

**Л.М. Князева, А.К. Шумилина,
В.В. Костюничев, И.Н. Остроумова**

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
МОЛОДИ СИГОВЫХ И ФОРЕЛИ
В УСЛОВИЯХ
ИНДУСТРИАЛЬНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ**

STATE RESEARCH INSTITUTE ON LAKE AND RIVER FISHERIS
(GosNIORKH)

26, Makarova embankment,
199053, St.-Petersburg,
Russia

L. M. KNYAZEVA, A. K. SHUMILINA,
V. V. KOSTYUNICHEV, I. N. OSTROUMOVA

**BIOLOGICAL PECULIARITIES
OF YOUNG WHITEFISH AND TROUT,
REARED IN INDUSTRIAL CONDITIONS**

ST.-PETERSBURG
2007

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
«ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ОЗЕРНОГО И РЕЧНОГО РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА»
(ФГНУ ГосНИОРХ)

199053, Санкт-Петербург,
наб. Макарова, 26

Научные тетради
Выпуск № 10

Л. М. КНЯЗЕВА, А. К. ШУМИЛИНА,
В. В. КОСТЮНИЧЕВ, И. Н. ОСТРОУМОВА

**БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
МОЛОДИ СИГОВЫХ И ФОРЕЛИ
В УСЛОВИЯХ
ИНДУСТРИАЛЬНОГО ВЫРАЩИВАНИЯ**



САНКТ-ПЕТЕРБУРГ
2007

Редакционная коллегия:

М. А. Андрияшева, Д. И. Иванов (гл. редактор), **Г. М. Лаврентьева,**
Т. П. Михелес (зам. гл. редактора), **И. Н. Остроумова, Г. П. Руденко,**
Ю. А. Стрелков

Печатается по решению
Ученого Совета ГосНИОРХ
от «31» мая 2005 г. (протокол № 4)

Редактор и корректор *О. А. Витенко*

Подписано к печати 20.03.2007 г.
Тираж 200 экз. Заказ № 331 Печ. л. 3,5

Отпечатано в типографии ООО «Мегапринт-Групп»
г. Санкт-Петербург, ул. Химиков, д/ю 26, лит. А, пом. 8Н
ФГНУ ГосНИОРХ, 199053, Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 26

© ФГНУ «Государственный научно-исследовательский институт озерного и речного
рыбного хозяйства» (ФГНУ ГосНИОРХ), 2007

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	7
Особенности роста и морфологические показатели сиговых рыб при выращивании в индустриальных условиях.....	8
Характеристика скорости роста, рыбоводные и физиолого-биохимические показатели молоди муксуна при выращивании в бассейнах с разным расходом воды и плотностью посадки	13
Определение расходов воды и кислорода при выращивании молоди сиговых в бассейнах.....	18
Рыбоводные и морфофизиологические показатели молоди пеляди, выращиваемой в бассейнах при разных суточных дозах кормления и плотностях посадки	23
Рыбоводно-биологическая характеристика молоди сиговых рыб, выращиваемой на новых экструдированных стартовых кормах	39
Рыбоводные и морфологические показатели молоди радужной форели при выращивании в бассейнах и садках на гранулированных кормах разной рецептуры	41
Характеристика молоди радужной форели, выращиваемой на современных экструдированных кормах фирмы «Биомар».....	47
Литература	51
Реферат.....	55
Abstract	56

CONTENTS

Introduction	7
Peculiarities of growth and morphological parameters of whitefish, reared in industrial conditions	8
Characteristics of growth rate, piscicultural, physiological, and biochemical parameters of young whitefish at rearing in tanks with different water expenditure and planting rate	13
Determination of water and oxygen expenditure for young whitefish at rearing in tanks	18
Piscicultural and morphophysiological parameters of young peled, reared in tanks at different diurnal standards of feeding and planting rates	23
Piscicultural and biological characteristics of young whitefish, reared at new extruded starter fish foods	39
Piscicultural and morphological characteristics of young rainbow trout, reared in tanks and cages at different recipe of pelleted feed	41
Characteristics of young rainbow trout, reared at modern extruded «Biomar» food	47
Literature	51
Abstract	56

Введение

Развитие холодноводного индустриального рыбоводства в нашей стране имеет большие перспективы. На базе естественных водоисточников (реки, озера, водохранилища) созданы многие форелевые хозяйства в разных регионах страны.

Основным объектом холодноводного рыбоводства является радужная форель. В настоящее время в России ежегодно выращивают более 5 тыс. т форели. Имеются реальные предпосылки для увеличения производства этого ценного объекта. Предполагается, что в ближайшие пять лет объем выращивания товарной форели превысит 10 тыс. т [38]. В последние годы проводятся исследования по выращиванию сиговых видов рыб (пелядь, чир, муксун, сиг) в условиях холодноводной индустриальной аквакультуры. Результатом этих работ явилось создание новой биотехнологии подращивания молоди сиговых в условиях бассейнов с использованием искусственных кормов [25]. Разработана также биотехника как по выращиванию товарных сигов, так и по формированию ремонтно-маточных стад в индустриальных условиях [31, 32].

В Ленинградской области на форелевом хозяйстве «Форват» в течение последних лет выращено в садках на искусственных кормах более 15 т сигов – пеляди, чира и муксуна средней массой от 0,5 до 1,5 кг. К настоящему времени сформированы экспериментальные маточные стада пеляди, чира и муксуна, позволяющие ежегодно получать от них икру и посадочный материал.

Расширение форелеводства и сиговодства и повышение их эффективности в нашей стране тесно связаны с обеспечением рыбоводных хозяйств посадочным материалом высокого качества. В настоящее время наблюдается дефицит посадочного материала и форелевые товарные хозяйства вынуждены закупать его за рубежом, что очень невыгодно. Поэтому необходимо создание полносистемных и питомных форелевых и сиговых хозяйств, которые должны обеспечить посадочным материалом товарные рыбхозы.

Для получения качественного посадочного материала в индустриальных условиях необходима разработка рыбоводных и морфофизиологических нормативов, являющихся критериями условий содержания и полноценности кормления молоди рыб.

Цель настоящей работы - обобщение и анализ собственных научных материалов и литературных данных по рыбоводным и морфофизиологическим показателям молоди сиговых и форели в условиях индустриальной холодноводной аквакультуры, которые легли в основу действующей ныне технологии выращивания молоди в садках и бассейнах.

Особенности роста и морфологические показатели сиговых рыб при выращивании в индустриальных условиях

Внимание к сиговым как к объектам садкового выращивания было привлечено в начале семидесятых годов. Первые опыты по выращиванию их в плавучих садках, установленных в водохранилище, были проведены в 1972 г. П.В. Михеевым [40], а позднее и другими исследователями [12, 41, 65]. Для кормления молоди рыб использовали зоопланктон, который вылавливали из водоема либо привлекали в темное время электрическим светом. Этот способ выращивания не получил широкого распространения из-за трудности обеспечения молоди живым кормом. Результаты выращивания в садках с искусственным освещением нестабильны и зависят от численности зоопланктона, которая существенно изменяется в водоеме под влиянием климатических условий года и других факторов. Вылов кормовых организмов из озера – процесс трудоемкий и малоэффективный. Так, для выращивания 1 млн. личинок сиговых рыб на живом корме ежедневно потребуется от 10 до 20 кг зоопланктона по рекомендуемым суточным нормам кормления в зависимости от температуры воды и массы личинок [37].

