с (6-8 л/мин) и личинок (предличинок) от 90 до 100 шт./с (0,3-0,4 млн. шт./ч) составляет не менее 90%. Отход личинок (предличинок) – не более 0,1%.

Личинкоотделитель (рис. 53) состоит из бака-водоотделителя и бака-отстойника, соединенных между собой переливным шлангом с зажимом. В баке-водоотделителе расположен сетчатый садок, имеющий в продольном сечении клинообразную форму. В нижней части садка расположена рамка, которая придает ему необходимую форму. Стенки бака с трех сторон имеют в верхней части отверстия, а с наружной стороны – лотки для слива воды. На торцевой стенке ниже уровня воды в баке расположен сливной патрубок. Один конец патрубка входит в суженую часть садка, а на другой крепится переливной шланг.

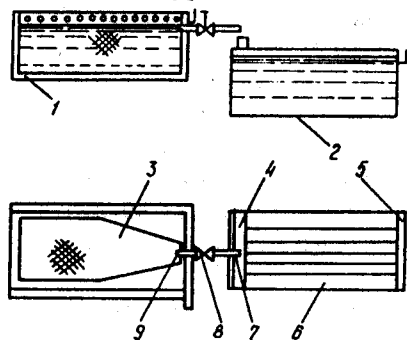


Рис. 53. Личинкоотделитель:  
1 - бак-водоотделитель; 2 - бак-отстойник; 3 - сетчатый садок;  
4 - приемный лоток; 5 - сливной лоток;  
6 - делитель потока;  
7 - переливной шланг; 8 - зажим;  
9 - сливной патрубок

Садок в месте, где проходит патрубок через сетку, имеет уплотнитель, состоящий из двух металлических шайб, между которыми с помощью винтов и гаек зажата резиновая прокладка. Внутренний диаметр резиновой прокладки несколько меньше наружного диаметра патрубка, что предотвращает утечку личинок из садка.

Бак-отстойник представляет собой емкость прямоугольной формы, изготовленную из листов алюминиевого сплава. Бак оборудован делителем потока и сливным лотком. Сверху на баке-отстойнике установлен приемный лоток. В днище лотка расположены семь патрубков. Шесть из них имеют насадки, регулирующие расход воды, а один является переливным.

Принцип работы личинкоотделителя состоит в следующем. Личинки (предличинки) выносятся водой вместе с оболочками из инкубационных аппаратов и сливаются в садок бака-водоотделителя у стенки, противоположной патрубку. Основная масса воды проходит через сетчатый садок и отверстия в стенках бака, сливаясь по желобу в канализацию. При этом в садке из бака-водоотделителя и по патрубку, переливному шлангу с небольшим количеством воды переливаются в приемный лоток. Из него личинки и оболочки икры посредством насадок распределяются по отсекам делителя потока. В отсеках создается такой режим движения воды, при котором оболочки оседают на дно, а личинки потоком воды выносятся из бака и по сливному лотку подаются в бассейны для выдерживания.

### Бассейн для выдерживания личинок (предличинок)

Бассейн предназначен для выдерживания личинок в период после их вылупления, а также для их подращивания в течение одной-двух недель и может применяться на предприятиях, занимающихся не только инкубацией икры, но и производством жизнестойкого посадочного материала. Бассейны входят в состав комплекта оборудования для инкубационно-личиночных сиговых цехов и заводов.

#### Техническая характеристика

Количество выдерживаемых личинок (предличинок) при температуре воды не более 5°C, млн. шт.:	
чира, муксуна, омуля, сига	1,0
пеляди	2,5
ряпушки, рипуса	3,0
Расход воды, л/с, не более	0,3
Вместимость ванны, л	1000
Габаритные размеры, мм:	
длина	2160
ширина	1160
высота	900
Масса, кг (без воды)	93

Отход личинок (предличинок) при выдерживании незначительный – не более 3,0%. Бассейн для выдерживания личинок сиговых рыб (рис. 54) состоит из рамы и установленной на ней ванны. В

ванне расположен садок, в котором находится водораспределитель.

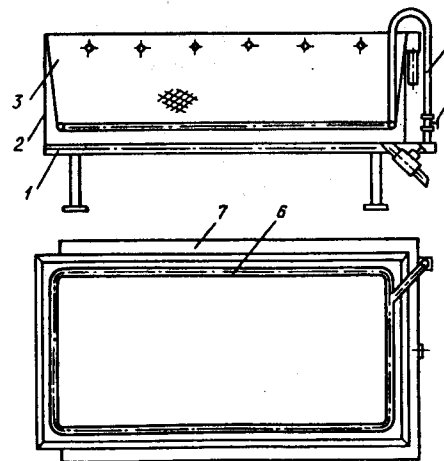


Рис. 54. Бассейн для выдерживания личинок (предличинок): 1 - рама; 2 - ванна;  
3 - садок; 4 - шланг; 5 - вентиль;  
6 - желоба; 7 - водораспределитель

Рама бассейна представляет собой сварную конструкцию, выполненную из стальных водогазопроводных труб и уголков. К одной из продольных труб приварены с обоих концов ниппели. При установке бассейнов в ряд эти трубы соединяют между собой гибким шлангом, что и становится напорным трубопроводом. Рама снабжена ограничителями, фиксирующими ванну в заданном положении. Ванна сварена из листового алюминия. В верхней части ван-

ны по периметру с трех сторон просверлены отверстия для отвода воды, а с наружной стороны приварены желоба. На отфланцовке ванны по периметру расположены винты для крепления садка.

Садок шит из капроновой ткани для мельничных сит. В верхней части садка пришиты петли, которыми он крепится к ванне.

Водораспределитель представляет собой рамку, выгнутую из алюминиевой трубы круглого сечения. В рамке просверлено два ряда отверстий, через которые вода поступает в ванну. Водораспределитель присоединяется к системе водоснабжения гибким шлангом. Рамка состоит из двух соединенных штуцерами частей для удобства чистки труб. Личинок загружают в бассейн с предварительно отрегулированным расходом воды. Количество загруженных личинок и расход воды зависят от вида рыбы и температуры воды. Расход воды регулируется вентилем. Вода подается водораспределителем по всему периметру ванны, равномерно сливается через сливные отверстия в ее стенках и по желобам отводится в канализацию. Такая система водообмена позволяет избежать возникновения застойных зон в садке и, следовательно, увеличить количество выдерживаемых либо подращиваемых личинок.

После завершения биотехнического процесса выдерживания личинок перед их выгрузкой необходимо убрать водораспределитель и подсушить садок, увеличив тем самым концентрацию личинок.

Следующая технологическая операция заключается в отправке личинок (подвижных эмбрионов) потребителям для зарыбления выростных или нагульных водоемов. Часть личинок оставляют в личиночном цехе для подращивания в течение 2-3 недель, учитывая необходимость зарыбления нагульных озер с наличием верховки и других малоценных рыб.

Подробнее о технологии транспортировки личинок изложено ниже.

## 9.2. Подращивание личинок

В настоящее время на Урале и Западной Сибири подращивание личинок сиговых рыб в большинстве случаев осуществляется непосредственно в нагульных рыбоводных хозяйствах, доставленных туда потребителями из зональных инкубационно-личиночных цехов (заводов).

### 9.2.1. Подращивание в лотках

Преимущество этого метода заключается в возможности получения жизнестойкой молоди вне зависимости от неблагоприятных погодных условий, но при обеспечении молоди необходимым кормом (Сергиенко, 1995). Подращивать личинок пеляди в стандартных стек-

лопластиковых лотках размером 4,0х0,7х0,6 м целесообразно 11-12 суток, в течение которых при оптимальных условиях температуры воды (8-14°C), содержания кислорода не менее 10 мг/дм<sup>3</sup> и достаточном кормлении они достигают длины 14-15 мм и массы 20-25 мг.

Такой посадочный материал позволяет зарыблять нагульные озера с карасевым ихтиоценозом при выживании до 50% и более, а выход (улов) товарных сеголетков от 1 млн. подрощенных личинок вместо обычных 10 т увеличивается до 20 т.

Появление верховки в карасевых озерах Зауралья и Западной Сибири обязывает рыбохозяйственников повысить степень защищенности личинок пеляди, равноценно и других сиговых, увеличивая размерно-весовые показатели в результате их подращивания 15-20 сут до длины 21-22 мм и массы 40 мг и более.

Обычно выростные лотки размещают под навесом с защитой от ветра и солнечных лучей: в пределах сигового рыбоводного завода или непосредственно на берегу нагульного водоема. Во избежание выхода личинок на водовыпуске каждого лотка устанавливают фильтры-«фонари» из капронового газа-сита. Водообмен в лотках регулируется из расчета полной смены воды за 1,5 часа. Вода подается в виде падающей и разбивающейся струи для повышения насыщенности кислородом. Плотность посадки личинок в возрасте 1-2 сут может достигать 0,5-0,6 млн. шт./м<sup>2</sup>. Кормление следует начинать через 3-4 часа после размещения личинок (предличинок) в лотки.

В Тобольском сиговом рыбоводном заводе в качестве корма используют науплиев рачка - артемии.

В настоящее время на этом сиговом рыбоводном заводе (Сергиенко, 1995) применяется следующая технология:

- выдерживание свободных эмбрионов пеляди (предличинок) не более 3-4 сут при плотности посадки 2500 шт./л в бассейне (стандартный лоток) с размерами 4,2х0,7х0,6 м;
- процесс подращивания личинок пеляди подразделяют на два периода: первый - до завершения рассасывания жировой капли в желточном мешке (возраст 4-5 сут), что протекает при температуре воды от 4-5 до 8°C и плотности посадки 700 шт./л; второй - с начала третьего этапа развития личинок (полное экзогенное питание), что предусматривает уменьшение плотности до 200-300 шт./л, а температура воды должна быть в пределах 14-18°C;
- подкармливание личинок в первые дни декапсулированными яйцами и науплиями артемии, затем личиночными кормами рецепта ГосНИОРХ или типа ЭКВИЗО;

– для повышения жизнестойкости свободных эмбрионов пеляди проводят их обработку ПАБК с концентрацией 0,001-0,0005% в течение 7-16 часов (Князев и др., 1995).

Для зарыбления высококормных озер с карасевым ихтиоценозом достаточно осуществить подращивание личинок с применением живых кормов в течение 7-8 сут и вселять их в нагульные водоемы.

На северо-западе России (Князева, Костюничев, 1988) в лотках подращивают личинок пеляди при значительно меньшей плотности посадки – 35-60 тыс. шт./м<sup>2</sup>, а в качестве корма используют искусственные корма ЛС-81 и МС-84 рецептуры ГосНИОРХ. Нормативные рекомендации по подращиванию личинок представлены в таблице 30.

Таблица 30

Подращивание личинок пеляди в лотках с применением искусственных кормов рецептуры ГосНИОРХ (по Л.М. Князевой, В.В. Костюничеву, 1988)

Показатель	Единица измерения	Величина
Площадь лотка ЛПЛ	м <sup>2</sup>	2,8
Глубина слоя воды	м	0,25
Расход воды	м <sup>3</sup> /ч	1,5-2,0
Температура воды	°С	10-15
Продолжительность выращивания	сутки	30
Штучная масса личинок:		
при посадке	мг	3-4
при вылове	мг	50
Рецептура кормов		
Диаметр крупки для личинок массой:		
3-10 мг	мм	до 0,25
10-20 мг	мм	0,25
20-50 мг	мм	0,50
Частота кормления	раз/сутки	16
Коэффициент оплаты корма		2,5
Плотность посадки	тыс. шт./м <sup>2</sup>	35,0
Выживаемость	%	90
Рыбпродукция	кг/м <sup>2</sup>	1,6
Суточная норма корма	%	10-20

### 9.2.2. Подращивание в бассейнах

Подращивание личинок в бассейнах, размещенных в сиговых рыбобудных заводах либо на выростных базах вблизи нагульных водоемов, осуществляется во многих регионах России.

Институт ВНИИПРХ (Канидьева и др., 1987) разработал технологию подращивания пеляди и других сиговых со следующими нормативными решениями:

– выращивание осуществляется в бассейнах с круговым движе-

нием воды площадью от 1 до 4 м<sup>2</sup>, глубина рабочего слоя воды 0,3-0,4 м; до возраста 7-8 сут оптимальная плотность посадки составляет 150-200 тыс. шт./м<sup>2</sup>, в возрасте 8-15 сут – 75-100 тыс. шт./м<sup>2</sup>, в возрасте 15-25 сут – не более 30 тыс. шт./м<sup>2</sup>;

– оптимальная плотность посадки является важным фактором образования стаи и появления поискового рефлекса;

– оптимальный диапазон температуры воды в пределах 12-18°С, а содержание кислорода в воде 7-10 мг/дм<sup>3</sup>;

– постоянная проточность воды в первые 7-8 сут подращивания личинок должна составлять 2-3 л/мин при уровне воды в выростных емкостях 0,3-0,4 м, затем до возраста 15 сут расход воды увеличивают до 5 л/мин, а последние этапы личиночного развития оптимально протекают при расходе воды 12-15 л/мин и его уровне 0,4 м.

Процесс очистки лотков и бассейнов – стенок и дна от обрастания и осадков постоянный – не менее 2 раз в сутки; вода, поступающая в рыбобудные емкости, предварительно должна быть пропущена через градирию или отстойники, чтобы не вызывать газопузырьковую болезнь молоди сиговых, что может возникать при резком изменении температуры воды и давления.

СибрыбНИИпроект разработал круглый бассейн (рис. 55) для под-

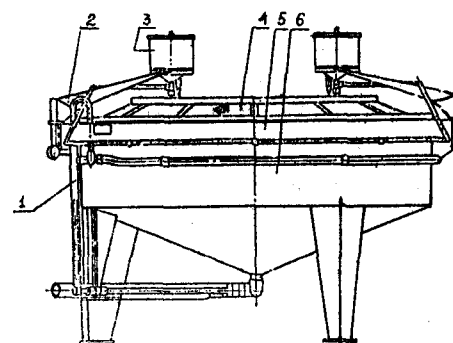


Рис. 55. Бассейн для подращивания личинок: 1 - емкость; 2 - опоры; 3 - бачок для подачи живого или гранулированного корма; 4 - фильтр; 5 - желоб; 6 - шланг для отвода воды в канализацию

ращивания личинок в течение 2-3 недель, который весьма эффективен в эксплуатации (Гилев, 1985). В одном бассейне можно одновременно подращивать не менее 0,5 млн. личинок пеляди или других сиговых рыб. Причем, достигаются лучшие результаты при подращивании, когда температура воды равна 14-18°С (Сергиенко, 1995).

По сравнению со стеклопластиковыми лотками в круглом бассейне плотность посадки личинок увеличена в 3-4 раза, а

условия циркуляции воды исключают застойные зоны, благодаря чему в бассейне лучше поддерживать высокие концентрации кислорода и очищать дно от различных осадков.

### 9.2.3. Подращивание в садках

Подращивание личинок сиговых рыб осуществляется во многих рыбободных хозяйствах России, Беларуси, Польше, Финляндии.

Садки из газ-сита № 15-19 размещают на понтонах любой конструкции в глубоких зонах озер, прудов и водохранилищ, но обязательно в защищенных от волнобоя местах. Наилучший эффект подращивания личинок пеляди и других сиговых рыб достигается при использовании подводного источника света (электrolампы мощностью 60 ватт от сети с напряжением 24 вольта от понижающего трансформатора). Внесение гранулированных кормов рецептов ВНИИПРХ или ГосНИОРХ (или импортных - подобных им) с привлечением в ночное время мелких форм зоопланктона обеспечивает высокий темп роста личинок и их выживаемость - до 70-85%.

Несмотря на определенную трудоемкость и некоторые материальные затраты, результаты от вселения подращенных личинок в течение 15-20 сут многократно возмещаются итогами выращивания жизнестойкой молоди либо товарной продукции благодаря высокой биологической выживаемости, составляющей, например, по нагульным озерам 50-65%. (Обмен опытом по подращиванию в поликультуре рыбопосадочного материала в озерных товарных рыбных хозяйствах. - Тюмень: СибрыбНИИпроект, 1982. - 126 с; Канидьев и др., 1984, 1987; Михеев, Михеева, 1984; Пономарев, 1984; Мухачев, 1989; Marciak, Uryn, Zachawieja, 1976).

### 9.3. Транспортировка личинок пеляди

Выгрузку личинок из бассейнов личиночного цеха производят с предварительной «подсушкой» сетчатого садка, из которого личинок переносят в тазы в ёмкости с водой для просчета и последующей заливке в транспортировочные пакеты.

Транспортировку личинок из сиговых рыбободных цехов и заводов производят по методу Центральной производственно-акклиматизационной станции в двухслойных полиэтиленовых пакетах общим объемом 45-50 дм<sup>3</sup> (Орлов и др., 1974).

Стандартные пакеты изготавливают длиной 70 см из полиэтиленового рукава шириной 40-50 см. Толщина пленки 0,1-0,15 мм. Для изготовления одного пакета отрезают рукав длиной 2,3 м, перевязывают посредине узлом и вывертывают, чтобы «рабочий объём» 45-50 дм<sup>3</sup> был гарантирован после последующей герметической закупорки загруженного пакета. В каждый пакет, установленный в широкий эмалированный таз, вначале заливают 20 л чистой воды из цеха, а затем личинок пеляди или других сиговых. После чего в пакет закачивают 35-40 дм<sup>3</sup> чистого кислорода через регулятор с

манометром из баллона и герметически закупоривают его. Обычно в один пакет помещают 100 тыс. личинок 2-4-суточного возраста (питающихся за счет желтка эндогенно). Плотность посадки подращенных личинок на основе кормления в бассейнах или лотках цеха не должна превышать 50 тыс. шт.