Впоследствии в опытах для кормления сиговых в бассейнах и садках применяли различные искусственные смеси: высокобелковый гранулированный форелевый корм, смесь его с селезенкой, микрокапсулированный плавающий корм [2, 14, 50, 52, 53]. Однако эти корма не нашли широкого применения в промышленности для массового выращивания сиговых.

В связи с развитием интенсивного товарного рыбоводства в озерах Северо-Запада, Урала и Сибири потребность в специализированных кормах для выращивания молоди сиговых в заводских условиях стала еще более острой. Для обеспечения озерных хозяйств жизнестойким посадочным материалом в большом количестве необходимо было разработать новую технологию выращивания молоди сиговых в лотках и садках на искусственных кормах.

С целью разработки эффективного корма для сиговых коллективом сотрудников ГосНИОРХ в течение ряда лет (1981-1988 гг.) проводились исследования по выявлению оптимальных рецептур корма для разных возрастов рыб – от личинки до двухлетнего возраста. Параллельно отработывалась биотехника кормления и выращивания их в бассейнах, лотках и садках, без которой невозможно успешное применение полноценных, сбалансированных кормов для выращивания сиговых в заводских условиях [22, 23, 28].

В результате исследований созданы стартовый корм ЛС-81, применяемый для кормления личинок до достижения ими массы 50-100 мг, и корм для сеголеток МС-84, которые были переданы промышленности и в течение ряда лет выпускались заводами рыбных гранулированных кормов. Они предназначены для кормления

сиговых от начала питания при выращивании их в лотках и садках с высокими плотностями посадки без применения живого корма [23].

Сиговые – холодолюбивые рыбы, включающие большое количество разных видов, с широким ареалом распространения в естественных условиях. Многие виды сиговых стали объектами интенсивного разведения в прудах и озерах. Накоплен опыт искусственного разведения омуля, пеляди, чира и муксуна. Выклюнувшихся личинок на рыбопроизводных заводах Сибири, Урала и Северо-Запада выпускают в озера и водохранилища с целью увеличения воспроизводства сиговых видов в этих водоемах. Одним из препятствий для промышленного разведения сиговых рыб является малочисленность зоопланктона в водоемах ранней весной в период зарыбления их личинками сиговых, что приводит к значительной гибели личинок при переходе на экзогенное питание. Единственно возможным выходом является подращивание личинок в заводских условиях на искусственных кормах. Применение стартового корма для подращивания личинок позволяет повысить выход сеголеток в 2-5 раз, а также сократить в два раза требуемое для зарыбления количество посадочного материала [22, 55].

В процессе искусственного разведения сиговых, выращиваемых в прудах, выявлена их высокая экологическая пластичность. Многие из сиговых рыб могут выживать в мелководных, сильно прогреваемых (до 24-26°C) водоемах [8]. Рипус, пелядь, муксун при этом сохраняют способность к размножению, у других видов (чудской сиг, чир) в условиях высоких температур происходит резорбция половых клеток.

При многолетнем наблюдении за выращиванием сиговых в бассейнах и лотках на искусственных кормах в наших опытах, а также в производственных условиях выявлено, что оптимальной температурой воды для их роста является 17-21°C. Для личинок пеляди и муксуна до 1 г верхний предел оптимальной температуры – 21°C, для молоди массой 3-5 г – 17-19°C, т. е. верхний температурный оптимум с ростом рыб снижается.

При возрастании температуры от 13-15 до 17-21°C скорость роста сеголеток муксуна и пеляди увеличивается у личинок на 25-49%, у мальков массой до 1 г – на 23-43, у сеголеток массой до 5 г – на 14-41%. Следует отметить, что скорость роста сеголеток муксуна массой от 1 до 5 г при температуре 21°C выше, чем у сеголеток пеляди такой же массы [24].

По характеру питания в естественных условиях сиговые делятся на планктофагов, бентофагов и хищников. Испытание разных рецептур корма проводили на нескольких видах сиговых: пелядь (планктофаг), чир, гибрид пелядь×чир (пелчир), муксун, волховский и чудской сизи, сиг-лудога (бентофаги), нельма (хищник). У личинок всех перечисленных видов реакция на искусственный корм одинакова. Личинки поедали корм с поверхности и в толще воды по мере его погружения. В дальнейшем мальки и сеголетки (за исключением пеляди) начинают брать гранулы не только с поверхности и в толще воды, но и со дна. Рост сиговых при выращивании в бассейнах на разных этапах подращивания был неодинаковым. В табл. 1 приведены данные о

скорости роста сиговых при одинаковой температуре воды, получавших до массы 50-100 мг стартовые корма ЛС-81 и далее – МС-84.

Таблица 1

Скорость роста молоди сиговых при выращивании в бассейнах на искусственных кормах (суточный прирост), %

Вид рыбы	Масса, г						
	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,6	0,6-1,2	1,2-2,8	3,0-5,0	5,0-10,0
Волховский сиг	11,0	10,0	8,9	9,1	5,1	4,2	4,3
Чудской сиг	11,0	9,6	7,3	7,9	8,0	3,7	3,9
Сиг-лудога	9,9	10,0	7,7	5,8	5,1	6,9	4,1
Муксун	9,9	9,0	10,0	9,9	8,0	5,0	3,9
Нельма	10,0	10,0	7,6	10,0	7,1	5,5	3,7
Пелядь	7,2	8,2	9,0	-	6,1	3,7	3,1
Пелчир	8,1	-	-	-	8,6	5,8	4,0
Температура, °С	13	13,5	17	21	19	19	15,5

Как видим, на этапах подращивания до 0,1 и 0,2 г при температуре воды 13°C наименьшая скорость роста была у личинок пеляди по сравнению с ситами, муксуном, гибридом и нельмой. На более поздних этапах подращивания при температуре 19°C скорость роста пеляди мало отличается от темпа роста сигов и ниже, чем у муксуна, нельмы и пелчира.

Следует отметить, что рост и выживаемость сиговых в бассейнах, как и в естественных водоемах, зависят не только от вида рыб, но и от качества получаемой икры и условий инкубации, сроков выклева, начала питания. Так, раннее вылупление чира в середине марта и длительное подращивание (около двух месяцев) личинок в бассейнах при низкой температуре воды (2-3°C) привело к их повышенному отходу в течение первых двух месяцев. При подращивании в бассейнах в одних и тех же условиях молодь пеляди из икры, завезенной с Алольской экспериментальной станции, отличалась от молоди, полученной от производственной пеляди ЦЭС ГосНИОРХ «Ропша», более высоким темпом роста и лучшей выживаемостью.

В табл. 2 представлен рост и морфобиологическая характеристика сигов, выращенных от личинки до сеголеток в бассейнах на искусственных кормах. Средняя температура воды составляла (°C): май – 11,5, июнь – 15,6, июль – 18,0, август – 15,4, сентябрь – 12,2.

Таблица 2

**Морфофизиологические и биохимические показатели сеголеток сиговых рыб
при выращивании в бассейнах на искусственных кормах
(ЛС-81 и МС-84)**

Вид рыбы	Средняя масса, г		Кoeffици- вариации конечной массы, %	Кoeffици- ент упитанно- сти по Фультону	Индекс печени, %	Содержа- ние гемогло- бина в крови, г%	Содержа- ние витамина С в теле, мг%	Химический состав тела, %		
	началь- ная (27.04)	конечная (15.09)						белок	жир	влага
Пелядь	0,003	19,7±1,2	26,3	1,56±0,03	1,36±0,05	7,7±0,3	4,3±0,2	16,7±2,1	5,2±0,3	74,0±1,2
Пелчир	0,003	18,4±1,4	31,5	1,72±0,03	1,32±0,08	7,3±0,3	4,0±0,6	15,2±0,4	7,7±0,4	72,2±0,6
Муксун	0,008	19,6±0,5	17,3	1,47±0,02	1,31±0,05	7,5±0,2	6,0±0,3	14,5±0,5	8,3±0,6	72,0±0,2
Сиг-лудога	0,009	17,5±0,6	17,1	1,33±0,03	1,10±0,05	7,5±0,2	6,5±0,5	14,5±0,6	6,5±0,3	75,9±0,3
Волховский сиг	0,008	15,8±0,8	24,7	1,38±0,04	1,41±0,07	7,6±0,03	5,7±0,4	14,3±0,6	5,4±0,4	75,5±0,4
Чудской сиг	0,008	13,3±0,5	17,7	1,4±0,03	1,25±0,04	7,8±0,2	5,9±0,4	14,8±0,6	5,7±0,5	75,8±0,3
Нельма	0,009	20,4±0,6	20,2	1,30±0,01	1,50±0,06	7,4±0,2	7,7±0,9	15,3±0,7	4,3±0,4	73,6±1,2
Чир	0,011	18,9±1,2	33,0	1,2±0,02	1,46±0,06	-	-	15,1±0,4	6,3±0,5	75,5±0,5

Наибольшая конечная масса в середине сентября отмечена у нельмы, пеляди, муксуна и чира. Наименьшие коэффициенты вариации конечной массы наблюдались у сеголеток муксуна, чудского сига, сига-лудог и нельмы (17,1-20,2%). Физиолого-биохимические показатели молоди мало различались у разных видов сиговых и не отклонялись от нормы при выращивании на искусственных кормах ЛС-81 и МС-84. Минимальное содержание витамина С (4,0 мг%) наблюдалось у пелчира, наиболее высокое (7,7 мг%) – у нельмы. Пелчир обладал большей упитанностью по сравнению с другими сиговыми.

Таким образом, разработанные полноценные корма ЛС-81 и МС-84 пригодны для выращивания в бассейнах разных видов сиговых рыб (планктофаги, бентофаги, хищники).

Исследование развития пищеварительной системы личинок пеляди, чира и муксуна при кормлении в ваннах и бассейнах стартовым кормом ЛС-81 (температура воды 10-14°C) показало, что личинки чира и муксуна в 20-суточном возрасте достигают III этапа развития (по Смольянову) [54]. У них уже имеется желудок с хорошо развитой мускулатурой. У пеляди же на III этапе лишь начинается формирование желудка, активное развитие которого продолжается на IV этапе. В связи с этим интенсивность питания муксуна и чира увеличивается на II этапе, когда у них начинается развитие желудка, а пеляди - на III этапе в возрасте 25-30 суток [3, 28, 30]. Этим объясняется различие по темпу роста личинок на ранних этапах постэмбрионального развития. Так, в возрасте 30 суток при подращивании на стартовом корме ЛС-81 личинки чира были средней массой 50-70, муксуна – 40-50, пеляди – 20-30 мг при средней температуре воды за период 12°C. Очевидно, различие по росту разных видов сиговых объясняется индивидуальными биологическими особенностями. Известно, что скорость развития организма и соотношение созревания и роста тесно связаны с продолжительностью жизни особей. Сравнительное изучение роста и развития разных видов сиговых в одних и тех же условиях искусственного разведения является важным с точки зрения выбора наилучших объектов для индустриального сиговодства.

Как показало выращивание сиговых на кормах ГосНИОРХ в производственных условиях Отградненского озерного рыбозавода (Ленинградская обл.), сеголетки в бассейнах, лотках и садках достигают к осени следующей средней массы: у пеляди – 13-15 г, муксуна – 16-18, гибрида пелядь×чир – 18-19 г при среднемесячной температуре воды в мае – 8-12°C, июне – 15-18, июле – 18-20, августе – 16-19, сентябре – 8-12, октябре – 5-7°C. Выход сеголеток от посадки личинок составляет 56-65% [24, 27].

Отмечена высокая выживаемость личинок муксуна и пеляди при подращивании на стартовом корме ЛС-81 в течение 30-45 суток. Выход личинок пеляди составляет 90-93, муксуна – 95-98%. При выращивании в пруду на живом корме рост и развитие личинок ускоряются. В 30-суточном возрасте прудовая молодь пеляди достигает массы 130-300 мг в зависимости от температуры (15-20°C) и количества

зоопланктона. Однако к осени сеголетки пеляди из пруда часто отстают в росте от бассейновых сеголеток, так как в прудах и естественных водоемах в конце августа и сентябре наблюдается снижение численности зоопланктона. Сеголетки к осени достигли средней массы 4-13 г. При сравнении с бассейновыми, выращенными на искусственных кормах, они характеризовались более низкой упитанностью, ухудшением некоторых интерьерных показателей и замедлением роста, что свидетельствует о недоедании рыбы, выращиваемой в пруду. Снижение роста сеголеток пеляди в прудах и естественных водоемах в конце августа и сентябре отмечалось также и другими исследователями [11, 61]. Кормовые затраты при массовом выращивании сиговых в бассейнах, лотках и садках на искусственных кормах составляют 1,5-2,0

Использование искусственных кормов ЛС-81 и МС-84 и рекомендаций по их применению дало возможность Отрадненскому рыбозаводу вырастить в течение трех лет в лотках и садках свыше 2 млн. сеголеток пеляди, муксуна и пелчира. Сиговые корма рецептуры ГосНИОРХ широко использовались для подращивания молоди сиговых на промышленных предприятиях Вологодской, Псковской, Свердловской областей и Красноярского края. Здесь подрастили свыше 20 млн. шт. молоди разных видов сиговых рыб.

Характеристика скорости роста, рыбоводные и физиолого-биохимические показатели молоди муксуна при выращивании в бассейнах с разными расходом воды и плотностью посадки

Эксперименты проводили на личинках, ранней молоди и сеголетках муксуна. На каждой возрастной группе испытывали 2 варианта с разным расходом воды и 2 варианта с разной плотностью посадки (табл. 3).

При неодинаковых величинах вододачи и плотностей посадки создавали различный кислородный режим в бассейнах. Наиболее высокие концентрации кислорода в вытекающей воде наблюдались в первом варианте всех опытов, где была наименьшая плотность посадки и высокий расход воды. Самые низкие концентрации кислорода на вытоке отмечены в четвертом варианте с высокими плотностями посадки и наименьшим расходом воды. Результаты опытов представлены в табл. 4-6.