Просчет количества личинок с помощью мерного черпака осуществляют «по визуальному эталону» средней пробы, точность которого должна постоянно проверяться. Основное условие при этом, повышающее достоверность «визуального счета», заключается в соблюдении одинакового объема воды в пакетах и «эталонной емкости». Закупоренные пакеты, предварительно помещенные в коробки, мешки или другую упаковочную тару, должны укладываться горизонтально, что соответствует наибольшей площади контакта поверхности воды с кислородом. Транспортировка личинок в пакетах не должна превышать 16-20 ч. При прибытии к водоему вселения пакеты опускают в водоем для выравнивания температуры, что является температурной акклиматизацией личинок к новым условиям.

Для надежной транспортировки личинок сиговых рыб более суток институт СибрыбНИИпроект разработал специальный контейнер (рис. 56). В нем можно перевозить не только личинок, но и подращенную молодь сиговых и других рыб.

Контейнер состоит из алюминиевой емкости, оборудованной системой аэрации. В систему входят кислородный баллон с редуктором давления, игольчатый клапан для регулирования расхода кислорода и аэрационный узел, распылитель которого выполнен из порошка титана. Подача кислорода из баллона к узлу аэрации осуществляется через шланг.

В контейнер с предварительно заряженным кислородным баллоном загружают личинок сиговых или других рыб и включают систему аэрации. Кислород из баллона поступает в редуктор, где его давление снижается до 0,2-0,3 МПа (2-3 кгс/см<sup>2</sup>), и по шлангу подается в аэрационный узел. Проходя через поры распылителя, кислород дробится на мельчайшие пузырьки, что способствует хорошему растворению его в воде.

Количество загружаемых личинок сиговых (пелядь, рипус, ряпушка, муксун, чир и др.) зависит от длительности транспортировки и температуры воды:

Количество личинок, тыс. шт.	1000	900	800	700	600	500	400	300
Время транспортировки при температуре воды до 10°C, ч	4	7	10	13	16	19	30	35

Загруженные контейнеры доставляют на водоемы любым видом транспорта. Загрузка контейнера производится одним опытным рыбободом, погрузка его в транспорт - двумя рабочими.

### Техническая характеристика

Вместимость контейнера, дм <sup>3</sup> (л)	39
Время транспортировки без дозарядки баллона, ч	30
Вместимость кислородного баллона, дм <sup>3</sup> (л)	2
Масса контейнера, кг:	
порожного	16
загруженного	55

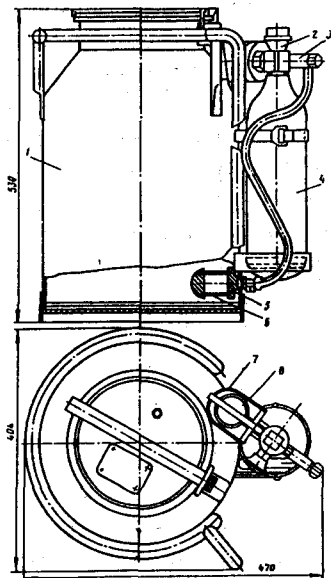


Рис. 56. Контейнер для транспортировки личинок и молоди рыб: 1 - флага; 2 - редуктор; 3 - игольчатый клапан; 4 - кислородный баллон; 5 - корпус аэрационного узла; 6 - распылитель аэрационного узла; 7 - защитный кожух; 8 - манометр

Качественная работа специализированных небольших инкубационно-личиночных цехов позволяет решать задачи по самообеспечению нагульных акваторий рыбхозов необходимым посадочным материалом сиговых рыб.

Например, наличие сиговых инкубационно-личиночных цехов мощностью по закладке икры 50 млн. и соответствующем количестве выростных прудов в составе рыбопитомников на Верхнеуральском и Ириклинском водохранилищах позволяет местным рыбхозам культивировать пелядь и сига по пастбищной технологии в поликультуре с лещом, судаком, карпом и другими рыбами, свойственными фауне верхнего течения р. Урал.

Имеющиеся сиговые инкубационно-личиночные цехи на Новосибирском водохранилище (ниже плотины ГЭС и в его верховьях вблизи г. Камень-на-Оби) позволяют эффективно использовать речную пелядь и других ценных рыб для укрепления их запасов в бассейне Оби и для товарного выращивания в больших и малых озерах Новосибирской области и Алтайского края.

Воспроизводственные центры сиговых рыб целесообразно создать на Средней Оби в пределах Томской области и Ханты-Мансийского автономного округа.

Для эффективного процесса подращивания личинок требуются знания об этапности развития и требования личинок к факторам абиотической и биотической среды как в условиях личиночного цеха сигового рыбоводного предприятия, так и выростных водоемов (прудах, озерах, садках и бассейнах). С этой целью ниже приведены данные о личиночном периоде развития пеляди.

## 9.4. Биологический контроль качества в личиночном цехе

Рыбовод, работающий на сиговом рыбоводном заводе, обязан безошибочно определять видовую принадлежность личинок и их основные морфологические признаки, чтобы обоснованно обеспечивать оптимальные для каждого вида биотехнические условия выдерживания и подращивания.

Обязательными для рыбоведа сигового завода являются знания и оказываемые консультации по условиям транспортировки отгружаемого посадочного материала, степени его жизнестойкости в определенном (оптимальном) диапазоне внешней среды и соблюдении необходимых мер при осуществлении зарыбления водоема.

Внешние признаки личинок разных видов и их качество (вид, возраст в днях, количество и другие показатели) должны указываться в сопроводительном сертификате при их отгрузке получателю из личиночного цеха рыбоводного предприятия.

Прежде всего, следует напомнить из основ ихтиологии, что личиночный период индивидуального развития рыб (Васнецов, 1953) подразделяется на следующие этапы:

**Этап А** - вылупившиеся эмбрионы - предличинки с желтком, плавательный пузырь не наполнен воздухом.

**Этап В** - эмбрионы с желтком, плавательный пузырь наполнен воздухом (просматривается на свет), появляется закладка хвостового плавника (скопление клеток мезенхимы).

**Этап С<sub>1</sub>** - желтка нет, появляются закладки спинного и анального плавников, в хвостовом плавнике появляются мезенхимные лучи.

**Этап С<sub>2</sub>** - появление лучей в хвостовом плавнике.

**Этап D<sub>1</sub>** - становление плавательного пузыря двухкамерным; появление зачатков спинного, анального и брюшных плавников.

**Этап D<sub>2</sub>** - усложнение строения плавников.

**Этап Е** - во всех плавниках хорошо развиваются костные лучи, исчезновение плавниковой складки.

В общем виде этапы личиночного периода онтогенеза рыб представлены на рис. 57.

В личиночном периоде развития сиговых рыб ихтиологи выделяют несколько этапов (от 5 до 9). Нами использованы материалы собственных наблюдений по этапности личиночного развития пеляди, а также публикаций Л.В. Кутаевской и Л.Л. Сергиенко (1988), О.А. Лебедевой (1989), В.Д. Богданова (1983, 1997, 1998), А.В. Шестакова (1998).

В нашей работе о методах ускоренного выращивания товарной пеляди сведения о личинках касаются в большей мере пеляди, но с сопровожде-

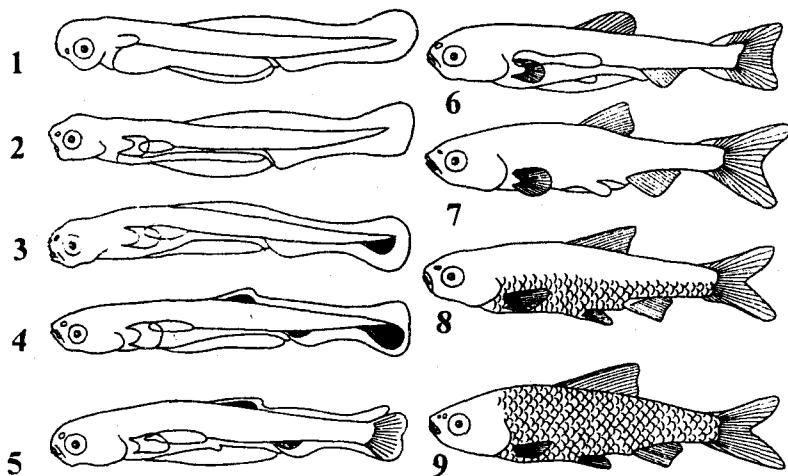


Рис. 57. Схема этапов личиночного периода развития карповых рыб (по Васнецову): 1 - этап А; 2 - этап В; 3 - этап С<sub>1</sub>; 4 - этап С<sub>2</sub>; 5 - этап D<sub>1</sub>; 6 - этап D<sub>2</sub>; 7 - этап Е; 8 - этап F; 9 - этап G.

Два последних этапа относятся к мальковому периоду развития

нием сравнительных рисунков и В.Д. Богданова (1983), позволяющих отметить основные отличительные признаки разных видов сиговых рыб.

С целью упрощения мы придерживаемся схемы личиночного развития пеляди, подразделяемой на пять этапов.

Основные их признаки следующие:

**I этап – предличинка** – эндогенное питание, от вылупления из оболочки икринки до начала внешнего питания (потребления мел-

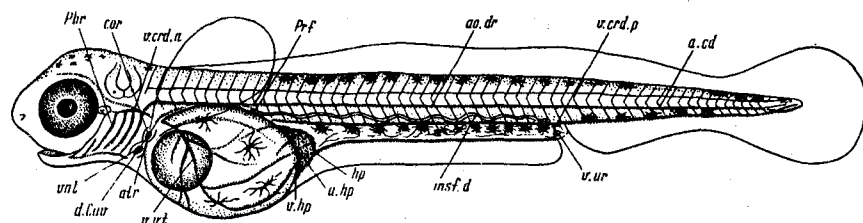


Рис. 58. Внешний вид и строение предличинки пеляди в момент вылупления из оболочки икры (по Лебедевой, 1989): a.cd. - хвостовая артерия; a.col. - кишечная артерия; a.hp. - печеночная артерия; a.ms.p. - задняя брюшечная артерия; ao.dr. - спинная аорта; arc.br. - жаберная дуга аорты; arc.hu. - гиоидная дуга аорты; art.md. - мандибулярная дуга аорты; a.sbcl. - подключичная артерия; a.sgm. - сегментальная артерия; att. - предсердие; cor. - сердце; d. Cuv. - проток Кювье; hp. - печень; msf. d. - мезонефрический проток; pbr. - глазная жабра; prf. - proneфрос; v.cd. - хвостовая вена; v.crd. a. - передняя кардинальная вена; v.crd. p. - задняя кардинальная вена; v.hp. - печеночная вена; vnt. - желудочек; v.sbip. - подкишечная вена; v.sgm. - сегментальная вена; v.vl. - желточная вена; v.ur. - мочевого пузыря

ких форм планктона). Ее внешний вид и внутреннее строение показано на рисунке 58.

Длина тела составляет в среднем 8,3 мм у речной и 9,2 мм у озерной пеляди при средней массе первой –3,0 мг, второй –3,9 мг. Предличинки ряпушки и рипуса в процессе вылупления из оболочки икры имеют длину тела 7,5–7,7 мм, а массу 2,1–2,3 мг.

Морфометрические показатели личинок сиговых на этапе предличинки приведены в таблице 31.

Таблица 31

Морфометрические показатели подвижных эмбрионов сиговых после вылупления (по Л.В. Кугаевской, Л.Л. Сергиенко, 1988)

Вид	Длина, мм		Масса, мг		Масса желтка, в % от массы тела
	общая	тела	тела	желтка	
Чир	11,84±0,06 (3,46)	11,19±0,07 (4,02)	8,62	0,85	9,86
Муксун	10,94±0,05 (3,11)	10,42±0,05 (3,17)	5,90	0,39	6,61
Пыжьян	10,44±0,06 (2,97)	9,97±0,06 (3,10)	4,91	0,15	3,05
Озерная пелядь	9,23±0,03 (2,60)	8,79±0,03 (2,39)	3,94	0,24	6,09
Речная пелядь	8,89±0,04 (3,15)	8,28±0,03(3,26)	3,00	0,08	2,66
Ряпушка	7,97±0,08 (3,67)	7,52±0,03(3,99)	2,12	0,08	3,77

На этом этапе с промежутком времени в 2–3 суток вылупившиеся из оболочки икры подвижные эмбрионы получают энергию пищи от желтка и еще не способны заглатывать мелкие пищевые организмы.

Такое состояние у пеляди при низкой температуре воды (4–5°C) может длиться долго – более недели. Однако продолжительное голодание предличинок в природе ведет к их высокой смертности, а в условиях рыбоводного предприятия вынужденного голодания допускать нельзя. Поэтому на 2 или 3 суток после вылупления подвижные эмбрионы обязательно должны получать необходимый корм, для чего их размещают в лотки, садки или перевозят в пруды, а также озера карасевого типа, в которых вода прогрета до 10–12°C, и в избытке имеется доступный мелкий живой корм (более 500 мелких зоопланктеров в 1 дм<sup>3</sup>).

**II этап – смешанное питание** – от начала активного питания до полной резорбции желтка. Морфологическое развитие характеризуется выпрямлением конца хорды в хвостовом плавнике, закладкой брюшных плавников. К концу этапа желток полностью рассасывается (резорбируется). Жировая капля уменьшается. В хвостовом плавнике закладываются мезенхимные лучи – лепидотрихии. Петля хвостовой вены в лопасти плавника разветвляется. Конец хорды прямой (рис. 59 а).

Кишечник имеет вид трубки. На 2–3-й жаберных дугах личинок пеляди по 6 хорошо выраженных лепестков и 4–6 зачатков в виде бугорков. Псевдобранхия состоит из 2 лепестков, каждая сторона которых расчленена на 4 лопасти. В конце этапа у личинок пеляди в спинном и анальном плавниках появляется скопление мезенхимы.

Характер пигментации и морфометрические показатели личинок сиговых на этапе смешанного питания (по Л.В. Кугаевской, Л.Л. Сергиенко, 1988)

Показатель	Чир	Муксун	Пыжьян	Пелядь озерная
Места пигментации	Интенсивно в области среднего, переднего мозга, обонятельных долей, жаберных крышек, жаберных дуг. На спине крупные звездчатые клетки меланофор не соприкасаются друг с другом. На брюшной стороне меланофоры расположены в два ряда. В конце этапа начинается пигментация дорсальной стороны туловища. Хвостовой плавник не пигментирован.	Интенсивно в области среднего, переднего мозга, обонятельных долей; в начале жаберных крышек, жаберных дуг, хвостового плавника. На спине полужвездчатые клетки меланофор слабо окрашенные. В области кишечника два ряда сильно развитых слабо окрашенных клеток	Интенсивно в области среднего, переднего мозга, обонятельных долей, жаберных крышек, жаберных дуг, начале хвостового плавника. На спине и в области кишечника крупные черные звездчатые, очень развитые клетки меланофор иногда образуют сплошную цепочку. Сохраняется зеленый пигмент на спине и голове.	В области среднего мозга, передней части спины, жаберных дуг. На спине мелкие полужвездчатые и точечные клетки меланофор, последние в большом количестве. На кишечнике один ряд крупных звездчатых редко расположенных клеток. Жаберные крышки у большинства личинок не пигментированы.
Брюшные плавники	Закладываются и становятся заметными	Закладываются и становятся заметными	Закладываются и становятся заметными	У большинства личинок не заметны
Общая длина, мм	13,55	11,36	10,82	9,90
Длина тела, мм	12,65	10,80	10,35	9,42
Масса, мг	9,23	5,89	5,33	4,36

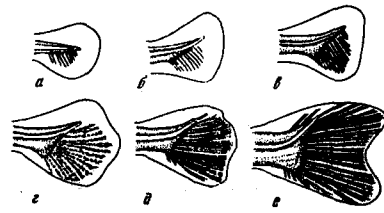


Рис. 59 Строение хвостового плавника у личинок пеляди на разных этапах развития (по Л.В. Кугаевской, Л.Л. Сергиенко, 1988): а - I этап, резорбция жировой капли; б - II этап, закладка мезенхимных лучей в хвостовом плавнике; в - III этап, начало загибания вверх уростилия; г - IV этап, полное загибание вверх уростилия; д - V этап (начало), резорбция перепончатой лопасти в хвостовом плавнике; е - V этап (завершение), образование гомоцеркального хвостового плавника

Отличительный признак выплывающихся эмбрионов пеляди - отсутствие пигментных клеток на передней части спины (рис. 60 А, Б, В), но появляются меланофоры на передней части головных отделов мозга и жаберных дуг лишь в период рассасывания желтка.

В хвостовом плавнике личинок происходит формирование 10-14 мезенхимных лучей и появляется 4-5 хорошо выраженных гипуралий. В конце этого этапа хорда в хвостовом отделе слегка приподнимается (рис. 59. б). В спинном плавнике становятся заметными от 6 до 11 мускульных почек. В анальном плавнике густое скопление мезенхимы, закладываются мускульные почки. Брюшные плавники становятся заметными и расположены на туловище выше плавниковой складки.

Диагностическими видовыми признаками личинок пеляди (Богданов, 1983, 1998; Кугаевская, 1983; Кугаевская, Сергиенко, 1988;) являются характер и интенсивность пигментации хвостового плавника, жаберных дуг, туловища, что представлено в таблице 32.

Пигментные клетки на боковой стороне туловища отсутствуют. Признаками видовой принадлежности личинок на этом этапе являются длина и масса с учетом особенностей их пигментации (рис. 61).