Таблица 3

Схема опытов и условия выращивания молоди муксуна в бассейнах при разном расходе воды и разной плотности посадки

Серия опыта	Вариант опыта	Плотность посадки, тыс.шт./м ³	Расход воды, л/сек.	Содержание кислорода		Температура воды, °С	Сроки выращивания	
				% насыщения	мг/л			
					вток			выток
I Личинки	1	25	$\frac{0,45}{0,2-0,55}$	$\frac{85}{83-87}$	$\frac{8,7}{8,3-9,5}$	8,1	$\frac{11,9}{7,5-15,5}$	28.04 – 08.06
	2	25	$\frac{0,13}{0,06-0,16}$			7,6		
	3	50	$\frac{0,45}{0,2-0,55}$			7,9		
	4	50	$\frac{0,13}{0,06-0,16}$			6,9		
II Ранняя молодь	1	3,7	$\frac{0,56}{0,4-0,75}$	$\frac{82}{80-85}$	$\frac{7,9}{7,3-8,5}$	7,1	$\frac{17,3}{13,4-20,5}$	12.06 – 19.07
	2	3,7	$\frac{0,23}{0,13-0,4}$			6,2		
	3	5,6	$\frac{0,56}{0,4-0,75}$			6,9		
	4	5,6	$\frac{0,23}{0,13-0,4}$			5,8		
III Сеголетки	1	1,0	$\frac{0,59}{0,55-0,6}$	$\frac{82}{79-85}$	$\frac{8,3}{7,7-9,4}$	7,4	$\frac{15,1}{10,2-19,2}$	20.07 – 13.09
	2	1,0	$\frac{0,26}{0,25-0,3}$			6,7		
	3	1,5	$\frac{0,59}{0,55-0,6}$			7,2		
	4	1,5	$\frac{0,26}{0,25-0,3}$			6,3		

Примечание: Над чертой – среднее, под чертой – колебание.

Как видим, максимальный темп роста и соответственно наибольшая конечная масса молоди во всех сериях опыта наблюдалась при выращивании ее в бассейнах с низкой плотностью посадки и высокими расходами воды (первые варианты). В опыте с личинками это отмечено при плотности посадки 25 тыс. шт./м³ и расходе воды 0,45 л/с, в опыте с мальками – при плотности посадки 3,7 тыс. шт./м³ и проточности 0,56 л/с, в опыте с сеголетками – при плотности посадки 1 тыс. шт./м³ и расходе воды 0,59 л/с. Водообмен в бассейнах был высоким и составлял 8-10 раз за час. При этом концентрация кислорода на вытоке была равна 7,1-8,1 мг/л, что соответствовало 75-79%-ному насыщению. Однако при аналогичных низких плотностях посадки, но при меньших (в 2-3 раза) расходах воды (вторые варианты)

Таблица 4

**Результаты выращивания личинок муксуна в бассейнах
с разным расходом воды и разной плотностью посадки (I серия опытов)**

Показатели	Вариант опыта			
	1	2	3	4
Начальная масса, г	0,013	0,013	0,013	0,013
Конечная масса, г: живых	0,34	0,25	0,26	0,20
фиксированных	0,26±0,01	0,21±0,01	0,21±0,01	0,14±0,01
Коэффициент вариации конечной массы, %	26,9	33,2	25,0	34,4
Удельная скорость роста, %	7,9	7,3	7,3	6,7
Индекс печени, %	1,81±0,03	1,54±0,04	1,59±0,02	1,66±0,03
Коэффициент упитанности по Фультону	1,0±0,01	0,93±0,01	1,04±0,01	0,87±0,01
Коэффициент оплаты корма	2,3	2,8	2,5	3,2
Конечная ихтиомасса, кг/м ³	7,6	5,5	11,6	8,8
Выход, %	89	88	89	88

Таблица 5

**Результаты выращивания ранней молоди муксуна в бассейнах
с разным расходом воды и разной плотностью посадки (II серия опытов)**

Показатели	Вариант опыта			
	1	2	3	4
Начальная масса, г	0,34	0,36	0,33	0,36
Конечная масса, г: живых	4,12	4,14	3,51	3,41
фиксированных	4,40±0,10	4,32±0,14	3,87±0,09	3,41±0,10
Коэффициент вариации конечной массы, %	15,9	23,3	16,6	20,1
Удельная скорость роста, %	6,8	6,6	6,4	6,1

Продолжение табл. 5

Показатели	Вариант опыта			
	1	2	3	4
Индекс печени, %	1,36±0,02	1,41±0,03	1,28±0,02	1,48±0,03
Коэффициент упитанности по Фультону	1,5±0,01	1,6±0,02	1,5±0,01	1,6±0,02
Коэффициент оплаты корма	2,7	2,7	2,7	3,0
Конечная ихтиомасса, кг/м ³	14,3	13,6	18,7	15,8
Выход, %	95	89	97	83

температура роста молоди на всех выращиваниях была достаточно высокой. Конечная масса личинок, мальков и сеголеток из этих вариантов во всех сериях опыта достоверно не отличалась от таковой в первом варианте. Но коэффициент вариации, характеризующий индивидуальную изменчивость массы молоди муксуна во вторых вариантах с низкой проточностью и более низким содержанием кислорода в вытекающей воде, был выше. Вариабельность рыб по массе в зависимости от содержания кислорода в воде в большей степени проявилась у личинок и ранней молоди. С повышением проточности и увеличением концентрации кислорода на вытоке уменьшается индивидуальная изменчивость массы муксуна.

Таблица 6

Результаты выращивания сеголеток муксуна в бассейнах с разным расходом воды и разной плотностью посадки (III серия опытов)

Показатели	Вариант опыта			
	1	2	3	4
Начальная масса, г	3,72	3,75	4,07	3,74
Конечная масса, г:				
живых	18,20	18,30	17,59	16,14
фиксированных	20,0±0,82	18,94±0,80	17,60±0,54	16,45±0,61
Коэффициент вариации конечной массы, %	25,5	26,7	19,6	23,5
Удельная скорость роста, %	2,9	2,9	2,7	2,7
Индекс печени, %	1,28±0,06	1,47±0,06	1,32±0,04	1,43±0,04
Коэффициент упитанности по Фультону	1,41±0,02	1,3±0,02	1,3±0,02	1,4±0,01
Коэффициент оплаты корма	2,4	2,5	2,6	2,9
Конечная ихтиомасса, кг/м ³	17,4	16,8	23,7	21,2
Выход, %	96	92	90	86

При одинаково высоких расходах воды, но с разной плотностью посадки (первые и третьи варианты) увеличение темпа роста было более выражено при меньшей плотности посадки (первые варианты). Однако использование высоких плотностей посадки при максимальных расходах воды во всех сериях опыта позволило получать самую высокую рыбопродукцию при небольшом снижении средней штучной массы.

Наибольшее отставание в росте у молоди наблюдалось в четвертых вариантах с высокими плотностями посадки и наименьшими расходами воды. Водообмен в бассейнах происходил от 2 до 5 раз в час. Концентрация кислорода на вытоке составляла 5,8-6,9 мг/л, что соответствовало 61-67%-ному насыщению. При выращивании в таких условиях молодь имела самую низкую конечную массу и наибольшую ее вариабельность. Кроме того, в этих вариантах кормовые затраты на единицу прироста были выше, чем в других вариантах опыта. Сравнение результатов выращивания молоди муксуна в третьих и четвертых вариантах с одинаковыми плотностями посадки показало, что увеличение расхода воды в условиях высоких плотностей посадки (варианты 3) стимулировало рост и положительно сказалось на других рыбоводных показателях.

Определение физиолого-биохимических показателей у молоди муксуна при выращивании в разных условиях показало, что содержание общего белка, жира, влаги в теле рыб, а также количество гемоглобина в крови не изменилось при различных расходах воды и плотностях посадки бассейна. Эти показатели не отклонялись от нормы, характерной для молоди сиговых рыб при выращивании их в бассейнах на искусственных кормах. Отмечено лишь некоторое снижение содержания гемоглобина и эритроцитов у молоди в первом варианте с высокой проточностью, но эти различия были недостоверны ($p > 0,05$) (табл. 7).

Таблица 7

**Физиолого-биохимические показатели молоди муксуна,
выращенной в бассейнах
с разным расходом воды и разной плотностью посадки**

Вариант опыта	Средняя масса, г	Содержание гемоглобина в крови, г%	Содержание эритроцитов в крови, млн. шт./мм ³	Химический состав тела, %		
				белок	жир	влага
1	3,6±0,2	6,3±0,8	0,844±0,05	13,1±0,6	6,3±0,2	78,1±0,6
2	4,5±0,3	7,1±0,2	1,13±0,05	12,0±0,3	6,6±0,2	80,2±0,4
3	3,1±0,3	7,3±0,6	1,22±0,04	12,8±0,7	5,9±0,3	79,2±1,1
4	3,2±0,3	7,0±0,4	1,23±0,08	13,1±0,3	6,2±0,2	78,5±0,3

Таким образом, в опытах по испытанию разных расходов воды и разных плотностей посадки в бассейнах выявлено влияние этих параметров на потребление кислорода, рост и рыбопродуктивные показатели молоди муксуна.

Максимальный темп роста и наибольшая конечная масса молоди в бассейнах отмечены при высоком водообмене (0,45-0,6 л/с) и низкой плотности посадки (личинки – 25, мальков – 3,7, сеголеток – 1,0 тыс.шт./м³), а максимальная рыбопродукция была при таком же расходе воды, но в 1,5-2 раза большей плотности посадки.

Следовательно, рекомендуемые плотности посадки при высоком водообмене (0,45-0,6 л/с) должны составлять для личинок – 50 тыс. шт./м³, мальков – 7-8, для сеголеток – 2 тыс. шт./м³.

Определение расходов воды и кислорода при выращивании молоди сиговых в бассейнах

Для определения удельного расхода воды в бассейнах с выращиваемой молодью сиговых рыб необходимо знать оптимальный уровень расхода кислорода на дыхание рыб. С этой целью в опытах по выращиванию молоди муксуна при разных расходах воды и разной плотности посадки определяли потребление кислорода личинками, мальками и сеголетками непосредственно в бассейнах. Исходная концентрация кислорода в подаваемой воде была невысокой (7,9-8,7 мг/л), что соответствовало 82-85% нормального насыщения. В табл. 8 приведены средние данные удельных расходов кислорода (УРК_т) на дыхание молоди в разные периоды выращивания. Как видим, на всех этапах выращивания наибольшие значения УРК_т наблюдались в бассейнах с быстрорастущей молодью из первых вариантов с высокой проточностью воды и низкой плотностью посадки. Повышение плотности посадки снижало количество кислорода, потребляемого молодью. Так, в бассейнах с личинками, где плотность посадки была 25 тыс. шт./м³ (вариант 1) значение УРК_т составило 0,595 мгО/с·кг. При увеличении плотности посадки до 50 тыс. шт./м³ (вариант 3) величина УРК_т была равна 0,394 мгО/с·кг, т.е. в 1,5 раза меньше.

При сопоставлении данных УРК_т с разными расходами воды установлено, что в бассейнах с высокой проточностью (0,45-0,59 л/с) и соответственно более высокой концентрацией кислорода на вытоке удельные расходы кислорода на дыхание рыб повышались, а при низкой проточности (0,13-0,26 л/с) и низком содержании кислорода на вытоке УРК_т снижался.

Влияние разных условий выращивания на потребление кислорода рыбами особенно выражено в личиночном возрасте (см. табл. 8). С ростом молоди муксуна и увеличением ее массы удельные расходы кислорода на дыхание рыб снижаются. Так, величины УРК, приведенные к температуре 20°C (УРК₂₀), в опыте на личинках были равны 0,399-1,108, на мальках 0,249-0,351, на сеголетках - 0,184-0,234 мгО/с·кг.

Таблица 8

Средние уровни удельных расходов кислорода на дыхание молоди муксуна при выращивании в бассейнах при разном расходе воды и разной плотности посадки

Серия опытов	Вариант	Плотность посадки, тыс.шт./м ³	Расход воды, л/с	Средняя масса, г		УРК _г , мгО/с·кг	Температура воды, °С	УРК ₂₀ , мгО/с·кг (в опыте)	УРК ₂₀ , мгО/с·кг (по формуле Винберга)
				начальная	конечная				
I	1	25	0,45 / 0,2-0,55	0.13	0.34	0,595±0,206/1,08-0,24	11.9	1,108±0,356	0,354±0,039
	2	25	0,13 / 0,06-0,16	0.13	0.25	0,264±0,038/0,364-0,197		0,474±0,073	0,362±0,038
	3	50	0,45 / 0,2-0,55	0.13	0.26	0,394±0,105/0,621-0,225		0,744±0,223	0,365±0,052
	4	50	0,13 / 0,06-0,16	0.13	0.20	0,224±0,019/0,269-0,185		0,399±0,053	0,368±0,035
II	1	3.7	0,56 / 0,4-0,75	0.34	4.12	0,255±0,059/0,486-0,098	17.3	0,351±0,095	0,189±0,017
	2	3.7	0,23 / 0,13-0,4	0.36	4.14	0,206±0,025/0,277-0,147		0,262±0,043	0,190±0,017
	3	5.6	0,56 / 0,4-0,75	0.33	3.51	0,243±0,054/0,465-0,12		0,313±0,09	0,195±0,017
	4	5.6	0,23 / 0,13-0,4	0.36	3.41	0,199±0,015/0,249-0,19		0,249±0,030	0,197±0,016
III	1	1.0	0,59 / 0,55-0,6	3.72	18.2	0,161±0,033/0,291-0,101	15.1	0,234±0,022	0,118±0,006
	2	1.0	0,26 / 0,25-0,3	3.75	18.3	0,145±0,035/0,229-0,102		0,267±0,006	0,118±0,006
	3	1.5	0,59 / 0,55-0,6	4.07	17.6	0,145±0,024/0,285-0,098		0,208±0,022	0,118±0,006
	4	1.5	0,26 / 0,25-0,3	3.74	16.1	0,127±0,027/0,209-0,078		0,184±0,017	0,118±0,006

При сравнении величин $УРК_{20}$, полученных в разных вариантах опытов, с $УРК_{20}$, рассчитанным по формуле Г.Г. Винберга [6] для сиговых, замечено, что они выше расчетных. Наибольшее расхождение между ними наблюдается в первых и третьих вариантах опытов с большими расходами воды. При переходе с личиночного на мальковый этап, который проходил при более высокой температуре воды, это расхождение снижается, и далее в опыте с сеголетками оно ненамного снова увеличивается. Наиболее близкими опытные и расчетные $УРК_{20}$ были в четвертых вариантах опытов с низким расходом воды и соответственно с низкой концентрацией кислорода на вытоке. Так, в этом варианте отношение $УРК_{20}$ в опыте к $УРК_{20}$ по Г.Г. Винбергу составило 1,1-1,5, тогда как в первых и третьих вариантах с высокой проточностью оно было соответственно равно 1,9-3,1 и 1,4-2,0 (см. табл. 8). Исследование динамики удельного расхода кислорода на дыхание рыб показало, что наименьшее отклонение опытных величин $УРК_{20}$ от расчетных для молоди муксуна наблюдается в период выращивания при максимальной температуре воды 17-18,9°C (табл. 9). Отмечено также, что высокие $УРК_{20}$ в начале опытов по сравнению с расчетными связаны с меньшей ихтиомассой в бассейне и соответственно более высокими концентрациями кислорода на вытоке.