Продолжительность II этапа при температуре воды 11-13° и высокой обеспеченности живым кормом 3-4 сут, при меньшей температуре воды и недостатке пищи продолжительность этапа увеличивается до 8-9 сут. Длина тела 9,0-11,0 мм, при средней 10,0 мм.

III этап - полное экзогенное питание. Происходит загибание вверх уростилия. Хорда в хвостовом отделе сильно загибается вверх. Под хордой формируется 14-18 лучей. Они направлены косо вниз (рис. 62 А).

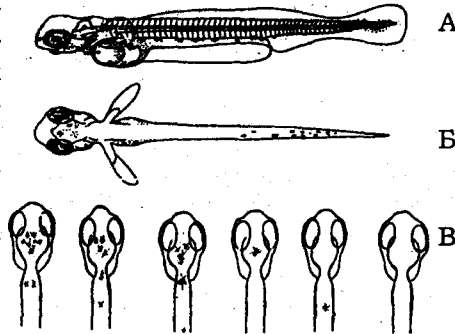


Рис. 60. Выплывшиеся предличинки пеляди:

А - вид сбоку; Б - вид сверху;

В - вариации меланиновой пигментации

Кишечник имеет расширение в области, примыкающей к печени. Зачатки жаберных лепестков закладываются до середины верхней части дуг. Появляются зачатки 10-16 жаберных лепестков в виде бугорков длиной 0,03-0,07 мм. Туловище и боковая линия личинок пеляди не пигментированы, что характерно для других видов сиговых. У пеляди в хвостовом плавнике меланофоры расположены у основания лучей. При совместном сравнительном содержании личинки речной пеляди и ряпушки значительно меньше личинок чира и других сигов.

По сравнению с ряпушкой у пеляди меньше туловищных сегментов, сильнее выемка на плавниковой кайме. Рыльная часть головы тупая. Расположение рта нижнее. При оптимальных условиях обитания (температура воды 13-15°) и достаточном обеспечении кормом продолжительность этапа не превышает 3-4 сут. Длина тела в течение этапа увеличивается с 10-11 до 17-18 мм.

IV этап - дифференциация непарных плавников. Хорда хвоста у личинок полностью загнута вверх. Лучи расположены по всей ширине хвостового плавника и направлены горизонтально назад. Количество основных лучей 19-20. Появляется первая линия членистости (рис. 59 г). Жаберные лепестки закладываются до основания

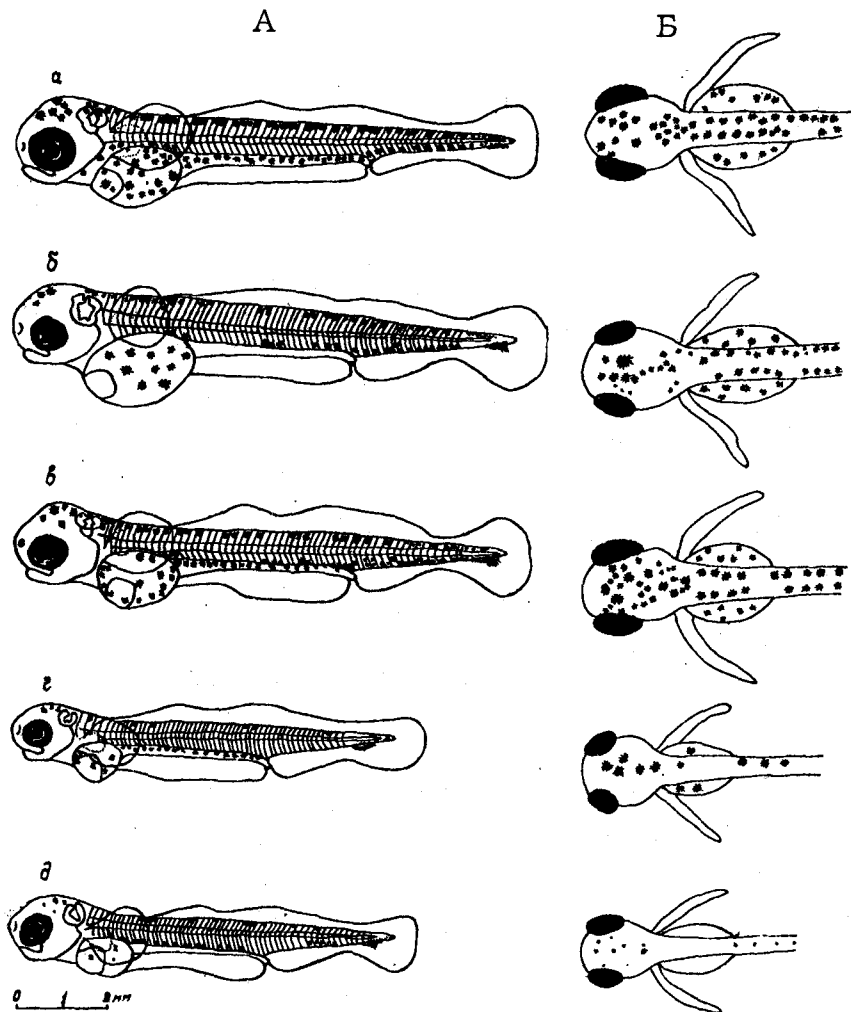


Рис. 61. Внешний вид предличинок разных видов сиговых рыб (по В.Д. Богданову, 1983): А - сбоку; Б - сверху - передняя часть тела а - чир; б - нельма; в - муксун; г - ряпушка; д - пелядь

верхней части дуг. В спинном плавнике большинства видов сиговых появляются мезенхимные лучи, но у пеляди их пока нет. Боковая линия также не пигментирована, но на туловище появляются редко разбросанные пигментные клетки: на спине преобладают точечные и звездчатые меланофоры, а на хвостовом плавнике точечные или нитчатые меланофоры у основания лучей. Завершается резорбция

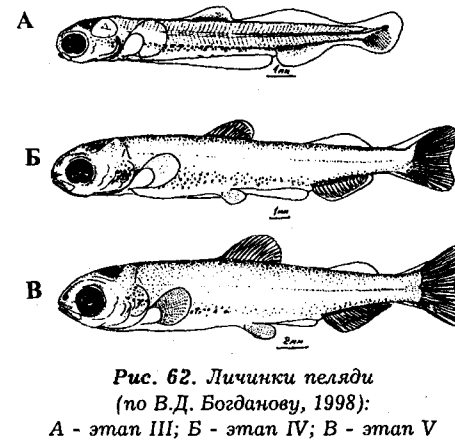


Рис. 62. Личинки пеляди (по В.Д. Богданову, 1998): А - этап III; Б - этап IV; В - этап V

надхвостовой перепончатой лопасти. В верхней части хвоста плавниковая складка уменьшается, а хвостовой плавник временно приобретает трехлопастную форму (рис. 59 д). Кишечник имеет вид расширенной трубки. Зачаток плавательного пузыря значительно удлиняется, но воздухом он не заполнен. В грудных и брюшных плавниках закладываются мезенхимные лучи в количестве 10-13, достигающие середины плавниковой складки. На первой жаберной дуге у личинок пеляди есть 15-19 жаберных тычинок. Передняя часть головы и рыло становятся закругленными (рис. 62 Б).

Личинки пеляди в это время отличаются от других видов сиговых отсутствием у большинства особей меланофор на боковой линии, в хвостовом плавнике они расположены ближе к основанию лучей. Разветвленные крупные меланофоры могут быть лишь у небольшого количества личинок на брюшной стороне тела.

**V этап** - дефинитивное формирование - от формирования лучей во всех плавниках до момента появления чешуи и исчезновения прианальной плавниковой складки (рис. 62 В).

Лучи в хвостовом плавнике приближаются к концу плавниковой складки. По бокам хвостового стебля закладываются короткие дополнительные лучи (рис. 59 е). Преанальная плавниковая складка расположена между брюшными и анальным плавниками. Плавательный пузырь заполняется воздухом. Кишечник в передней части делает коленообразный изгиб, и на нем появляются зачатки пилорических придатков. У личинок пеляди на первой жаберной дуге расположены 15-19 тычинок. Рот у пеляди и сигов-бентофагов расположен на уровне 1/3 нижнего края глаз, у личинок ряпушки (и рипуса) - на уровне середины глаз, а нижняя челюсть немного длиннее верхней. Лучи в спинном плавнике у личинок пеляди приближаются к середине плавниковой складки, в брюшных плавниках имеется 6 коротких лучей.

У личинок пеляди в отличие от других видов в хвостовом плавнике меланофоры по-прежнему сосредоточены ближе к основанию. Личинки пеляди имеют самое наименьшее антедорсальное расстояние (72,7-73,5%) по сравнению с чиром и другими сига-ми-бентофагами.

К концу этапа в пищеварительном тракте образуется петлеобразный изогнутый желудок. Боковые стороны туловища, жаберные крышки становятся серебристыми и личинки теряют прозрачность. У личинок пеляди рот находится немного ниже центра глаз, рыло вытянутое, на первой жаберной дуге 20-26 тычинок, средняя часть туловища по обеим сторонам от боковой линии не пигментирована. У личинок при средней длине тела 26 мм рыло становится удлинённым, а рот – конечным.

У ряпушки и рипуса рот расположен против центра глаз, нижняя челюсть длиннее верхней и выдается за неё, на первой жаберной дуге 17-22 тычинок. При завершении этапа накануне перехода в состояние малькового периода развития у личинок пеляди на первой жаберной дуге 26-30 тычинок длиной 0,6-0,7 мм, вентральная часть туловища слабо пигментирована. Продолжительность личиночного периода развития при температуре воды 12-15° не превышает 24-27 сут, а при существенно меньших температурах личиночное развитие может превысить 40-45 сут, что не соответствует естественному оптимуму биологии раннего развития пеляди и хозяйственным задачам при ее культивировании.

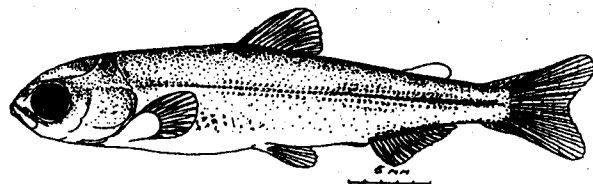


Рис. 63. Пелядь в начале малькового периода развития  
(по В.Д. Богданову, 1998)

Мальковый период развития пеляди характеризуется появлением чешуйного покрова, когда рыбки имеют длину 31-33 мм, а их масса составляет 70-85 мг (рис. 63).

## ГЛАВА 10. БИОТЕХНИКА ПРОИЗВОДСТВА ЖИЗНЕСТОЙКОЙ МОЛОДИ ПЕЛЯДИ

Метод выращивания товарных сеголетков пеляди, возникший в 60-х годах XX века, вначале базировался на доставке к водоемам вселения проинкубированной икры из сиговых рыбоводных заводов – Аракульского, Таватуйского, Уфимского и Тобольского. Проинкубированная икра помещалась в аппараты Сес-Грина (небольшие ящики с сетчатым дном и стенками), обладающих плавучестью и

устанавливаемых непосредственно на водоеме в его прибрежной зоне (рис. 64), защищенной от волнобоя. В течение 4-8 часов происходил процесс вылупления подвижных эмбрионов-предличинок из оболочек, затем их выпускали в водоем.

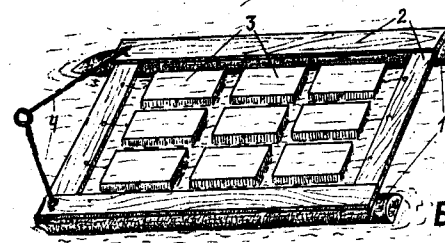
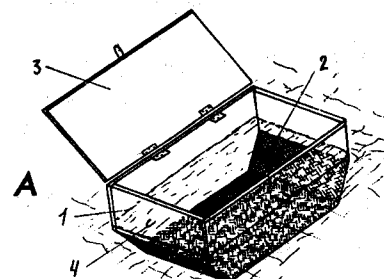


Рис. 64. Аппарат Сес-Грина (модификация К.И. Мишарина):

- А – 1 - деревянный корпус;
- 2 - металлическая сетка; 3 - крышка;
- 4 - скобы-держатели;
- Б – плот с аппаратами Сес-Грина:
- 1 - поплавок; 2 - дощатый настил;
- 3 - аппараты Сес-Грина;
- 4 - причаливающее устройство

Вселение посадочного материала на столь раннем предличиночном этапе развития, когда эмбрионы очень медленно передвигаются и не способны реагировать на опасность со стороны хищных беспозвоночных либо рыб, допустимо лишь при их отсутствии в выростном (бассейн, садок, лоток, пруд) или нагульном водоеме – пруд или озеро карасевого типа, либо обезрыбленного с помощью ихтиоцидов.

В начале 70-х годов технология транспортировки посадочного материала из сиговых рыбоводных заводов изменилась. На водоемы стали доставлять личинок сиговых рыб в полиэтиленовых пакетах. В итоге процесс выпуска личинок в водоемы вселения упростился и ускорился, но результаты зарыбления пелядью и другими сиговыми получались разными: от нулевых до 30-40% выживания (от количества вселенных личинок до осенних сеголетков).

Комплексные эколого-рыбохозяйственные исследования, сопут-

ствующие различным вариантам и методам проведения рыбоводных работ с пелядью и другими сиговыми, позволили установить наличие объективных зависимостей результатов зарыбления от следующих основных факторов:

- возраста и (обусловленной этим) степени физиологической и экологической жизнестойкости вселяемого посадочного материала;
- степени наличия доступных по размерам кормовых организмов, потребляемых посадочным материалом и их общего количества в определенном объеме воды ( $m^3$ ,  $dm^3$ );
- температуры воды как ведущего экологического фактора водоема и влияющего на жизнедеятельность вселяемого посадочного материала.

Совершенствование биотехники зарыбления водоемов с целью получения оптимальных хозяйственных результатов должно предусматривать наличие объективных и постоянных взаимозависимостей: между факторами биотической среды водоема, динамикой роста вселенной рыбы и оперативном биотехническом управлении этими параметрами.

### 10.1. Выращивание сеголетков и годовиков

Выращивание жизнестойкого посадочного материала - сеголетков и годовиков пеляди представляет высокий уровень биотехники промышленного сиговодства, что важно для технологий двухлетнего и многолетнего нагула.

Существует несколько методов выращивания жизнестойкой молодежи пеляди, которую выращивают в специализированных сиговых питомниках (прудовых или озерно-прудовых) или непосредственно культивируют сами хозяйственники внутри комплексного рыботорного предприятия.

**Первый** биотехнический метод, основанный на классическом прудовом, давно освоенном в отечественном карповодстве и форелеводстве, предусматривает выращивание в выростных прудах площадью от 10 до 30 га (можно и больше) сеголетков пеляди при общей плотности посадки подрощенных личинок 30-50 тыс. шт./га. Осенью сеголетков средней массой 20-30 г пересаживают в зимовальные пруды по 0,5-0,8 млн. шт./га. Выход годовиков обычно составляет 85-90%, что свидетельствует о приемлемости данного метода, подтверждаемого 30-летним опытом эксплуатации прудового выростного комплекса в Казанском озерном хозяйстве Тюменской области (ныне ЗАО «Казанская рыба»). В других рыбхозах на выростных прудах устанавливают небольшие аэрационные устройства и полностью сохраняют сеголетков до весны, то есть до стадии годовика. Весной годовиков развозят по нагульным водоемам.

**Второй** биотехнический метод принципиально схож с первым, но в качестве выростных водоемов используют малые хорошо облавливаемые озера заморного типа площадью до 250-300 га, т. е. с обедненным составом ихтиофауны, но аэрируемые зимой, что позволяет весной получать по 15-18 тыс. шт. годовиков в расчете на 1 га акватории.

**Третий** биотехнический метод заключается в конкретной «привязке» выростных сточных озер к нагульному водоему согласно разработкам Н.Н. Малашкина (1971). Подобные озера-спутники нагульных водоемов подпруживают плотиной высотой 1-1,5 м, благодаря чему осенью успешно осуществляется спуск сеголетков вместе с водой в нагульное озеро. Выход сеголетков из подпруженных выростных озер-спутников составляет до 10-15 тыс. шт./га, что весьма rentabelно для озерных хозяйств.

**Четвертый** биотехнический метод получения годовиков пеляди и других сиговых рыб обусловлен возможностью применения бассейнов с проточной водой, размещенных под крышей в сооружениях оранжерейного либо ангарного типа. Осенью бассейны загружают сеголетками при плотности посадки 2-4 тыс. шт./ $m^2$ , что при 3-5%-м отходе дает качественных годовиков. Данный метод является индустриальным.

Бассейновые зимовальные комплексы мощностью на 1-2 млн. годовиков (рис. 65) можно размещать не только в районах с хорошими транспортными коммуникациями, но и в районах со слабым развитием автодорог, так как годовиков перед распалением льда можно развозить в цистернах на вездеходном транспорте либо в емких контейнерах на вертолетной подвеске конструкции СибрыбНИИпроект (рис. 67).

Эта биотехника отработана и стала широко применяться за последние 35-40 лет.

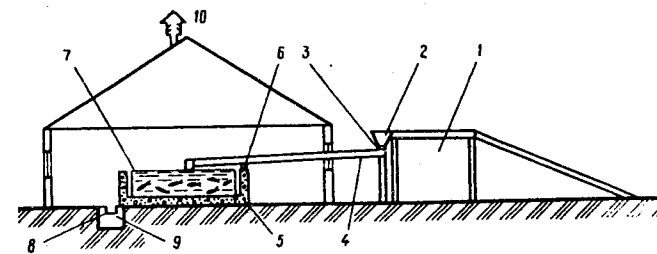


Рис. 65. Схема зимовального бассейнового комплекса для молодежи рыб:  
 1 - наружная эстакада; 2 - приемный люк; 3 - окно приемного люка для выпуска рыбы; 4 - гидрожелоб для загрузки сеголетков;  
 5 - бассейн; 6 - магистральный водопровод; 7 - заградительная решетка;  
 8 - бетонный гидрожелоб для сброса воды и вылова годовиков;  
 9 - общий рыбоуловитель; 10 - вентиляционная труба

Специалисты Главрыбвода Государственного комитета РФ по рыболовству на основе анализа эффективности использования озерных рыбхозов в разных районах нашей страны рекомендуют для стабилизации товарного рыбоводства функционирование озерно-прудовых рыбопитомников и воспроизводственных комплексов разной мощности. Главное состоит в том, чтобы приблизить места производства жизнестойкого посадочного материала пеляди и других рыб непосредственно к нагульным водоемам, и сокращать затраты на транспортные расходы.

Функционирование прудовых и промышленных рыбопитомников, работающих в качестве воспроизводственных комплексов, несмотря на увеличение затрат на строительство, в полной мере компенсируется их долговечностью, надежностью в эксплуатации, а главное стабильно высокой рентабельностью пастбищного товарного рыбоводства на внутренних водоемах России. В этой связи остаются наиболее убедительными аргументы крупного отечественного ученого-рыбоводства Л.А. Кудерского: «...будут питомники, будет и товарная рыба за счет выращивания её в озерах на естественных кормах». Такой же точки зрения придерживаются экономисты, хорошо знающие суть рыбного хозяйства и преимущества рыбоводства (Титова, 1994; Трямкин, 1995).

Экономическая сторона вопроса о преимуществах выращивания жизнестойкой молоди пеляди (и других сиговых) вместо личинок в водоемы со сложным составом рыбного населения давно решена. Выпуск жизнестойкой молоди позволяет получать гарантированный улов пеляди (сиговых) в размере 150-170 т и более в расчете на 1 млн. годовиков (или сеголетков, вселяемых осенью в незаморное нагульное озеро).

#### Пятый комбинированный метод.

Специалисты института ГосНИОРХ (Князева, Костюничев, 1988, 1994) разработали и пропагандируют новую промышленную технологию выращивания молоди пеляди и других сиговых рыб. Выращивание начинают в лотках на берегу водоемов, а затем в садках, установленных на глубоких участках озер с качественной водой по всем экологическим параметрам (сумма солей, содержание кислорода, динамика температуры воды и др.) и укрытием от волнобоя.

Основу биотехники составляет кормление специализированными сиговыми кормами выращиваемой молоди и других возрастных групп рыб. Ими разработаны варианты выращивания молоди сиговых:

- в бассейнах и лотках от личинок до сеголетков массой 20-25 г;
- в лотках и бассейнах до массы 0,3-0,5 г, затем пересадка в дельевые садки и дальнейшее выращивание сеголетков до 20-25 г в садках на понтонной линии, установленной в озере.

Личинок и раннюю молодь пеляди и сигов-бентофагов выдерживают и выращивают в бассейнах шведского типа размером 2х2 м или в стандартных пластиковых лотках (4,2х0,7х0,6 м). На вытоке бассейна или лотка устанавливают фонарь (проволочный каркас с фильтром из мельничного сита). Водоснабжение из местных водоемов, но после прохождения фильтра-отстойника. Содержание кислорода в воде лотков и бассейнов должно быть высоким - не менее 10-11 мг/дм<sup>3</sup>.

Оптимальной температурой для выращивания мальков до массы 1-5 г с применением искусственных кормов - 17-19°C. Прогрев воды выше 20°C снижает результаты рыбоводного процесса. Кормление личинок стартовыми кормами начинают через 2 ч после посадки в лотки и бассейны, для чего используются автоматические микрокормораздатчики.

Нормативы биотехники выращивания молоди сиговых в бассейнах представлены в таблице 33.

Таблица 33

#### Выращивание жизнестойкой молоди сиговых в бассейнах и лотках (по Л.М. Князевой, В.В. Костюничеву, 1994)

Показатель	Выращивание в бассейнах	
	мальков	сеголетков
Площадь бассейна, м <sup>2</sup>	4	4
Глубина слоя воды, м	0,25-0,3	0,3-0,4
Температура воды, °С	16-19	10-20
Продолжительность выращивания, сут.	35	60
Штучная масса:		
при посадке	0,3 г	4,0 г
при отлове	3,5 г	20,0 г
Рецептура кормов	МС-84	МС-84
Коэффициент оплаты кормов	2	2
Плотность посадки, тыс. шт./м <sup>2</sup>	5,6	1,5
Выживаемость, %	92	95
Рыбопродукция, кг/м <sup>2</sup>	18	29

Молодь пеляди и сигов-бентофагов штучной массой 0,3-0,5 г выращивают в дельевых садках понтонной линии, установленной в глубокой части озера, но в защищенной от возможного волнобоя. Размер ячеек части озера, но в защищенной от возможного волнобоя. Размер ячеек дели 3-4 мм. При достижении молодью массы 3 г ее пересаживают в рядом расположенные садки из дели с ячейей 8 мм (табл. 34).

Суточные дозы корма ( $C_{\text{корм}}$ , г) в период выращивания корректируются в зависимости от массы молоди и температуры воды и рассчитываются по формуле:

$$C_{\text{корм}} = n \cdot K_{\text{оп}} \cdot P, \text{ где}$$

$n$  - количество выращиваемой молоди, шт.;

$K_{\text{оп}}$  - коэффициент оплаты корма;

$P$  - прирост молоди за сутки, г.

Таблица 34

Выращивание молоди пеляди и сигов-бенитофагов  
в делевых садках (по Князевой, Костюничеву, 1994)

Показатель	Выращивание молоди в делевых садках, установленных в озере:	
	до массы 3 г	до массы 20 г
Площадь садков, м <sup>2</sup>	20	20
Размер ячеек, мм	3	8
Глубина погружения, м	3	3
Проточность, м/с	не менее 0,005	не менее 0,005
Температура воды, °С	14-20	10-20
Продолжительность выращивания, сут	30	90
Штучная масса, г:		
при посадке	0,5	3
при вылове	3	20
Рецептура корма	МС-84	МС-84
Коэффициент оплаты корма	1,5	1,5
Плотность посадки, шт./м <sup>3</sup>	600	280
Выживаемость, %	90	90
Рыбопродукция, кг/м <sup>3</sup>	1,6	до 5

При выращивании сиговых рыб в садках и бассейнах на искусственных кормах необходимо периодически контролировать их физиологическое состояние. Для этого существуют простейшие методики определения гемоглобина в крови, индекса печени, упитанности по Фультону.

По возможности следует определять содержание витамина С в печени, общую жирность и жирность печени. Нормы физиолого-биохимических показателей товарных сиговых представлены в таблице 35.

Таблица 35

Физиолого-биохимические нормы сиговых, культивируемых на искусственных кормах (по Костюничеву, Князевой, Шумилиной, 1998)

Показатель	Норма	Патология при недоброкачественном корме
Гемоглобин, г%	7-11	3 и ниже
Индекс печени, г%	1,1-1,5	2,2 и выше
Упитанность по Фультону, г%	1,2-2,0	2,5 и выше
Витамин С в печени, мг%	6-12	2 и ниже
Белок в сыворотке крови, г%	4-7	3 и ниже
Общая жирность, г%	3-6	7 и выше
Жирность мышц, г%	5-7	3 и ниже

Технологии садкового сиговодства, разработанные ГосНИОРХ, адаптированы для производства жизнестойкого посадочного материала, для формирования и содержания небольших, но управляемых стад производителей и выращивания крупной товарной рыбы.

Индустриальные садково-бассейновые сиговые хозяйства перспективны на основе использования глубоких озер Южного и Среднего Урала и многих районов Западной Сибири. Для сиговодства

особенно перспективны озера Кондинского района Тюменской области, характеризующиеся благоприятными показателями водной среды для пеляди, муксуна и нельмы, потенциал которых по производству ценной товарной рыбы оценивается в 3,5-4 тыс. т в год.

Во всех технологических ситуациях, возникающих в процессе выращивания жизнестойкой молоди пеляди (аналогично и других рыб), следует придерживаться оптимизации плотности посадки личинок (мальков).

А.К. Шумилина (1989) на основе производственных экспериментов выявила оптимальные варианты плотностей посадки молоди пеляди при одинаковых рационах кормления. Суточные нормы внесения корма меняются в зависимости от массы тела растущей рыбы и температуры воды. Ею также выявлено, что увеличение плотности посадки личинок от 15 до 35 тыс. шт./м<sup>3</sup>, мальков от 5 до 10 тыс. шт./м<sup>3</sup> и сеголетков массой более 6 г от 1,0 до 1,5 тыс. шт./м<sup>3</sup> стимулирует активность питания пеляди искусственным кормом и объективно повышает их темп роста. Однако, более высокие плотности содержания рыб, даже при избытке доступного и калорийного корма, оказывают угнетающее действие из-за ухудшения среды обитания, что, по-видимому, объясняется усилением метаболической деятельности в чрезмерно плотных популяциях гидробионтов «эф-фектом Шварца» (Шварц и др., 1976).

### Использование плавучих выростных садков

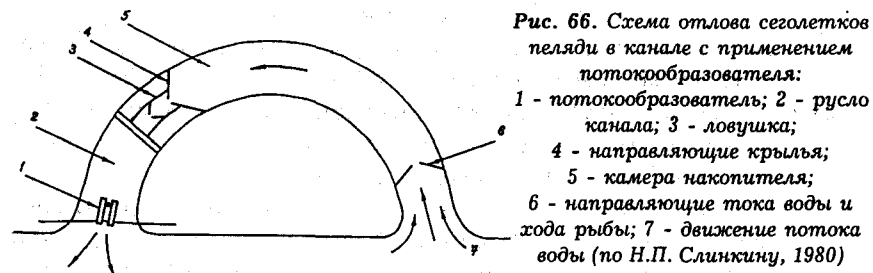
В различных регионах России (Подмосковье, Урал, Западная Сибирь, Карелия и др.) и странах Европы (Польша, Финляндия и др.) хорошие результаты получают при выращивании жизнестойкой молоди сиговых в садках, установленных в глубоких заливах озер и водохранилищ, где, как правило, температура воды весной и позднее летом всегда благоприятна и соответствует экологическим требованиям этих рыб (Михеев, Михеева, 1984).

Вариантом этой биотехники является установка подобных выростных садков в каналах с проточной водой, либо стимулируемой потокообразователем конструкции СибрыбНИИпроект. В просторные садки-планктоноуловители, установленные в канале, благодаря постоянному току воды, в значительном количестве проникают мелкие организмы зоопланктона, а личинки пеляди при обилии доступного по размерам корма, проникающего сквозь сетчатые стенки садков, интенсивно растут.

## 10.2. Методы отлова посадочного материала

Методы отлова жизнестойкой молоди пеляди (и другой рыбы), выращиваемой в выростных озерах, хорошо отработаны. Их основу составляет классический неводной лов неводом, выполненным из мелкочейного полотна. Для выростных озер-спутников, имеющих водоток в нагульное озеро, используют биологическую реакцию пеляди и других сиговых на частичный спуск объема воды озера.

Для отлова рыбы в заморных озерах используют турбоаэраторы и потокообразователи с контейнером, установленным в обводном канале (рис. 66). При этом важно создавать оптимальные скорости течения, необходимые для миграции рыбы, что повышает эффективность ее отлова.



## 10.3. Способы и условия транспортировки жизнестойкого посадочного материала

### 10.3.1. Перевозки и пересадки сеголетков и годовиков пеляди

Жизнестойкую молодь перевозят из зональных рыбопитомников или внутри рыбохозяйства специальным живорыбным транспортом в цистернах или контейнерах, установленных на автомашинах повышенной проходимости. Баки-автоцистерны типа АЦЖР емкостью от 3 до 6 м<sup>3</sup> монтируют на шасси автотранспорта. Загрузка посадочного материала пеляди осуществляется различными способами, включая переносные контейнеры объемом 60-100 и более дм<sup>3</sup> и механизированные подъемники. «Заливка» рыбы осуществляется с водой, поскольку даже кратковременное пребывание сеголетков или годовиков сиговых рыб без воды ведет к возникновению отхода посадочного материала.

Живорыбные баки-цистерны оборудуются аэрационным устройством (путем подачи кислорода из баллона через понижающий давление редуктор по шлангу).

Главное условие для безотходной перевозки посадочного мате-

риала пеляди – в соблюдении биотехники, предусматривающей низкую температуру воды (ниже 8°C) и высокое содержание кислорода – не менее 11-12 мг/дм<sup>3</sup>.

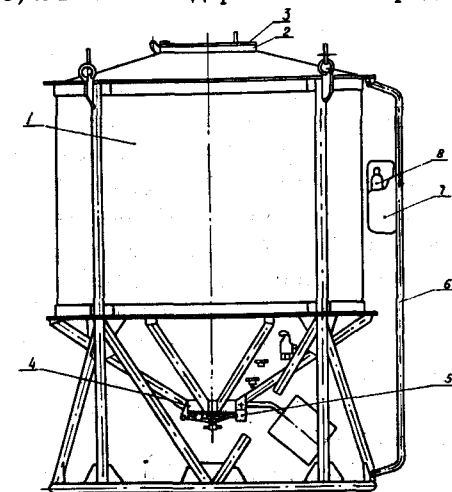


Рис. 67. Контейнер для транспортировки молоди рыб на вертолетной подвеске: 1 - емкость; 2 - люк загрузочный; 3 - крышка; 4 - люк загрузочный; 5 - затвор; 6 - лестница; 7 - шкаф; 8 - баллон кислородный

В Тюменской области в связи с развитием в 70-80 гг. озерного товарного рыбоводства действовало около 20 крупных рыбхозов. Объектами выращивания были пелядь, чир, муксун, сиг-пыжьян и их гибридные формы. В труднодоступных районах тайги на нагульные озера посадочный материал – сеголетков или годовиков сиговых рыб – доставляли в специально созданных контейнерах на вертолетной подвеске (рис. 67). В контейнере емкостью 2,5 м<sup>3</sup> за один рейс, продолжавшийся 15-25 мин, перевозили из рыбопитомников в нагульные озера 15-20 тыс. шт. молоди.

Процесс разгрузки контейнера осуществляется автоматически: вертолет зависает над озером, касаясь его поверхности днищем контейнера, благодаря чему срабатывает гидрорычаг, открывающий широко нижний люк, и вода вместе с молодью сиговых рыб за 1-1,5 мин полностью вытекает в нагульное озеро. Травмирования рыбы при выпуске не происходит.

Эту технологию применяли при транспортировке молоди осетровых рыб для зарыбления Северного Каспия. Ее используют в Канаде при выпуске покатников лососевых рыб в труднодоступные водоемы.

### 10.3.2. Пересадка молоди по водотоку

Во многих регионах России: Карелии, Северо-Западе, Западной Сибири выращенную молодь пеляди (обычно сеголетков) в малых сточных озерах, обустроенных водорегулятором и рыбоуловителем, вселяют по методу Н.Н. Малашкина, выпуская ее осенью по водото-

ку в нагульное озеро. Это высокорентабельная технология заключается в зарегулировании стока и подъеме уровня выростного водоема с помощью гидротехнического сооружения примерно на 0,8-1,2 м, благодаря чему создается возможность создания интенсивного тока воды в нагульный водоем, расположенный ниже по рельефу.

При этом важно соблюдать следующее: зона подхода молоди пеляди к водовыпуску должна быть очищена в радиусе 60-70 м от сплавин, кустарника, тростника, чтобы обеспечить повышенную скорость течения – 1-2 см/с на расстоянии за 15-20 м от водосбора, и 25-50 см/с в непосредственной близости гидросооружения.

Осенью водорегулятор открывают и молодь пеляди, увлекаемая потоком воды, скатывается в речку, текущую в нагульный водоем. При необходимости обеспечения точного учета выращенной молоди ниже водорегулятора устанавливают рыбоуловитель, который бывает разных размеров, но удобный в обслуживании для 2 рабочих-рыбоводов.

Для транспортировки молоди пеляди, а также ее производителей, по озеру или водотоку (речке или каналу) используют самодельный живорыбный садок (СЖС), разработанный Псковским отделением ГосНИОРХ (см. рис. 33), с помощью которого можно доставлять ее в необходимое по технологии место (базу для выдерживания; пункт перегрузки на живорыбный автотранспорт и др. приемлемые варианты).

## **ГЛАВА 11. ПОВЫШЕНИЕ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ОЗЕР, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ПЕЛЯДИ**

Повышение степени экологической комфортности водоемов для нагула пеляди (и другой рыбы) осуществляется за счет улучшения качества водной среды и увеличения биомассы и продукции кормовых для рыб организмов. С этой целью проводят мелиоративные мероприятия по формированию естественной кормовой базы в водоемах, что способствует увеличению выхода товарной рыбопродукции с единицы акватории.

Прежде всего, для пеляди, потребляющей различные зоопланктонные организмы, необходимо их наличие при достаточно высокой биомассе и продукции как в летне-осенний, так и зимний периоды. Формирование естественной кормовой базы позволяет соблюдать оптимальные плотности посадки молоди и стабильно выращивать нормированные для конкретной рыбоводной зоны количества товарной рыбы.

Биомассу и продукцию зоопланктона озер при выращивании пеляди в мелких озерах карасевого типа можно повышать следующими способами:

- увеличением средней глубины водоема за счет различных гидротехнических мероприятий;
- вовлечением в полезный кругооборот вещества и энергии донных минеральных и органических отложений озер путем их рыхления (взмучивания) ила специальными устройствами;
- поддержанием содержания кислорода зимой в воде озер заморного типа на высоком уровне с помощью аэрационной техники.