Зависимость удельного расхода кислорода на дыхание молоди муксуна от массы рыбы, а также от условий выращивания (плотность посадки, проточность воды в бассейнах), наблюдаемая в наших опытах, объясняется теми же закономерностями, которые были установлены ранее в опытах на других рыбах [1, 15, 17].

При исследовании скорости роста муксуна в бассейнах с разным содержанием кислорода на вытоке была определена допустимая концентрация кислорода для молоди, которая равнялась 6,5 мг/л при температуре воды 18-20°C и 6,0 мг/л при более низкой температуре - 17°C.

Таблица 9

**Динамика удельного расхода кислорода на дыхание молоди муксуна
при выращивании в бассейнах на искусственных кормах
(третьи варианты опытов)**

Серия опыта	Температура воды, °C	Расход воды, л/с	Средняя масса рыб, г	Общая ихтиомасса в бассейне, кг	$УРК_{20}$, в опыте, мгО/с·кг	$УРК_{20}$ по Винбергу, мгО/с·кг
I	11,2	0,20	0,026	0,26	1,151	0,464
	12,3	0,35	0,040	0,40	1,289	0,420
	13,5	0,35	0,078	0,8	0,561	0,359
	13,2	0,44	0,149	1,5	0,396	0,309
	15,5	0,55	0,262	2,6	0,324	0,272
II	15,0	0,4	0,334	0,56	0,698	0,257

Серия опыта	Температура воды, °С	Расход воды, л/с	Средняя масса рыб, г	Общая икhtiомасса в бассейне, кг	УРК ₂₀ , в опыте, мгО/с·кг	УРК ₂₀ по Винбергу, мгО/с·кг
II	16,4	0,4	0,675	1,1	0,369	0,219
	18,6	0,4	1,04	1,7	0,210	0,198
	18,9	0,4	1,38	2,3	0,197	0,186
	18,6	0,75	2,5	4,0	0,252	0,162
	17,0	0,75	3,5	5,6	0,153	0,150
III	17,4	0,55	4,7	2,1	0,352	0,140
	18,7	0,55	6,86	3,1	0,209	0,128
	16,3	0,55	9,3	4,2	0,138	0,120
	13,7	0,55	12,5	5,6	0,155	0,112
	13,3	0,60	15,7	7,0	0,177	0,106
	10,3	0,60	17,6	7,1	0,215	0,103

Сопоставление удельных расходов кислорода на дыхание рыб со скоростью роста и другими рыбоводными показателями на разных этапах выращивания в наших опытах позволило выявить оптимальные уровни УРК для молоди муксуна. Наиболее высокому темпу роста соответствовали величины УРК из первых вариантов опытов. Однако в третьих вариантах с высокой плотностью посадки при небольших снижениях скорости роста и конечной штучной массы получена наибольшая рыбопродуктивность. Соответствующие этим показателям УРК были приняты нами в качестве оптимальных при расчете удельных расходов воды. Так, для личинок УРК₂₀ должен быть равен 0,744, для мальков – 0,313, для сеголетков – 0,208 мгО/с·кг. Использование этих данных дает возможность рассчитать удельный расход воды (УРВ) и критическую икhtiомассу при выращивании молоди сиговых рыб в бассейнах в условиях Моторненского участка Отраденского рыбозавода. Наряду с теоретически выведенными по формуле Г.Г.Винберга [7], их можно также применять как ориентировочные в рыбоводных расчетах расхода воды и общей массы выращиваемой рыбы на других хозяйствах.

В табл. 10 приведены удельные расходы воды и общая масса рыбы, рассчитанные по оптимальным величинам УРК₂₀ для молоди муксуна в каждой серии опытов при условии 100%-ного насыщения поступающей воды кислородом и допустимой концентрации его на вытоке, равной 6,5 мг/л.

**Удельные расходы воды и критическая ихтиомасса рыб
при выращивании молоди муксуна в бассейнах участка «Моторное»**

Средняя масса рыб, г	УРК ₂₀ , мгО/с·кг	РВ, л/с	УРВ, л/с·кг	Критическая ихтиомасса, кг (при 20°С)	Фактич. ихтиомасса, рассчитанная по УРК _т в опыте
0,008-0,3	0,744	0,45/0,2-0,55	0,29	1,6	3,1
0,3-4,0	0,313	0,55/0,4-0,75	0,12	4,5	4,3
4,0-20,0	0,208	0,6/0,55-0,6	0,08	7,5	9,5

При низкой температуре, которая была у нас в первой и третьей сериях опытов, критическая ихтиомасса выше.

При увеличении массы выращиваемой рыбы в бассейнах на рыбоводном участке в Моторном в условиях дефицита воды и неполного насыщения ее кислородом требуются большие расходы воды. В практике при выращивании молоди сиговых рыб необходимо проводить систематический контроль за расходом воды в бассейне, меняя его своевременно с учетом роста рыб и температуры воды. Для этого следует использовать связь между общей массой выращиваемой рыбы, интенсивностью ее дыхания, расходом воды и содержанием в ней кислорода, которая выражается зависимостью:

$$\text{УРК}_t \cdot M_{\text{общ}} = \text{РВ} \cdot \Delta\text{О}_2,$$

где УРК_t – удельный расход кислорода на дыхание рыб в данных условиях, мгО/с·кг;

$M_{\text{общ}}$ – общая масса рыбы, кг;

РВ – расход воды, л/с;

$\Delta\text{О}_2$ – разность концентраций кислорода на входе и выходе, мг/л.

По этой формуле можно рассчитать необходимый расход воды в бассейне:

$$\text{РВ} = \text{УРК}_t \cdot M_{\text{общ}} / \Delta\text{О}_2.$$

Радикальной мерой, позволяющей уменьшить затраты дефицитной воды на единицу выпускаемой продукции, является оксигенация, т.е. насыщение воды чистым или техническим кислородом [16]. При этом потребности рыб в кислороде удовлетворяются без увеличения расхода воды. Оксигенация – один из главных путей

интенсификации индустриального сиговодства и повышения производства рыбопосадочного материала сиговых рыб.

Подводя итоги вышеизложенному, следует сказать, что в результате исследования темпа роста и удельных расходов воды на дыхание молоди муксуна в опытах с разной плотностью посадки и разным расходом воды в бассейнах определены оптимальные величины удельного расхода кислорода на дыхание молоди. Полученные данные использованы для рыбоводных расчетов и уточнения нормативов выращивания личинок и сеголеток сиговых рыб в бассейнах на искусственных кормах [26].