### **11.1. Влияние гидротехнических работ на экологические процессы в озерах**

Водохозяйственные работы на озерах степной и лесостепной зон представляют различные приёмы аккумуляции влаги с водосборной площади и направления её в озерные котловины.

Использовать приток (приходную часть водного баланса) следует весьма активно, учитывая малочисленность малых рек на юге Зауралья и Западно-Сибирской равнины и преобладание испарительного баланса на данной территории (Мезенцев, Карнацевич, 1969). Одновременно следует перекрывать пути транзитного стока

вод, излишних для какой-то конкретной котловины, либо отводить его с целью накопления в усыхающем озере (рис. 68) и подъема его уровня до оптимальных.

Рельеф, окружающий многие малые и средние озера всхолмленной равнины лесостепи и степи в Челябинской, Курганской, юга Тюменской, Омской, Новосибирской областей и аналогичных ландшафтов Алтайского края и Северного Казахстана, способствует применению водорегулирующих коренных мелиоративных работ с преимущественно рыбохозяйственной направленностью. Они эффективны и рентабельны.

На примере сооружения низконапорных плотин и дамб на озерах Казанского рыбзавода на юго-востоке Тюменской области в 1966-1968 гг. отчетливо проявилась положительная роль этих гидротехнических сооружений, так как в течение последних 35 лет средне-многолетний уровень на одамбированных озерах на 0,7-1,0 м выше по сравнению с соседними, но не подвергнутых коренной мелиорации. Благодаря гидротехническим сооружениям, максимальные и средние глубины озер увеличились на 30-35%, что положительно отразилось на всём комплексе абиотической и биотической среды водоёмов: улучшился газовый режим воды, больше стало кислорода летом и зимой, возросли биомасса и продукция зоопланктона и зообентоса озер. А главное, уловы рыбы в этих озерах стали устойчиво больше по сравнению с незарегулированными соседними водоёмами: в первой группе озер они равняются 100-200 кг/га, во второй группе — существенно меньше — всего лишь в пределах 10-45 кг/га.

Наши многолетние наблюдения позволили установить, что в периоды недостаточной увлажненности территории юга Западной Сибири (1966-1968, 1974-1978, 1982-1984) на зарегулированных и, следовательно, более глубоких озерах в годы депрессивного климата темп обмеления замедлен по сравнению с рядом расположенными, но незарегулированными мелкими водоёмами. Это, по данным

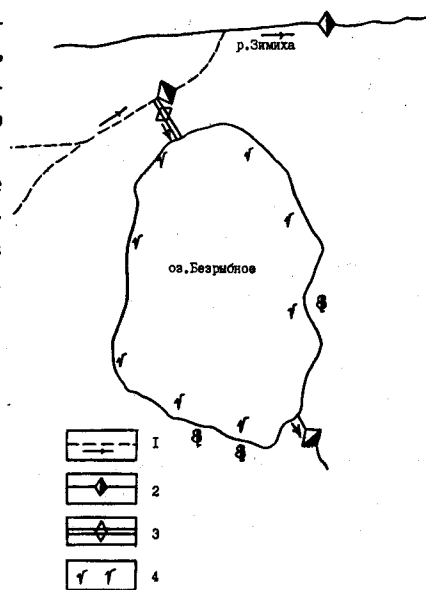


Рис. 68. Схема обводнения оз. Безрыбное (730 га): 1 - временный (весенний) сток по логу в р. Зими́ху; 2 - водорегулятор; 3 - водовод (320 м), проложенный под пашней; 4 - тростник, камьш

Г.М. Багровой (1978), изучившей подобное явление на озерах Южного Урала, обусловлено сравнительно меньшими удельными потерями тепла при испарении с поверхности более глубоких озер (на 18-23%) по сравнению с рядом расположенными, но мелкими и, следовательно, более прогреваемыми водоёмами.

Таким образом, увеличение глубины снижает скорость процесса обмеления водоёмов, делая гидротехнические мелиорации экологически полезными и хозяйственно необходимыми.

Практический опыт выращивания рыбы в зарегулированных озерах заморного типа, имеющих периодический сток в речную систему, позволяет положительно оценить роль гидротехнических сооружений, способствующих созданию оптимальных глубин в пределах 2,7-3,5 м в нагульных и выростных озерах Зауралья и Западной Сибири.

Для лесной (таёжной) зоны, где преобладают сточные, но мелководные озера, подверженные заморным явлениям, основное направление коренной мелиорации — зарегулирование стока и подъём уровня на 0,6-1,0 м. Благодаря этому снижается степень дефицита кислорода в воде зимой и облегчается отлов выращиваемых сиговых рыб, активно мигрирующих на ток воды.

К настоящему времени гидротехническое обустройство проведено на многих десятках озер Ханты-Мансийского округа, в Уватском, Вагайском, Тобольском, Ярковетском, Нижнетавдинском, Викуловском районах Тюменской области. Подобные примеры есть в практике работы рыбохозяйственных хозяйств Челябинской, Курганской, Свердловской, Новосибирской, Омской и Томской областей, Алтайского края.

Сооружение плотин и дамб высотой всего 1,0-1,2 м в самых удобных местах рельефа на вытекающей речке улучшает гидрологический режим водоёма, увеличивает кормность его для вселяемых ценных рыб, позволяя в итоге выращивать в несколько раз больше рыбы по сравнению с тем, что получали раньше до внедрения технико-мелиоративных и рыбоводных работ (Судаков, Полымский, Замятин, 1983; Судаков, Ниязов, Злоказов, 1991; Ниязов, 2001).

## 11.2. Мелиоративный эффект при рыхлении донных отложений рыбохозяйственных водоёмов

Рыхление илов в прудовом рыбоводстве применяют со времён А.Т. Болотова (Гриневский, 1953), рекомендовавшего 250 лет назад мелиорировать илы во избежание падения рыбопродуктивности прудов. Смысл этого приёма обусловлен необходимостью ускорения минерализации органического вещества донных отложений и возможностью повышения в водной среде концентрации биогенных эле-

ментов – азота, фосфора и других за счёт их миграции из илов. Механическое взмучивание донных отложений стимулирует рост «плодородия» воды, так как сразу же усиливается размножение зеленых и протокочковых водорослей, а затем – организмов зоопланктона и зообентоса, обеспечивая последовательно значительный прирост биомассы и продукции кормовых для рыб организмов.

При взмучивании донных отложений рыбохозяйственных водоёмов (Мартьянова, 1984) переход вещества илов в воду осуществляется:

- в процессе диффузии из порового раствора, заключенного в объёме взмученных отложений;
- в результате десорбции обменного аммония и фосфатов с поверхности взмученных частиц;
- вследствие минерализации взмученных частиц органического вещества.

Взмучивание или рыхление верхнего слоя ила толщиной 10-20 см, особенно в сочетании с аэрацией, высвобождает накопленные биогены, обогащает ими воду, вызывая «эффект удобрения», увеличивая в 2-4 раза биомассу планктонных и бентосных организмов. А это, в свою очередь, позволяет на той же акватории увеличить прирост ихтиомассы в такой же пропорции. Следовательно, рыхление и аэрация донных отложений заменяет химическую мелиорацию, когда вносят различные удобрения.

Для рыхления и аэрации илов институт СибрыбНИИпроект разработал агрегат-рыхлитель ила «Дно» (рис. 69).

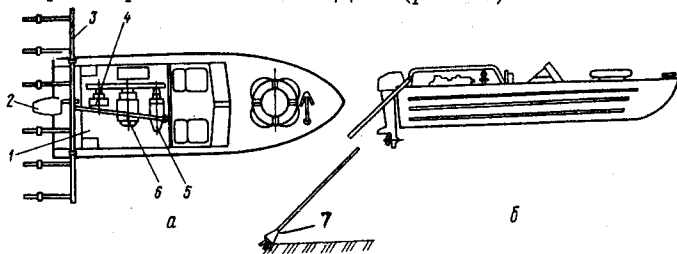


Рис. 69. Агрегат для взмучивания донных отложений:

- а – вид сверху; б – вид сбоку; 1 - лодка типа «Прогресс»; 2 - мотор подвесной;  
3 - коллектор донного рыхлителя - трубчатый; 4 - насос; 5 - компрессор;  
6 - двигатель приводной; 7 - рыхлитель ила и распылитель воздуха

Его использование на мелких озерах с мощными отложениями органического происхождения в процессе взмучивания поверхностного слоя ила временно, всего на несколько часов – 2-3 часа, снижает прозрачность воды, содержание кислорода, но затем во всей зоне рыхления содержание кислорода восстанавливается до прежних величин (7-9 мг/л) и в 3-4 раза возрастают концентрации аммонийного азота, органического фосфора и других биогенов. Че-

рез несколько суток происходит усиленное развитие различных биоорганизмов, фитопланктона, что спустя 5-7 сут способствует усилению развития организмов зоопланктона, затем зообентоса. Как правило, биомасса и продукция зоопланктона возрастает в 2,5-3 раза, а зообентоса в 1,5 раза.

Метод мелиоративного воздействия на донные отложения посредством их боронования применяют на озерах Казанского рыбозавода Тюменской области, на оз. Малый Сартлан Новосибирской области и многих других водоемах Зауралья и юга Западной Сибири.

В Челябинской области на оз. Дуванкуль (4080 га) протягивают трос-мутник с помощью двух катеров по дну водоёма, а на оз. Байнауш (520 га) используют мутник-рыхлитель в виде трала с редким сетным полотном. Эти снаряды при их 2-3-разовом протягивании по ложу озера вызывают положительный «эффект удобрения».

Агрегат подводной обработки дна конструкции Г.Ф. Костарева (1993) применяется на прудах рыбхоза «Шерья» и других различных водоемах комплексного назначения Пермской области. С помощью этого агрегата интенсивно рыхлят донные отложения нагульных прудов, что в итоге обеспечивает многократный рост биопродуктивности.

Работы по рыхлению донных отложений следует проводить в дневное время и лучше всего при наличии слабого либо умеренного ветра.

В тихую штилевую погоду взмучивать донные отложения не следует.

### 11.3. Роль аэрации в повышении продуктивности озер заморного типа

Уникальное положительное свойство – высокая кормность мелководных озер юга Западной Сибири, к сожалению, часто сопровождается возникновением сильных заморных явлений, препятствующих нормальной жизнедеятельности рыб, за исключением карасей и озерного гольяна.

Средством для устранения этого природного несоответствия является техническая аэрация воды. Оказывается (Акимов, 1993), что при работе аэраторов в водоёмах, кроме насыщения воды кислородом, проявляются одновременно эффекты изменения теплового баланса водной среды и перераспределение температуры в слоях мелководных прудов и озер.

Аэрация прудов и малых озер в процессе выращивания рыбы по интенсивной технологии позволяет:

- снизить или устранить полностью температурные, кислородные и химические различия воды в зоне аэрации;
- усилить теплообмен воды с атмосферой и верхним слоем донных отложений;

- ускорить разложение (деструкцию) органического вещества в воде и иле;
- обеспечить преобладание комплекса зелёных водорослей над сине-зелеными;
- обеспечить увеличение интенсивности потребления корма рыбами и, следовательно, скорости их массонакопления;
- повысить самоочистительную способность интенсивно эксплуатируемых рыбоводных водоёмов.

С целью эффективной помощи рыбоводным предприятиям, кооперативам и фермам институт СибрыбНИИпроект давно занимается разработкой и внедрением в практику надёжных аэрационных агрегатов разной мощности, позволяющих сохранять чувствительную к содержанию кислорода рыбу.

Обычно в естественных условиях после ледостава в ноябре в мелких озерах (с глубинами менее 5-6 м) происходит постепенное снижение содержания кислорода в воде. В декабре-январе среднесуточная скорость снижения кислорода повышается с 0,05 до 0,15 - 0,17 мг/л (см. рис. 6). Таким образом, расходуется весь запас кислорода, содержащегося в водной массе озера. Во избежание острого дефицита кислорода в воде следует включать аэрационную технику с середины ноября по март включительно.

Постоянная работа аэратора на заморном озере в течение зимы позволяет создать зону с высоким содержанием кислорода - 7-10 мг/л и сохранить имеющуюся ценную рыбу (сиговых, карпа, растительноядных и других). Один агрегат небольшой мощности способен при постоянной работе сохранить от замора водоём (озеро, пруд) площадью до 200-300 га. Два агрегата обеспечивают сохранность сиговых и карпа на озере площадью 500 га и более.

Аэрация воды ведёт к снижению концентрации аммонийного азота и к появлению нитритной и нитратной форм азота с максимумом перед распалением льда, что способствует улучшению биотической обстановки в водоёме, усилению процесса развития планктонных организмов и, следовательно, лучшей обеспеченности пеляди необходимым кормом.

В водоёмах, где гидрологические и экологические факторы благоприятны, прежде всего, для дыхания рыб, наблюдаются наиболее высокие скорости массонакопления. Одновременно отмечено, что принудительная подача кислорода в воду с помощью аэрационной техники, где его мало по естественным причинам, способствует ускорению роста рыбы. Это обусловлено тем, что улучшение кислородного режима повышает продуктивность фитопланктона, усиливает контакт воды с донными отложениями, повышает общую био-

продуктивность и рыбопродуктивность водоема, подвергаемого аэрации в среднем на 20%.

Выбор и установка того или иного агрегата зависит от акватории озера или пруда, то есть необходимой мощности техники и его КПД.

#### 11.4. Биологические мелиорации

Повышение рыбопродуктивности экосистемы озера может быть достигнуто с помощью биологических мелиораций.

Варианты «биологической мелиорации» для озера карасевого ихтиологического типа, на которых зимой эффективно работает аэрационная техника, следующие:

- вселение поликультуры быстрорастущих видов рыб;
- вселение в водоём хищных рыб, например, судака, для подавления численности многочисленных тугорослых рыб - верховки, уклей, мелкой плотвы, интенсивно потребляющих естественную кормовую базу водоёмов, которая предназначена для выращиваемых рыб;
- вселение «биомелиораторов» - белого амура и белого толстолобика для радикального очищения водоёма от излишних водорослей и макрофитов.

В товарном рыбоводстве под поликультурой понимают биологически обоснованное сочетание рыб разных видов, отличающихся друг от друга характером питания, в целях более полного использования естественной кормовой базы водоёмов и увеличения общего улова.

Наилучшим дополнением комплекса поликультуры при выращивании товарных сеголетков либо двухлетков пеляди являются карп, гибрид пелчир, караси. При наличии возможности выращивания крупной товарной рыбы, например трехлетков, в комплекс поликультуры следует включать белого амура и белого толстолобика. Это направление биомелиорации весьма эффективно для условий Урала и Западной Сибири, учитывая обилие водных растений - фитопланктона и макрофитов.

К нормированному количеству пеляди дополнительно можно вселять: годовиков карпа - 150-300 шт./га; годовиков пелчира 200-400 шт./га; годовиков белого амура - 100-200 шт./га; годовиков белого толстолобика 200-500 шт./га.

Количество вселяемого разновозрастного карася продуктивных популяций в озера Казанского рыбозавода колеблется от 50-60 до 300 шт./га, что дает высокие и рентабельные экономические результаты. Однако, все уточнения по количеству вселяемой жизнестойкой молоди в конкретный водоем следует решать на основе определения его реальной кормовой базы для планируемого комплекса поликультуры.

В случае появления в озере верховки вселение молоди судака по 20–25 шт./га способствует снижению ее численности и высвобождению кормовой продукции зоопланктона в пользу пеляди. Щука верховку потребляет мало, но молодого карпа, если его культивируют в озере карасевого типа, она активно выедает.

При разработке биотехники методов выращивания товарной пеляди на водоемах Челябинской области (Мухачев, 1965) удалось выявить возможность ее использования для снижения заболеваемости карповых рыб диграмозом и лигулезом. Биологическое очищение фауны карповых рыб озер Южного Урала А.Н. Сединкин (1966) объяснял невосприимчивостью сиговых рыб к плероцеркоидам лигул и диграмм. Пелядь, рипус, гибриды рипуса с сигом, поедая зоопланктон, включая крупные формы веслоногих рачков, являющихся первыми промежуточными хозяевами ремнецов, резко снижают их численность в озере и возможность заразить ими местных карповых рыб – плотву, язя, леща, караса, гольяна.

### 11.5. Мониторинг паразитофауны и болезней пеляди

В товарном рыбоводстве, включая сиговодство, систематически проводится ветеринарный надзор за биологическим качеством выращиваемой рыбопродукции. Поэтому в XX столетии пелядь наряду с ихтиологами, гидробиологами и рыбоведами постоянно изучали ихтиопатологи. Ими в пределах естественного ареала пеляди были выявлены следующие паразиты: цестоды, трематоды, ракообразные и нематоды. У пеляди, разводимой на Урале, Западной и Восточной Сибири, водоемах Северо-Запада России и других регионах преобладают паразитические инфузории и метацеркарии трематод.

Изменение паразитофауны у пеляди, акклиматизированной в новых водоемах, обусловлено, по мнению ихтиопатологов (Размашкин, 1989), тем, что для вселения используется икра и личинки после инкубации в рыбоводных цехах. Поэтому у большинства культивируемых групп (популяций) пеляди не стало специфических паразитов, постоянно обнаруживаемых в реках и озерах Севера России.

Из заболеваний сеголетков пеляди, выращиваемой в рыбоводных хозяйствах (бассейнах, прудах, озерах) отмечается (Размашкин, 1989) ряд заболеваний, вызываемых простейшими (ихтиофтириоз, хилодонеллез, триходинозы), трематодами (ихтиокотиллороз и диплостомоз), цестодами (протеоцефалез, дифиллоботриоз), паразитическими рачками (эргазилез, лернеоз, аргулез).

Возбудители протозоозов обитают лишь в коже (ихтиофтириозы), либо на коже и жабрах (хилодонеллы и триходины). У выращиваемой молоди, пораженной простейшими, нарушается кожное

дыхание, наблюдается изъязвление кожных покровов, а в некоторых случаях происходит гибель рыбы. Наиболее опасны протозоозы для личинок и мальков сиговых рыб, выдерживаемых в садках, бассейнах и прудах. В озерах они встречаются редко. Этим заболеванием подвержена в первую очередь молодь рыб, выращиваемая при переуплотненных посадках и имеющая плохую упитанность, пониженную резистентность.

Кислая реакция среды в озерах таежно-болотной зоны сдерживает развитие инфузорий, также как и повышенная соленость воды в озерах юга Западной Сибири. Профилактика протозоозов молоди пеляди сводится к созданию оптимальных условий для выращиваемой рыбы и исключения переуплотненных посадок.

Из паразитических рачков сеголетков пеляди поражают рачки родов Эргазилис-*Ergasilis*, Лернея-*Lernaea*, Аргулюс-*Argulus*, которые питаются жаберной тканью и кровью рыб, нанося вред самой рыбе.

Специалистами (Размашкин, 1989) разработаны меры профилактики заболеваний сиговых рыб от паразитических рачков.

Возбудителем протеоцефалеза является цестода протеоцефалус, паразитирующая в кишечнике сиговых рыб. Протеоцефалусы часто встречаются у пеляди в местах ее естественного ареала. Протеоцефалез отмечен у производителей пеляди в тех озерах, куда ранее были посажены либо взрослая рыба, инвазированная этими гельминтами из естественных водоемов (рек или озер), либо перевезены зараженными личинки или сеголетки сиговых из неблагополучных водоемов рыбхозов. Профилактика протеоцефалеза у выращиваемой пеляди заключается в подборе озер, благополучных по этому заболеванию.

Оздоровление озер, неблагополучных по протеоцефалезу заключается в проведении тотального облова и создания искусственного замора. Естественные зимние заморы также способствуют оздоровлению неблагополучных водоемов. Известны факты ликвидации протеоцефалеза в ряде озер, расположенных в лесостепной зоне Западно-Сибирского региона после последующих зимних заморозов.

Все перечисленные выше паразиты и возбудители наносят вред лишь здоровью самой пеляди, но абсолютно безопасны для теплокровных животных и человека.

У взрослой пеляди в пределах ее естественного ареала (реки, озера) довольно часто встречается заражение плероцеркоидами рода Дифиллоботриум Дендритикум и Дитрум. У речной пеляди наблюдается относительно небольшая зараженность плероцеркоидами дифиллоботриид, а у пеляди из маточных озер Севера, например, Ендырь, Пякуто, расположенных в таежно-болотной зоне, общее

число плероцеркоидов может достигать нескольких десятков и сотен экземпляров.

Сиговые рыбы являются вторыми промежуточными хозяевами дифиллоботриид, а обязательными (облигатными) хозяевами этих цестод являются рыбацкие птицы. В число факультативных окончательных хозяев *D. dendriticum* (лентеца чайчьего), как отмечено на водоемах Севера, могут входить плотоядные животные (лисы, собаки и др., а также человек, у которого он может паразитировать до полугода. В озерах лесостепи, где проводится многолетнее выращивание сиговых рыб, отмечались случаи заноса рыбацкими птицами возбудителей дифиллоботриума при их сезонных миграциях.

Необходимо, однако, подчеркнуть, что в этих озерах плероцеркоидов дифиллоботриид находят лишь у рыб старших возрастов. У товарных сеголетков и двухлетков пеляди плероцеркоиды лентеца чайчьего не были обнаружены.

Пелядь, выращиваемая в оптимальных рыбоводных условиях, практически не имеет паразитов, опасных для здоровья человека. Причем, товарные сеголетки и двухлетки пеляди, как продукт питания, являются биологически чистой деликатесной продукцией и пригодны в пищу после соответствующей технологической обработки (варка, прожарка, посол, вяление, копчение, маринование и т. п.) без каких-то ограничений.

В настоящее время основные способы промышленной технологической обработки товарных сеголетков и двухлетков общеизвестны. При этом значительный вклад в разработку и совершенствование технологии изготовления продукции из пеляди внесли специалисты СибрыбНИИпроекта на основании изучения пищевой ценности этой рыбы, ее технокимических и технологических особенностей как пищевого сырья. Много прогрессивного сделано технологами других рыбохозяйственных предприятий Сибири и Урала.

Пелядь следует характеризовать и как пищевой продукт, в наибольшей степени соответствующий диетическому питанию, особенно для людей пожилого возраста, страдающих диабетом, сосудисто-сердечными и другими заболеваниями. Об этом свидетельствуют специалисты медико-биологического профиля.

Кроме того, в мясе пеляди, согласно исследованиям радиобиологов, не накапливаются предельные концентрации радионуклидов, что также свидетельствует о целесообразности более частого употребления в пищу этой рыбы, содержащей намного больше ненасыщенных жирных кислот – полезных и оздоравливающих организм человека, концентрации которых весьма малы у других местных рыб Урала и Западной Сибири.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методы ускоренного выращивания товарной пеляди, позволяющие за полгода, год или полтора получать уловы деликатесной и рентабельной рыбы, широко используются на Урале и Западной Сибири. Специалистами созданы зональные бионормативы технологического процесса, которые, в свою очередь, являются ориентиром как для опытного, так и начинающего рыбохозяйственника. Важным итогом является «устоявшийся» среднемноголетний бионорматив выхода товарных сеголетков пеляди массой 70–200 г в количестве 10 т от 1 млн. жизнестойких личинок, а от 1 млн. сеголетков или годовиков – 150–170 т товарных двухлетков и более крупной рыбы.

Освоение пользователями биоресурсов местных водоемов биотехники рыбоводного и мелиоративного процесса создают реальные предпосылки к стабильному получению пеляди по 70–130 кг/га, что соответствует нормативным показателям озерного рыбоводства.

Усиление интереса к рыбоводству вообще, а к сиговодству – в частности, ведет к увеличению количества рыбохозяйственников, желающих осваивать биотехнику культивирования пеляди и других ценных рыб, приносит свои результаты, так как год от года отмечается рост уловов выращиваемой рыбы в местных водоемах.

Пелядь, как объект рыбоводства, является одной из выгодных рыб для климатических условий Урала, Сибири и Севера европейской России, потому что она естественно адаптирована к природной среде водоемов этих регионов.

## ЛИТЕРАТУРА

- *Акимов В.А.* Биологическая продуктивность рыбоводных прудов и пути ее повышения. - Рыбн. хоз-во. Сер. Аквакультура: Обзорная информация/ М.: ВНИЭРХ. - 1993. - Вып. 1. - 37 с.
- *Алексин О.А.* Основы гидрохимии. - Л.: Гидрометеиздат, 1970. - 440 с.
- *Алешина О.А.* Динамика зоопланктона разных биотопов заморного озера//Экологические проблемы рекультивации озер заморного типа. - Тюмень: Тюм. ГУ. 1994. - С. 111 - 135.
- *Алешина О.А.* Динамика зоопланктона эвтрофного озера при антропогенном воздействии. - Автореф. дис. канд. биол. наук. - Тюмень, 1999. - 22 с.
- *Алимов А.Ф.* Введение в продукционную гидробиологию. - Л.: Гидрометеиздат, 1989. - 152 с.
- *Алимов А.Ф.* Элементы теории функционирования водных экосистем. - СПб.: Наука, 2001. - 147 с.
- *Андряшова М.А.* Методические указания по созданию племенных маточных стад пеляди в прудовых и озерных хозяйствах. Л.: ГосНИОРХ, 1986. - 6 с.
- *Андряшова М.А.* Актуальные проблемы разведения и селекции сиговых рыб//Биология сиговых рыб. - М.: Наука. 1988. - С. 192-204.
- *Багрова Г.М.* Радиационный баланс//Ландшафтный фактор в формировании гидрологии озер Южного Урала. Л.: Наука, 1978. - С. 132-154.
- *Берг Л.С.* Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М. - Л.: Изд. АН СССР, 1948. - Ч. 1. - 466 с.
- *Березовский А.И.* Мелиорация в рыбном хозяйстве. - М. - Л.: Всес. изд. КОИЗ, 1935. - 76 с.
- *Биккинин Р.Ф.* Некоторые особенности сига из озера Банного (Южный Урал)//Изв. ГосНИОРХ, 1977. - Т. 111. - С. 49 - 53.
- *Богданов В.Д.* Видовые особенности личинок некоторых сиговых (Coregonide) рыб на этапе вылупления//Вопросы ихтиологии. 1983. - Т. 23. - Вып. 3. - С. 449-459.
- *Богданов В.Д.* Экология молоди и воспроизводство сиговых рыб Нижней Оби: Автореф. дис. докт. биол. наук. М., 1997. - 38 с.
- *Богданов В.Д.* Морфологические особенности развития и определитель личинок сиговых рыб р. Оби. Екатеринбург: УрО РАН, 1998. - 54 с.
- *Богданов В.Д., Добринская Л.А.* К рациональному использованию и охране нерестовых стад сиговых рыб Нижней Оби//Пути повышения продуктивности и рационального использования рыбных ресурсов внутренних водоемов: Тез. Докл. Тюмень/ВНТО. - 1988. - С. 7-8.
- *Богерук А.К.* Новые подходы к организации селекционно-племенного дела в рыбоводстве//Рыбоводство и рыболовство. - 2001. - № 4. - С. 14-16.
- *Болотова Н.Л.* Факторы, влияющие на выбор жертвы пелядью//Биология сиговых рыб. - М.: Наука. 1988. - С. 114-144.
- *Болотова Н.Л., Салазкин А.А., Новоселов А.П.* Питание пеляди в ареале и в новых местах обитания//Пелядь: Систематика, морфология, экология, продуктивность. - М.: Наука, 1998. - С. 94-135.
- *Букирев А.И.* Материалы по изучению Чиликановских озер//Изв. Биол. н.-иссл. ин-та при Пермском гос. ун-те. - Пермь. - 1935. - Т. 10. - Вып. 1-2. С. 67-101.
- *Бурдиян Б.Г.* Биологические основы выращивания двухлеток пеляди в заморных озерах Западной Сибири: Автореф. дис. канд. биол. наук. - Л.: ГосНИОРХ. - 1975. - 20 с.
- *Бурдиян Б.Г., Мухачев И.С.* Выращивание товарной рыбы в озерах (Опыт Казанского опытно-показательного озерного рыбхоза). - М.: Пищевая промышленность, 1975. - 63 с.
- *Бурдиян Б.Г., Мухачев И.С., Созинов И.А.* Питание и пищевые взаимоотношения рыб, выращиваемых в малых озерах Западной Сибири методом поликультуры//Всерос. совещ. по проблеме «Развитие интенсивных озерных хозяйств на базе выращивания сиговых рыб»: Материалы. - Л.: ГосНИОРХ, 1976. - С. 61-68.
- *Бурдиян Б.Г., Мухачев И.С., Ирискина Т.А., Кубышкин В.И.* Методы выращивания посадочного материала сиговых рыб в озерах Сибири//Тр. Псковск. отд. ГосНИОРХ. 1978. - Т. 3. - С. 124-128.
- *Бурмакин Е.В.* Пелядь бассейна Гыданского залива//Труды науч.-иссл. Инст. Полярн. земледелия, животн. и промысл. хоз. Сер. «Пром. хоз-во». Л. - М. - 1941. - Вып. 15. - С. 89-117.
- *Бурмакин Е.В.* Биология и рыбохозяйственное значение пеляди//Труды Барабинского отд. ВНИОРХ. Новосибирск, 1953. - Т. VI. - Вып. 1. - С. 25-89.
- *Бурмакин Е.В.* Акклиматизация пресноводных рыб в СССР//Изв. ГосНИОРХ. - 1963. - Т. 53. - 317 с.
- *Бурмакин Е.В.* О резервах повышения рыбопродукции нагульных озер//Рыбохозяйственное изучение внутренних водоемов. - Л.: ГосНИОРХ, 1968. - С. 8-11.
- *Быков Г.М., Мухачев И.С.* Опыт рыбохозяйственного использования озера Андреевского в процессе изменения его экологического режима//Экологические проблемы рекультивации озер заморного типа. - Тюмень: ТюмГУ. 1994. - С. 176-188.
- *Васнецов В.В.* Этапы развития костистых рыб//Очерки по общим вопросам ихтиологии. - М. - Л., Изд-во АН СССР, 1953. - С. 207-217.
- *Варпаховский Н.А.* Данные по ихтиологической фауне бассейна реки Оби//Ежегодник Зоол. Музея АН Спб., - 1897. - № 2. - С. 241-271.
- *Веснина Л.В. и др.* Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. - 285 с.
- *Веснина Л.В.* Зоопланктон озерных экосистем равнины Алтайского края.- Новосибирск: Наука, 2002. - 158 с.
- *Владимиров В.И.* Критические периоды развития у рыб//Вопр. ихтиологии, 1975. - Т. 15. - Вып. 6. - С. 955-966.
- *Галактионова Е.Л.* Воздействие абиотических факторов среды на зрелые половые клетки и личинок пеляди//Вопросы развития рыбного хозяйства Сибири. Тюмень: СибНИИРХ. 1972. - С. 31-32.
- *Галактионова Е.Л.* Создание и эксплуатация маточных стад пеляди на Урале в связи с особенностями ее естественного и искусственного воспроиз-

изводства в данном регионе//Опыт промышленного рыбоводства в Челябинской области. Челябинск: Южно-Уральское кн. изд. 1975. - С. 147-168.

- *Галактионова Е.Л.* Влияние минерализации воды на икру//Пелядь: Систематика, морфология, экология, продуктивность. - М.: Наука, 1989. - С. 200-202.
- *Гальнбек А.И.* О методике зарыбления озер Урала личинками рипуса//Изв. ВНИОРХ. - 1957. - Т. 39. - С. 86-92.
- *Гилев Г.С.* Механизированная линия инкубации икры и выдерживания личинок/Тюмень: Межотраслевой ЦНТИП. - 1985. - 4 с.
- *Гиляров А.М.* Динамика численности пресноводных планктонных ракообразных. М.: Наука, 1987. - 191 с.
- *Головков Г.А.* Сибирский сиг-пелядь как объект озерного и прудового хозяйства//Рыбное хоз-во, 1955. - № 12. - С. 34-36.
- *Головков Г.А., Кузьмин А.Н.* Биология пеляди и биотехника ее разведения. М.: Рыбное хозяйство, 1963. - 54 с.
- *Головков Г.А.* Больше внимания созданию маточных стад сиговых//Рыбное хоз-во. - № 3. - 1978. - С. 21-23.
- *Головков Г.А., Кузьмин А.Н., Покровский В.В.* Методические указания по разведению пеляди в прудах и озерах. Л.: ГосНИОРХ, 1964. - 16 с.
- *Головков Г.А., Кузьмин А.Н., Волошенко Б.Б.* Инструкция по разведению пеляди в прудах и озерах. Л.: ГосНИОРХ, 1978. - 36 с.
- *Горлачев В.П., Горлачева Е.П.* Биология пеляди Краснокаменского водохранилища//Тез. докл. II Всесоюз. совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. Петрозаводск, 1981. - С. 39-41.
- *Грандильская-Дексбах М.Л.* Кормовая база озер Зауралья//Рыбоводство и рыболовство. 1962. - № 4. - С. 7.
- *Гуреев Н.В.* Уровень аскорбиновой кислоты в тканях некоторых эндемичных видов Западной Сибири//Программа NutriPower: Материалы науч.-практ. конф., симп., конгр., 1996-1998. - М. - 1998. - С. 158-160.
- *Данилевский Н.Я.* Рыбные и звериные промыслы в Белом и Ледовитом морях//Исследования о состоянии рыболовства в России. - СПб. - 1862. - Т. VI. - С. 1-257.
- *Дзюменко Н.Ф., Семенченко С.М.* Сбор икры сиговых рыб в речных условиях//Рыбное хоз-во. - 1987. - № 6. - С. 44-46.
- *Дормидонтов А.С.* Биология и промысловые возможности пеляди низовьев Лены и других районов севера Якутии//Тр. Якут. отд. СибНИИРХ. - 1969. Вып. 3. - С. 86-123.
- *Дорошенко Э.В., Кравченко А.А.* Трехлетний опыт сбора икры речной пеляди//Пути повышения продуктивности и рационального использования рыбных ресурсов внутренних водоемов. Тюмень. - 1988. - С. 50-51.
- *Дрягин П.А.* Белозерская ряпушка и вопросы акклиматизации сигов в Белом озере//Изв. ВНИОРХ. - 1933. - Т. 16. - С. 22-39.
- *Дрягин П.А.* Промысловые рыбы Обь-Иртышского бассейна//Изв. ВНИОРХ. 1948. Т. 25. Вып. 2. - С. 3-105.
- *Емельянов В.В.* Зависимость промыслового возврата пеляди от степени подготовки водоемов для зарыбления//Рыбное хоз-во, 1980. - № 1. - С. 32-34.
- *Емельянов В.В.* Влияние численности аборигенных видов рыб на продукцию пеляди в озерах товарного рыбоводства. - Автореф. дис. канд. биол. наук. - Л.: ГосНИОРХ. - 1985. - 24 с.