Рыбоводные и морфофизиологические показатели молоди пеляди, выращиваемой в бассейнах при разных суточных дозах кормления и плотностях посадки

Морфофизиологические показатели внутренних органов, т.е. соотношение массы тела и отдельных органов, являются одним из критериев условий выращивания рыб. Эти показатели косвенно свидетельствуют о своеобразном направлении физиологических реакций организма на воздействие среды обитания. Поэтому освоение нового метода выращивания молоди сиговых рыб в бассейнах на искусственных кормах требует знания морфофизиологических особенностей их организма на разных этапах роста и развития в новых условиях.

Для определения оптимальных суточных норм кормления было проведено 3 серии опытов: с личинками, мальками и сеголетками пеляди. В первой серии опытов (15.05-26.06) испытывали суточные нормы стартового корма ЛС-81 в количестве 80, 60, 40 и 20% от массы личинок (4 варианта).

В самом начале опыта личинки в разных вариантах росли почти одинаково, масса их в возрасте 15 суток составляла 4,5-5,0 мг. В дальнейшем наблюдалось постоянное отставание в росте и в развитии рыб из варианта с минимальной дозой корма. Личинки пеляди из вариантов с суточной нормой кормления 80, 60 и 40% от массы развивались примерно одинаково, и только в возрасте 35 суток отмечено преобладание в росте личинок из варианта с нормой корма 80%. В этом возрасте 92% личинок из первых трех вариантов перешли на IV стадию развития, которая характеризуется наличием сформированного желудка. К концу опыта в возрасте 44 суток личинки в первых трех вариантах полностью перешли на IV стадию развития. Выявилось преимущество в росте личинок, получавших самую высокую дозу корма – 80%. Конечная масса их составила 90 мг. В варианте с низкой нормой корма (20%) к концу опыта 90% личинок достигли IV стадии развития, их средняя масса была 31,4 мг, отмечено различие между вариантами по коэффициенту оплаты корма (табл. 11). С увеличением количества пищи повышались затраты корма на единицу прироста. Очевидно, потери корма имели место в первые 15 суток выращивания. Температура воды в этот период была низкой для интенсивного питания, и высокие

дозы корма оказались избыточными для личинок. Таким образом, в первые дни выращивания при температуре 8°C норма корма не должна превышать 20% от массы молоди. В дальнейшем с повышением температуры и увеличением интенсивности питания эта норма является недостаточной.

При более низких дозах корма наблюдалась большая неоднородность личинок по массе. Самый высокий коэффициент вариации по массе (74,4%) отмечен у личинок из 4-го варианта (суточная доза корма 20%). Наименьшим он был в первом варианте (суточная доза корма 80%), что свидетельствует о высокой однородности выращенных личинок. Исследование интерьерных показателей личинок пеляди в конце опыта показало различия в индексах сердца, печени и мозга между четвертым и другими вариантами (1, 2, 3). Более низкие индексы сердца и печени у личинок в четвертом варианте свидетельствуют, очевидно, о недостаточности суточного рациона, равного 20% от массы тела личинок, на протяжении всего периода выращивания (табл. 12). Таким образом, при выращивании личинок с момента выклева до полного перехода на внешнее питание суточная норма корма должна составлять 20% от массы (температура воды 8°C), далее до стадии, на которой образуется желудок – 40% (температура воды 12°). Затем, при повышении температуры воды до 14-16°C и увеличении интенсивности питания норма корма должна быть увеличена до 80% от массы личинок.

Во второй серии опытов (30.06 – 31.07) испытывали суточные рационы корма 50, 40, 30, 20 и 10% от массы рыб (пять вариантов).

На первом этапе выращивания (30.06–07.07) существенных различий в росте рыб в разных вариантах не обнаружено. Средняя температура воды в бассейнах была невысокой – 12,5°C. На втором этапе опыта (08.07–15.07) активность питания молоди повысилась. В этот период выявилось отставание в росте пеляди при суточном рационе кормления ($C_{\text{корм.}}$) 10% от массы молоди. Средняя масса рыб в конце этапа составила 255 мг, среднесуточная скорость весового роста была очень низкой – 3,5%. Кормовой коэффициент составил на данном этапе 2,5. И в дальнейшем наблюдалось постоянное отставание в росте рыб из этого варианта, что происходило, по-видимому, из-за недостатка корма.

Самой высокой массы на втором этапе достигали рыбы из первого варианта, получавшие корм в количестве 50% от массы рыб, при среднесуточной скорости роста 8,2% и кормовом коэффициенте 4,6 (табл. 13). Однако на третьем этапе (16.07–23.07) в этом варианте наблюдается снижение темпа роста молоди. Корм в этом варианте задавался в избытке (затраты корма на единицу прироста составили 3,3–7,8) и не поедался полностью. Часть корма оседала на дно бассейнов и при высокой температуре воды, которая в этот период составляла в среднем 17,0°C, начинала быстро разлагаться. Потребление кислорода на процессы окисления приводило к ухудшению газового режима в бассейнах, в результате чего рост молоди в первом варианте замедлился. Кормовой коэффициент был высоким (4,9), что намного превышало удельные затраты корма в других вариантах. На третьем этапе наиболее интенсивный рост молоди наблюдался во втором варианте при $C_{\text{корм}} = 40\%$, в котором

Таблица 11

**Результаты выращивания личинок пеляди в бассейнах при различных суточных нормах стартового корма ЛС-81
(средняя масса личинок при вылуплении 3 мг) (первая серия опытов)**

Вариант опыта	Суточная норма корма, % от массы	Масса, мг		Коэффиц. вариации по массе, %	Среднесуточ. скорость роста, %	Коэффиц. оплаты корма	Выход, %
		живых	фиксированных				
1	80	90,0	70,0±2,31	28,8	8,1	4,8	88
2	60	72,3	60,1±3,06	41,7	7,6	4,6	90
3	40	69,9	57,8±5,08	50,7	7,5	3,5	90
4	20	31,4	22,6±2,4	74,4	5,4	2,9	90

Таблица 12

Морфофизиологические показатели личинок пеляди, выращиваемых в бассейнах при различных суточных нормах стартового корма

Вариант опыта	Суточная норма корма, % от массы	Масса, мг		Индексы, %				
		живых	фиксированных	сердца	печени	жабр	почек	мозга
1	80	90,0	70,0±2,31	6,8±1,29	14,8±0,81	54,6±6,46	8,6±1,55	24,2±1,73
2	60	72,3	60,1±3,06	6,5±0,94	14,2±1,99	56,0±4,74	9,6±2,06	31,4±1,19
3	40	69,9	57,8±5,08	6,0±1,34	13,5±1,50	54,0±7,14	10,0±2,34	32,6±1,07
4	20	31,4	22,6±2,4	3,6±0,25	13,1±0,67	58,0±8,99	9,1±0,29	39,8±3,34

молодь достигла массы 755 мг при среднесуточной скорости роста 11,5% и кормовом коэффициенте 2,4 (см. табл. 13).