- *Есинов В.К.* О пеляди (*Coregonus peled* (Gmelin)) из озер Большеземельской тундры//Зоол. журнал. 1938. - Т. 17. - Вып. 2. - С. 303-314.
- *Ефанов Г.В.* Рыбоводно-биологические основы селекции самцов пеляди. Автореф. дис. канд. биол. наук. - Л.: ГосНИОРХ. - 1984. - 22 с.
- *Жаков Л.А.* Формирование и структура рыбного населения озер Северо-Запада СССР. - М.: Наука, 1984. - 144 с.
- *Завьялова Т.Я.* Пелядь и ее разведение в водоемах Красноярского края. Автореф. дис. канд. биол. наук. - Иркутск: Иркутский ГУ, 1984. - 17 с.
- *Злоказов В.Н., Шумилова Е.С.* Эффективность заготовки икры от производителей полупроходных сиговых рыб на различных участках миграционного пути//Обмен опытом по выращиванию в поликультуре рыбосадовочного материала в озерных товарных рыбных хозяйствах//Тез. докл. Всесоюз. семинара. - Тюмень. - 1982. - С. 28-30.
- *Иванова З.А., Моружи И.В., Пищенко Е.В.* Алтайский зеркальный карп - новая высокопродуктивная порода прудовых рыб/Новосиб. Гос. аграр. Ун-т. - Новосибирск, 2002. - 204 с.
- *Ивлев В.С.* Экспериментальная экология питания рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1955. - 252 с.
- *Казаков Р.В.* Определение качества половых продуктов самцов рыб. Л.: ГосНИОРХ, 1978. - 15 с.
- *Какирцева Л.В., Попов Н.Я.* Влияние минерализации воды на состав зоопланктонных сообществ нагульных озер//Проблемы рыбного хозяйства внутренних водоемов Западной Сибири. Тюмень, 1986. - С. 79-81.
- *Канидьев А.Н., Макаров В.Н., Пономарев С.В.* Стартовый корм и подсветка - основные факторы успешного выращивания молоди пеляди//Аквакультура лососевых рыб/Сб. науч. трудов ВНИИПРХ. - М. 1984. - Вып. 43. - С. 3-16.
- *Канидьев А.Н., Гамыгин Е.А., Пономарев С.В.* Инструкция по биотехнике выращивания молоди сиговых рыб. М.: ВНИИПРХ, 1987. - 12 с.
- *Карасев Г.Л., Демин А.И., Егоров А.Г.* Рыбы Еравно-Харгинских озер. - Иркутск: Изд-во Иркут. ун-та, 1983. - 235 с.
- *Карпевич А.Ф.* Теория и практика акклиматизации водных организмов. М.: Пищевая пром-сть, 1975. - 432 с.
- *Катасонов В.Я., Черфас Н.Б.* Селекция и племенное дело в рыбоводстве. - М.: Агропромиздат, 1986. - 183 с.
- *Клейменов И.Я.* Пищевая ценность рыбы. - М.: Пищевая пром-сть, 1971. - 161 с.
- *Князев И.В., Сергиенко Л.Л., Кубышкин В.И.* Применение парааминобензойной кислоты в качестве биостимулятора//Рыбоводство и рыболовство. 1995. - № 3-4. - С. 34.
- *Князева Л.М., Костюничев В.В.* Опыт выращивания сиговых от личинки до товара на искусственных кормах//Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1988. - Вып. 275. - С. 38-45.
- *Князева Л.М., Костюничев В.В.* Выращивание сиговых на искусственном корме//Рыбоводство и рыболовство. - 1994. - № 1. - С. 20-21.
- *Козлов В.И.* Справочник фермера-рыбовода. - М.: Изд-во ВНИРО, 1998. - 448 с.

- *Козлов В.И.* Аквакультура в истории народов с древнейших времен. М.: ДФ АГТУ, 2002. - 349 с.
- *Козлов О.В., Садчиков А.П.* Промысловая гидробиология озерных беспозвоночных. Учебное пособие. - М.: МАКС Пресс, 2002. - 36 с.
- *Костарев Г.Ф.* Ресурсосберегающее рыбоводство в водоемах малых форм Западного Урала. - Пермь: Изд-во ПГУ, 1993. - 100 с.
- *Костюничев В.В.* Биологические основы выращивания сиговых рыб в индустриальных условиях Автореф. дис. канд. биол. наук. - СПб: ГосНИОРХ, 1999. - 20 с.
- *Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К.* Формирование ремонтно-маточных стад сиговых рыб в индустриальных условиях//Рыбоводство и рыболовство, 2000. - № 4. - С. 13.
- *Кочнев А.В.* Некоторые генетические аспекты рыбоводства//Пелядь: Систематика, морфология, экология, продуктивность. - М.: Наука, 1989. - С. 238-241.
- *Крохалевский В.Р.* Закономерности изменения плодовитости пеляди реки Оби//Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1980. Вып. 160. - С. 23-30.
- *Кугаевская Л.В.* Биологические основы формирования маточных стад пеляди в водоемах Тюменской области//Изв. ГосНИОРХ. - 1978. - Т. 136. - С. 33-50.
- *Кугаевская Л.В., Сергиенко Л.Л.* Сравнительная морфологическая характеристика постэмбрионального развития рыб рода *Coregonus* Обского бассейна//Биология сиговых рыб. - М.: Наука. 1988. - С. 160-178.
- *Кудерский Л.А.* Рыбное хозяйство внутренних водоемов России: нагульное рыбоводство. - М. 1998. - 74 с./Рыбное хоз-во. Сер. Аквакультура: Обзорная информация/ВНИЭРХ. - Вып. 1.
- *Кудлина Е.А.* Интродукция пеляди в озера Омской области. - Автореф. дис. канд. биол. наук. - Томск: ТГУ, 1975. - 19 с.
- *Кузьмин А.Н.* Использование хищной пеляди в рыбоводстве//Изв. ГосНИОРХ, 1976. Т. 118. - С. 137-138.
- *Кучин И.В.* О разведочных работах научно-промысловой экспедиции по исследованию Зауральских и Приуральских озер летом 1907 года//Вестн. рыбопром. - 1907. - № 11. - 449-457.
- *Кучин И.В.* Отчет о деятельности Зауральской рыболовной станции на оз. Аракуль за 1915 г./Записки УОЛЕ. Екатеринбург. - 1916. - Т. 16. - Вып. 5-8. - С. 60-69.
- *Кучин И.В.* Как искусственно разводить рыбу. - М. - Л.: Сельхозгиз. 1931. - 64 с.
- *Лебедев Н.В.* Элементарные популяции рыб. - М.: Пищевая пром-сть, 1967.
- *Лебедева О.А.* Развитие икры и личинок пеляди//Пелядь *Coregonus peled*: Систематика, морфология, экология, продуктивность. - М.: Наука, 1989. - С. 211-228.
- *Литвиненко А.И., Шеренкова И.П., Альбетова Л.М., Царегородцева Л.В. Мальцева С.С.* Перспективы использования и первые результаты выращивания растительноядных рыб в озерах Тюменской области//Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1989. - Вып. 295. - С. 107-116.
- *Лопатышкина Г.М.* Чудской сиг в озерах Урала: Автореф. дис. канд. биол. наук. - Свердловск, 1974. - 28 с.
- *Львутьина Е.А.* Товароведно-технологическая характеристика сиговых рыб Красноярского края и совершенствование способов краткосрочного хранения рыбы-сырца. Автореф. дис. канд. технич. наук. - М.: Моск. Кооперативный ин-т. - 1990. - 24 с.
- *Малашкин Н.Н.* Выращивание сеголеток сигов в специально подготовленных приспусских озерах-питомниках. Автореф. дис. канд. биол. наук. - Л.: ГосНИОРХ, 1971. - 19 с.
- *Малашкин Н.Н.* Методические указания по созданию маточных стад и сбору икры пеляди в озерных рыбных хозяйствах. - Л.: ГосНИОРХ, 1978. - 16 с.
- *Мамонтов Ю.П.* Аквакультура России: состояние, приоритеты и перспективы развития. - СПб. - 1998. - 77 с.
- *Мамонтов Ю.П., Литвиненко А.И., Палубис С.Э., Семенченко С.М.* Искусственное воспроизводство сиговых рыб в России//Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб/Материалы шестого Всероссийского научно-производственного совещания. - Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. - С. 92-93.
- *Мантельман И.И.* Разработка методов оценки производителей сиговых рыб по выживаемости потомства в эмбриогенезе//Изв. ГосНИОРХ, 1976. - Т. 107. - С. 119-125.
- *Мантельман И.И.* К методам оценки самок сиговых рыб по качеству икры//Изв. ГосНИОРХ, 1978. - Т. 134. - С. 133-145.
- *Мантельман И.И.* Оценка различных стад пеляди по выживаемости эмбрионов//Сб. науч. тр. ГосНИОРХ, 1980. - Вып. 153. - С. 20-26.
- *Маркин В.А.* Инструкция по интенсивному облову малых озер. - Петрозаводск: СеврыбНИИпроект, 1977. - 30 с.
- *Медведев В.И.* Морфобиологические особенности бисексуальных и гиногенетических популяций карасей озер Урала и циклические колебания их уловов: Автореф. дис. канд. биол. наук. - Свердловск, 1976. - 25 с.
- *Медведев В.И., Демченко В.Н.* Интерьерные показатели карасей в разных экологических условиях//Научн. труды ТюмГУ. - 1982. - Сб. 98. - С. 62-76.
- *Мезенцев В.С., Каранцевич И.В.* Увлажненность Западно-Сибирской равнины. - Л.: Гидрометеоздат, 1969. - 168 с.
- *Мейснер В.И.* Основы рыбного хозяйства. - М.: НИИ рыбного хоз-ва. 1925. - Вып. 1. - 106 с.
- *Михеев В.П.* Садковое выращивание товарной рыбы. - М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1982. - 216 с.
- *Михеев В.П., Михеева И.В.* Выращивание посадочного материала холодноводных рыб с использованием садков//Аквакультура лососевых рыб/Сб. науч. трудов ВНИИПРХ. М. 1984. - Вып. 43. - С. 71-74.
- *Морузи И.В.* Биологические особенности и продукция сиговых в карповых прудах юга Западной Сибири. - Автореф. дис. канд. биол. наук. - Иркутск: Иркутский ГУ. 1986. - 19 с.
- *Морузи И.В.* Ресурсосберегающая технология выращивания в прудах карпа и пеляди/РАСХН. Сиб. отделение. - Новосибирск, 1991. - 20 с.
- *Мухачев И.С.* Аклиматизация и разведение пеляди - озерного сырца в водоемах Челябинской области//Вопр. ихтиологии. - 1965. - Т. 5. - Вып. 4. - С. 630-638.

- *Мухачев И.С.* Эффективный способ выращивания товарной пеляди//За дальнейший подъем прудового рыбоводства в Сибири и на Урале. - Тюмень: Средне-Уральск. кн. изд-во. - 1965. С. 27-38.
- *Мухачев И.С.* Опыт работы Челябинского рыбтреста по выращиванию пеляди в прудах и озерах//Озерное и прудовое хозяйства в Сибири и на Урале. Тюмень: СибНИИРХ, 1967. - С. 108-132.
- *Мухачев И.С.* О принципах подбора комплексов рыб для выращивания в озерах разных ландшафтных зон//Тр. Ур. отд. СибрыбНИИпроект. - 1975. - Т. 9. - Ч. 1. - С. 103-107.
- *Мухачев И.С.* Промысловая продукция пеляди в водоемах СССР и пути ее увеличения//Лососевидные рыбы. - Л.: Наука. 1980. - С. 319-324.
- *Мухачев И.С.* Экологический очерк о пеляди *Coregonus peled* (Gmelin) в пределах ареала и пути увеличения ее уловов//Проблемы экологии. Томск: Изд-во Томск. ун-та, 1982. - Т. 5. С. 128-139.
- *Мухачев И.С.* Озерное рыбоводство: Для вузов. - М.: Агропромиздат, 1989. - 161 с.
- *Мухачев И.С.* Сиговому хозяйству – поддержку государства//Рыбоводство и рыболовство. - 1998. - № 3-4. - С. 21-22.
- *Мухачев И.С., Чупретов В.М.* Морфометрия пеляди озера Ендырь-Согомский Тюменской области//Вопросы ихтиологии. 1981. - Т. 21. - Вып. 2. - С. 373-376.
- *Мухачев И.С., Гилев Г.С., Сергиенко Л.Л.* Основы биотехники сиговодства //Рыбн. хоз. Сер. Аквакультура: Обзорная информация/М.: ВНИЭРХ, 1993. - Вып. 2. - 51 с.
- *Мякишев В.А.* Электрофоны для лова рыбы//Рыбоводство и рыболовство. - 1995. - № 3-4. - С. 37.
- *Мякишев В.А.* Опыт и перспективы применения электрорыбофонов//Новости зарубежной и отечественной техники промышленного рыболовства/Рыбн. хоз. - М.: ВНИЭРХ, 1996. - Вып. 1. - С. 7-12.
- *Нестеренко Н.А., Кац С.Е.* Химический состав и пищевая ценность новых объектов акклиматизации и товарного выращивания рыб в озерах юга Западной Сибири//Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1991. - С. 64-70.
- *Нестеренко Н.В.* Опыт Урала//Рыбоводство и рыболовство. - 1962. - № 4. - С. 8-10.
- *Нестеренко Н.В., Галактионова Е.Л., Лопатышкина Г.М., Подкина Н.М.* Пелядь в озерах Урала//Изв. ГосНИОРХ. - 1975. - Т. 104. - С. 84-93.
- *Нестеренко Н.В., Галактионова Е.Л., Лопатышкина Г.М., Подкина Н.М.* Рыбоводство в озерах Урала: методы и результаты//Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. - 1984. - Вып. 212. - С. 3-23.
- *Ниязов Н.С.* Рыбоводное освоение озера Сырковое (Эльпин-Тур)//Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб. Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. - С. 119-122.
- *Ниязов Н.С., Царегородцева Л.В.* Основные объекты поликультуры в озерах Тюменской области и их требования к условиям выращивания//Проблемы рыбного хозяйства внутренних водоемов Западной Сибири. Тюмень: СибрыбНИИпроект, 1986. - С. 8-11.
- *Ниязов Н.С., Шеренкова И.П.* Питание сиговых и карпа при совместном выращивании в озерах//Рыбоводство и рыболовство. 1995. - № 3-4. - С. 35-36.
- *Новиков А.С.* Рыбы реки Колымы. М.: Наука, 1966. - 134 с.
- *Новоселов А.П.* Интенсификация рыбного хозяйства в Архангельской области//Рыбоводство и рыболовство. - 1999. - № 4. - С. 11-12.
- *Новоселов А.П.* Пути развития сиговодства во внутренних водоемах Ненецкого автономного округа//Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб. Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. - С. 123-128.
- *Новоселова З.И., Соловов В.П.* Донные грунты озер равнинной территории//Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования. - Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН, 1999. - С. 51-54.
- *Огурцов Г.И.* Облов выростных прудов. - М.: Агропромиздат, 1985. - 32 с.
- *Одум Ю.* Экология. - М.: Мир, 1986. - Т. 1. - 325 с. Т. 2. - 291 с.
- *Орлов Ю.И., Кружалкина Е.И., Аверина И.А., Ильичева Т.И.* Транспортировка живой рыбы в герметических емкостях. М.: Пищевая пром-сть, 1974. - 97 с.
- *Павлов А.Ф.* Нагульные и нерестовые миграции пеляди в бассейне реки Северная Сосьва//Изв. ГосНИОРХ. 1978. Т. 133. - С. 68-76.
- *Павлов А.Ф.* Внутривидовая дифференциация и пути использования запасов некоторых стад сиговых рыб Обского бассейна: Автореф. дис. канд. биол. наук. - Л. ГосНИОРХ. - 1981. - 20 с.
- *Перминов Л.Г.* Выращивание пеляди в высокоминерализованных озерах//Рыбное хоз-во, 1970. - № 8. - С. 12-13.
- *Пихтова Т.С.* Количественная оценка трофических связей между зоопланктоном и рыбами-планктофагами в озере Белом (Вологодская область) //Основы изучения пресноводных экосистем/ЗИН АН СССР. - Л., 1981. - С. 31-38.
- *Померанцев Г.П.* Озерный сырок (пелядь) как объект акклиматизации//Тр. Уральск. Отд. ВНИОРХ. Свердловск. 1941. - Т. 3. - С. 111-123.
- *Померанцев Г.П.* Озера Зауралья с циклическим колебанием уровня и их рыбохозяйственное использование//Советские по биол. основам рыбного хоз-ва: Тез. докл. Томск: Томский ун-т. 1956. - С. 99-100.
- *Пономарев С.В.* Опыт выращивания молоди пеляди в садках на сухом гранулированном корме//Аквакультура лососевых рыб/Сб. науч. трудов ВНИИПРХ. М. 1984. - Вып. 43. - С. 75-78.
- *Пономарев С.В., Гамыгин Е.А., Климов А.В.* Индустриальное разведение сиговых//Рыбное хозяйство, 1993. - № 2. - С. 30-31.
- *Попов Н.Я.* Изменения зоопланктонных комплексов в питомных озерах в связи с выращиванием молоди сиговых рыб//Обмен опытом по выращиванию в поликультуре рыбопосадочного материала в озерных товарных рыбных хозяйствах/Тез. докл. Всесоюз. семинара. - Тюмень. 1982. - С. 23-27.
- *Попов Н.Я.* Влияние высоких плотностей посадок сиговых рыб на кормовую базу озер-питомников//Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. - 1985. - Вып. 233. - С. 56-59.

- Попов Н.Я. Развитие и продуцирование зоопланктона в интенсивно эксплуатируемых озерах-питомниках юга Тюменской области. Автореф. дис. канд. биол. наук. Л.: ГосНИОРХ. - 1985. - 21 с.
- Петров С. Разведение сига в Курганской области//Рыбоводство и рыболовство. - 1961. - № 5. - С. 10-11.
- Прусевич Л.С., Злоказов В.Н. Повышение продуктивности питомного озера-спутника//Пути повышения продуктивности и рационального использования рыбных ресурсов внутренних водоемов. Тюмень. - 1988. - С. 59-60.
- Размашкин Д.А., Кашковский В.В. Паразитофауна и болезни пеляди//Пелядь: Систематика, морфология, экология, продуктивность. - М.: Наука. 1989. - С. 242-266.
- Речкалов В.В. Состав и особенности функционирования зимних сообществ зоопланктона озер различных минерализаций. - Автореф. дис.... канд. биол. наук. - Тюмень: ТюмГУ, 2000. - 24 с.
- Решетников Ю.С. Особенности роста и созревания сига в водоемах Севера//Закономерности роста и динамики численности рыб Белого моря и его бассейна. М.: Наука, 1966. - С. 93-155.
- Решетников Ю.С. Современные проблемы изучения сиговых рыб//Вопросы ихтиологии. - 1995. - Т. 35. - № 2. С. 156-174.
- Решетников Ю.С., Титова Г.Д. О перспективных формах сигового хозяйства//Биологические основы развития лососевого хозяйства в водоемах СССР. - М.: Наука, 1983. - С. 231-246.
- Решетников Ю.С. и др. Пелядь: Систематика, морфология, экология, продуктивность. - М.: Наука, 1989. - 303 с.
- Руденко Г.П. и др. Справочник по озерному и садковому рыбоводству М.: Легкая и пищевая пром-сть. 1983. - 312 с.
- Руденко Г.П. Продукционные особенности ихтиоценозов малых и средних озер Северо-Запада и их классификация. - СПб. ГосНИОРХ. 2000. - 223 с.
- Рыжков Л.П. Озерное товарное рыбоводство. - М.: Агропромиздат, 1987. - 336 с.
- Сабанеев Л.П. Жизнь рыб и рыболовство на Зауральских озерах. М., 1874. - 176 с.
- Сатин В.А., Коев А.В., Зырянов А.В. Рыбоводство и рыболовство в Курганской области//Рыбоводство и рыболовство. - 1997. - № 2. - С. 22-24.
- Сатин В.А., Коев А.В. Сиговодство в Курганском Зауралье//Биология, биотехника разведения и промышленного выращивания сиговых рыб. Тюмень: СибрыбНИИпроект, 2001. - С. 155-157.
- Сборник нормативно-технологической документации по товарному рыбоводству. М.: Агропромиздат, 1986. - Т. 1. - 260 с.; Т. 2. - 317 с.
- Сединкин А.Н. Гельминты рыб и вызываемые ими заболевания в водоемах Южного Урала. Автореф. дис. канд. биол. наук. - М.: ВИГИС, 1966. - 16 с.
- Селюков А.Г., Елькин В.П., Вторушин М.Н., Бондаренко О.М. Использование технологий нового поколения для повышения морфобиологического статуса пеляди за пределами естественного ареала//Вестник Тюменского гос. ун-та. Изд-во ТГУ, 2000. - № 3. - С. 183-193.
- Семенченко С.М., Мальцев П.А. Опыт сбора икры речной пеляди экологическим методом//Современные средства воспроизводства и использования водных биоресурсов/Сб. тезисов докладов на научно-технич. Симпозиуме: 7 Международная выставка «Инрыбпром-2000». - С.-Пг. - 2000. - Т. 4. - С. 179-181.
- Сергиенко Л.Л. Биологические основы совершенствования заводского воспроизводства сиговых рыб. Автореф. дис. канд. биол. наук. - С.-Пб.: ГосНИОРХ. - 1995. - 19 с.
- Сергиенко Л.Л., Кугаевская Л.В., Каргаполов В.Б. Подращивание личинок пеляди в озерах-рыбпитомниках//Сб. науч. Трудов ГосНИОРХ. - 1989. - Вып. 295. - С. 76-82.
- Слинкин Н.П. Использование искусственно создаваемого течения для лова рыбы в непроточных водоемах//Поведение рыб в связи с техникой рыболовства и организацией марикультур: Тез. докл. Всесоюз. конф./АН СССР, ИЭМЭЖ. - М., 1980. - С. 152-153.
- Слинкин Н.П. Особенности реакции рыбы на создаваемое в озере циркуляционное течение//Обмен опытом по выращиванию в поликультуре рыбопосадочного материала в озерных товарных рыбных хозяйствах/Тез. докл. Всесоюз. семинара. Тюмень, 1982. - С. 87-91.
- Слинкин Н.П. Облов малых озер//Рыбоводство и рыболовство, 2000. - № 4. - С. 26-27.
- Слинкин Н.П., Маркин В.А. Состояние и тенденции развития техники рыболовства на водоемах Западной Сибири/Рыбн. хоз-во. Сер. Пром. рыболовство: Обзорная информация/М.: ВНИЭРХ; Вып. 2. 1989. - 62 с.
- Слинкин Н.П., Пожидает А.Д. Энергия ветра в озерном рыбоводстве//Рыбоводство и рыболовство. 1998. - № 1. - С. 15.
- Слинкин Н.П., Пожидает А.Д., Чепуркин Ю.Г. Турбоаэраторы СибрыбНИИпроекта//Рыбоводство и рыболовство, 1998. - № 2. - С. 20.
- Слинкин Н.П., Пожидает А.Д., Гридин Е.В. Ловушка универсальная (как избавиться от хищной и сорной рыбы)//Рыбоводство и рыболовство. - 1998. - № 3-4. - С. 36-37.
- Созинов И.А. Экология питания, рост и продукция сиговых рыб, выращиваемых в поликультуре в озерах юга Западной Сибири: Автореф. дис. канд. биол. наук. - Л.: ГосНИОРХ, - 1984. - 21 с.
- Созинов И.А. Использование местного материала в экологическом образовании студентов//Тезисы докл. II областной конф. науч.-практич. конф.: Практическая направленность эколого-краеведческого воспитания. Тобольск: Тобольский ГПИ. - 1989. - С. 60-62.
- Соловов В.П. Опыт выращивания товарных сеголеток пеляди в озерах Алтайского края//Рыбн. хоз-во водоемов южн. зоны Зап. Сибири. - Новосибирск. - 1969. - С. 39-44.
- Соловов В.П. Жирность и упитанность тела рыб как показатели их состояния//Физиологические основы повышения продуктивности животных. - Новосибирск: СибНИИПТИЖ, 1972. - С. 122-125.
- Соловов В.П. О летальных факторах среды при выращивании пеляди//Тез. докл. СибрыбНИИпроект. - Тюмень. - 1975. - С. 88-89.

- Соловов В.П. Некоторые вопросы мелиорации озерных товарных хозяйств// Рыбное хозяйство. - 1982. - № 7. - С. 42-44.
- Соловов В.П. Продуктивность водоемов Алтайского края и пути их интенсивного рыбохозяйственного освоения//Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. - М.: Наука. - 1984. - С. 13-24.
- Судаков В.М. Рост и питание сеголетков пеляди в карасевых озерах Ханты-Мансийского округа//Тез. докл. Всесоюз. совещ. (Первого) по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб (декабрь, 1977. Тюмень) М.: ЦНИТЭИРХ, 1977. - С. 108-109.
- Судаков В.М., Польшский В.Н., Замятин В.А. Проблемы использования малых и средних озер Западной Сибири//Биологические основы рыбного хозяйства Зап. Сибири. - Новосибирск: Наука. - 1983. - С. 36-39.
- Судаков В.М., Ниязов Н.С., Злоказов В.Н. Пути повышения эффективности озерного товарного рыбоводства в Западной Сибири//Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. Новосибирск: Наука. Сиб. отд., 1991. - С. 6-11.
- Титова Г.Д. Регулирование экономики пресноводного рыбного хозяйства//Рыбоводство и рыболовство. - 1994. - № 1. - С. 3-5.
- Трямкин Ф.К. Некоторые вопросы ведения товарного рыбоводства//Рыбоводство и рыболовство. - 1995. - № 1. - С. 5-7.
- Уломский С.Н. Развитие и использование планктона в рыбных, малорыбных и безрыбных озерах Урала//Биологические основы рыбного хозяйства. Томск. - С. 257-262.
- Федюкин К.Ф. Владимир Павлович Врасский. - Л.: Наука. Лен. Отд., 1970. - 107 с.
- Феклов Ю.А. Эколого-гистологический анализ оогенеза пеляди//Проблемы надежности функционирования репродуктивной системы у рыб. СПб: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 1997. - С. 39-48.
- Феоктистов В.П. Перспективы использования пеляди в увеличении рыбопродуктивности водоемов Башкирии//Материалы Всесоюз. совещ. по проблеме «Развитие интенсивных озерных хозяйств на базе выращивания сиговых рыб». Л.: ГосНИОРХ. - 1976. - С. 74-76.
- Флейшер Ф.М. Поиски эффективных методов максимального отлова товарной пеляди в озерах//Опыт промышленного рыбоводства в Челябинской области. - Челябинск: Южно-Уральское кн. изд. 1975. - С. 106-109.
- Химический состав пищевых продуктов. Кн. 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов/Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. - М.: Агропромиздат, 1987. - 360 с.
- Черняев Ж.А. Метод бокового микрофотографирования с применением вертикальной камеры для прижизненного исследования икры рыб//Исследования размножения и развития рыб. М.: Наука, 1981. - С. 216-221.
- Черняев Ж.А. и др. Методические указания по сбору и хранению икры сиговых рыб на временных рыбоводных пунктах, ее транспортировке и инкубации. М.: Главрыбвод - ЦПАУ. - 1987. - 82 с.
- Цой Р.М., Сергиенко Л.Л. Эффективность применения парааминобензойной кислоты при воспроизводстве холодноводных рыб рода *Coregonus*// Вопросы ихтиологии. - 1992. - Т. 32. - Вып. 1. - С. 186-188.
- Шестаков А.В. Биология молоди сиговых рыб бассейна реки Анадырь. Владивосток: Дальнаука, 1998. - 114 с.
- Шумилина А.К. Морфобиологические особенности сиговых в разных условиях выращивания. - Автореф. дис. канд. биол. наук. - Иркутск: Иркутский ГУ, 1989. - 24 с.
- Юхнева В.С. Заморные явления в озерах и меры их предупреждения//Тезисы докл. Отчетной сессии ГосНИОРХ. - Л. 1969. - С. 94-96.
- Янкова Н.В., Мухачев И.С. Экологические зависимости в биоте озер с карасевым ихтиоценозом//Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование/Материалы науч. конф., посвященной 50-летию деят. Новосибир. отд. СибрыбНИИПроект. Новосибирск, 1997. - С. 164-165.
- Marciak Z., Uryn B., Zachawieja J. Warunki oraz wyniki podchowu narybku koregonidow w oswietlonych sadzach tonoiowych//Gospod. Rybna, 1976. - V. 28. - № 4. - p. 6-9.
- Mukhachev I.S., Gunin A.P. A review of the production of cultivated whitefishes (*Coregonus* spp.) in the Ural and West Siberia//Arch. Hydrobiol. Spes. Issues Advanc. Limnol. 57, p. 171-181, July 2002/Biology and Management of Coregonid Fishes - 1999.

# ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	3
<b>Введение</b> .....	4
<b>Глава 1. Сиговодство и его роль в аквакультуре России</b> .....	6
1.1. Семейство Сиговые .....	6
1.2. Сиговодство и его возможности .....	7
<b>Глава 2. Биология пеляди в водоемах ареала</b> .....	10
2.1. Характерные систематические признаки .....	10
2.2. Распространение .....	11
2.3. Структура вида .....	11
2.4. Темп роста .....	14
2.5. Созревание и размножение .....	15
2.6. Питание в водоемах ареала .....	16
<b>Глава 3. Пелядь как объект акклиматизации и товарного рыбоводства</b> .....	18
<b>Глава 4. Биологические основы метода однолетнего выращивания товарной пеляди</b> .....	23
4.1. Принципы метода .....	23
4.2. Поведение молоди .....	25
4.3. Важнейшие факторы среды, лимитирующие выживание пеляди .....	27
4.3.1. Абиотические факторы .....	27
4.3.2. Биотические факторы .....	29
<b>Глава 5. Метод выращивания товарных сеголетков пеляди</b> .....	33
5.1. Карасевые озера – ихтиологический тип естественных водоемов .....	33
5.2. Кормовая база карасевых озер .....	38
5.2.1. Состав зоопланктона озер, используемых для выращивания пеляди .....	38
5.2.2. Особенности продуцирования зоопланктона зимой .....	39
5.2.3. Питание и обеспеченность кормом пеляди в озерах карасевого типа .....	41
5.3. Динамика роста товарных сеголетков .....	46
5.4. Биохимический состав товарных сеголетков .....	48
5.5. Технологические нормативы выращивания товарных сеголетков пеляди в озерах и нагульных прудах .....	51
5.5.1. Понятие о зонах озерного рыбоводства .....	51
5.5.2. Нормативы массы товарных сеголетков и их рыбопродукции в озерах и нагульных прудах .....	54
<b>Глава 6. Методы выращивания товарных двухлетков пеляди</b> .....	56
6.1. Схемы товарного рыбоводства на заморных озерах .....	56
6.2. Незаморные и периодически заморные озера как нагульные водоемы .....	62
6.3. Использование кормовых ресурсов водохранилищ и водоемов комплексного назначения для выращивания крупной пеляди .....	65
6.4. Нагульные пруды как база производства товарных двухлетков пеляди .....	66
6.5. Отлов товарной пеляди .....	67
6.5.1. Зимний закидной невод .....	67
6.5.2. Ставной невод .....	68
6.5.3. Ставные сети .....	69
6.5.4. Метод тотального облова озер .....	69
6.5.5. Секторный метод интенсивного облова озер .....	70
6.5.6. Лов вентером с применением искусственного течения .....	70
6.5.7. Лов пеляди с помощью центробежного насоса .....	72
6.5.8. Отлов пеляди котцовой ловушкой .....	73
6.5.9. Отлов малоценной рыбы – пищевых конкурентов пеляди в озерах .....	74
6.5.10. Отлов сиговых рыб близнецовым тралом .....	75
6.5.11. Применение электрогона для облова стариц .....	75
<b>Глава 7. Формирование и содержание продуктивных маточных стад пеляди</b> .....	77
7.1. Научные основы прогресса сиговодства .....	77
7.1.1. Требования к содержанию производителей в селекционно-племенных центрах .....	79
7.1.2. Зональные комплексы по воспроизводству пеляди .....	81
7.2. Производственные маточные стада пеляди с обустроенными базами сбора икры .....	83
7.2.1. Прудовый метод .....	83
7.2.2. Озерный метод .....	86
7.2.3. Речные базы сбора икры .....	89
7.3. Получение зрелых производителей .....	91
7.4. Оптимизация процесса осеменения и оплодотворения икры .....	92
7.5. Учет рыболовной икры и ее транспортировка .....	97
<b>Глава 8. Биотехника инкубации икры пеляди в заводских условиях</b> .....	100
8.1. Биологический контроль при закладке икры на инкубацию .....	100
8.2. Этапы и стадии эмбрионального развития пеляди .....	103
8.3. Оптимальная структура инкубационного цеха сигового рыболовного предприятия и процесс инкубации икры пеляди .....	106
<b>Глава 9. Выдерживание свободных эмбрионов и подращивание личинок</b> .....	119
9.1. Выдерживание личинок .....	119
9.2. Подращивание личинок .....	124
9.2.1. Подращивание в лотках .....	124
9.2.2. Подращивание в бассейнах .....	126
9.2.3. Подращивание в садках .....	128
9.3. Транспортировка личинок пеляди .....	128
9.4. Биологический контроль качества в личиночном цехе .....	131
<b>Глава 10. Биотехника производства жизнестойкой молоди пеляди</b> .....	139
10.1. Выращивание сеголетков и годовиков .....	140

Использование плавучих выростных садков .....	145
10.2. Методы отлова посадочного материала .....	146
10.3. Способы и условия транспортировки жизнестойкого посадочного материала .....	146
10.3.1. Перевозки и пересадки сеголетков и годовиков пеляди .....	146
10.3.2. Пересадки молоди по водотоку .....	147
<b>Глава 11. Повышение естественной продуктивности озер, используемых для выращивания пеляди .....</b>	<b>149</b>
11.1. Влияние гидротехнических работ на экологические процессы в озерах .....	149
11.2. Мелиоративный эффект при рыхлении донных отложений рыбхозхозяйственных водоемов .....	151
11.3. Роль аэрации в повышении продуктивности озер заморного типа ..	153
11.4. Биологические мелиорации .....	155
11.5. Мониторинг паразитофауны и болезней пеляди .....	156
<b>Заключение .....</b>	<b>159</b>
<b>Литература .....</b>	<b>160</b>

Оригинал-макет подготовлен в ГИПП «Тюмень»  
Подписано в печать 08.08.2003 г.  
Формат 62х90/16. Гарнитура Journal.  
Печать офсетная. Бумага офсетная.  
Усл. п. л. 11,37. Тираж 1000. Заказ 370.

---

Государственное издательско-полиграфическое  
предприятие «Тюмень»  
г. Тюмень, ул. Осипенко, 81.  
Тел. (3452) 75-15-01, факс 46-84-81.



*Мухачев Игорь Семенович, 1933 года рождения, доктор биологических наук, профессор иктиологии и рыбоводства, заслуженный работник рыбного хозяйства Российской Федерации.*

*Окончил биологический факультет Челябинского государственного педагогического института. Опубликовал около 200 научных работ по сиговодству, интенсификации товарного озерного рыбоводства на водоемах Урала и Западной Сибири*