На заключительном этапе (24.07–31.07) молодь пеляди во втором варианте начинает отставать в росте по сравнению с третьим вариантом, где суточный рацион корма составлял 30% от массы рыбы, при этом наблюдалось скопление излишков корма на дне бассейнов и снижение содержания растворенного кислорода в воде. Скорость роста рыб на этом этапе была наибольшая – 10,0%, затраты корма на единицу прироста составили 2,1. Молодь пеляди имела наибольшую среднюю массу в конце опыта – 1,47 г и самую высокую среднесуточную скорость весового роста в течение опыта – 9,2%.

Таблица 13

**Среднесуточная скорость роста и кормовой коэффициент
при выращивании молоди пеляди
в бассейнах при разных суточных рационах кормления
(вторая серия опытов)**

Вариант оп.	Сут. норма корма, % от массы	Среднесуточная скорость роста, %					Кормовой коэффициент				
		30.06-07.07	08.07-15.07	16.07-23.07	24.07-31.07	среднее за опыт	30.06-07.07	08.07-15.07	16.07-23.07	24.07-31.07	среднее за опыт
1	50	10,7	8,2	7,8	5,4	8,0	3,5	4,6	4,9	4,7	4,6
2	40	6,3	10,2	11,5	8,0	9,0	5,4	3,7	2,4	3,8	3,4
3	30	9,8	7,0	9,8	10,0	9,2	2,1	3,3	2,2	2,3	2,4
4	20	8,7	8,4	8,2	7,3	8,2	1,8	1,8	1,9	1,8	1,8
5	10	10,2	3,5	10,0	6,0	7,4	0,8	2,5	0,8	1,5	1,2

В целом в течение опыта среднесуточная скорость роста молоди в бассейнах в разных вариантах изменялась неодинаково. В третьем варианте при $C_{\text{корм}} = 30\%$ скорость роста начиная со второго опыта возрастает. В вариантах с $C_{\text{корм}} = 50\%$ и $C_{\text{корм}} = 20\%$ прослеживается тенденция к уменьшению среднесуточной скорости роста (см. табл. 13). Во втором варианте ($C_{\text{корм}} = 40\%$) скорость роста повышается до третьего этапа, затем снижается. При $C_{\text{корм}} = 10\%$ изменения скорости роста имеют скачкообразный характер, причем на четвертом этапе скорость роста снижается.

Снижение среднесуточной скорости роста в течение личиночного и малькового периодов отмечено для молоди сиговых и в естественных водоемах и происходит в результате уменьшения биомассы зоопланктона в озерах и прудах [10, 62]. Исходя из этого можно предположить, что наблюдавшееся в нашем опыте снижение скорости роста в вариантах с суточными дозами корма 10 и 20% от массы питающихся рыб свидетельствует о недостаточном количестве задаваемого корма. Замедление

скорости роста при недостаточном кормлении отмечается в опытах по выращиванию молоди форели, карпа, пресноводного лосося [9, 45, 51] и чира [29].

Уменьшение скорости роста в вариантах с $C_{\text{корм}}$ 40 и 50% происходит вследствие ухудшения газового режима в бассейнах, причиной которого является разложение излишков корма. Такая же ситуация наблюдалась при внесении избыточных доз корма при выращивании сеголеток радужной форели [9]. Об избыточности этих доз корма свидетельствуют также высокие кормовые коэффициенты, которые в среднем за опыт составили при $C_{\text{корм}} = 40\%$ - 3,4, а при $C_{\text{корм}} = 50\%$ - 5,8.

С другой стороны, возрастание среднесуточной скорости роста в третьем варианте при $C_{\text{корм}} = 30\%$ может служить показателем нормального пищевого режима, соответствующего потребностям рыб, а также показателем благоприятных условий выращивания. Тем не менее, на наш взгляд, суточная норма корма, равная 30% от массы рыбы, не может считаться оптимальной на протяжении всего срока выращивания пеляди от массы 90 мг до 1,0-1,5 г. На первом этапе выращивания при температуре воды 10,5-13,1°C, когда личинки еще малоактивны, более оправдана суточная доза корма, равная 50% от массы рыбы, так как в этом случае личинки лучше привыкают к искусственному корму и быстрее растут. На последующих этапах развития рыб и при повышении температуры воды до 17°C суточный рацион кормления следует снижать от 50 до 30% от общей массы рыб в бассейне.

Рыбоводные показатели молоди пеляди в конце опыта представлены в табл. 14. Коэффициент упитанности рыб по Фультону в разных вариантах не различался: 1,55–1,59, выживаемость во всех вариантах была высокой: 93–97%. Затраты корма на единицу прироста в среднем за весь период колебались от 1,2 до 5,8 в зависимости от суточных рационов кормления. Лучшие значения кормового коэффициента были получены в вариантах, где рыба получала корм в количестве 20 и 30% от массы рыб, и составили 2,0–2,3.

Таблица 14

Результаты выращивания молоди пеляди в бассейнах при разных суточных нормах кормления гранулами МС-84 (30.06 – 31.07) (вторая серия опытов)

Вариант опыта	Сут. норма, % от массы рыбы	Начальная масса, мг	Конечная масса, г		Коэфф. вариации по массе, %	Коэфф. упитанности по Фультону	Выход, %
			живых	фиксированных			
1	50	88,5	1,28	1,04±0,04	38,8	1,59±0,02	93
2	40	90,5	1,40	1,39±0,06	44,7	1,58±0,01	97
3	30	94,5	1,41	1,47±0,06	40,8	1,56±0,01	96
4	20	92,0	1,17	1,09±0,05	45,1	1,56±0,02	96
5	10	97,0	0,85	0,87±0,04	46,1	1,55±0,02	95

Морфофизиологические показатели молоди пеляди в конце опыта представлены в табл. 15.

Сравнение морфофизиологических показателей рыб из различных вариантов показывает, что индексы сердца, печени, жабр, почек выше у крупных рыб, а индекс мозга больше у рыб с меньшей массой. Так, рыбы в третьем варианте при $C_{\text{корм}} = 30\%$ имели $I_{\text{сердца}} = 5,09\%$, $I_{\text{печени}} = 13,33\%$, $I_{\text{жабр}} = 42,54\%$, $I_{\text{почек}} = 12,17\%$, $I_{\text{мозга}} = 11,43\%$, а у молоди пеляди в пятом варианте при $C_{\text{корм}} = 10\%$ эти показатели составили соответственно 4,8; 11,53; 37,64; 10,31; 16,9‰ [63]. Учитывая, что масса молоди определяется условиями выращивания (суточный рацион корма, газовый режим в бассейнах), и сопоставляя относительные размеры внутренних органов с условиями выращивания в разных вариантах опыта, получаем, что у рыб, содержащихся при благоприятных пищевом и газовом режимах, морфофизиологические показатели, кроме индекса мозга, выше. Зависимость значений индексов внутренних органов рыб от трофности озер была показана А.М. Божко [4], которая установила, что морфофизиологические показатели окуня из эвтрофного озера выше, чем у окуня из олиго- и дистрофных водоемов. По данным Л.П. Рыжкова [51], различия в величинах внутренних органов у молоди пресноводного лосося при искусственном воспроизводстве также обусловлены неодинаковыми условиями их развития. Таким образом, более высокие значения индексов сердца, печени, жабр, почек также могут служить показателем того, что молодь в третьем варианте при $C_{\text{корм}} = 30\%$ от массы рыб в бассейне содержалась в более благоприятных условиях.

Таблица 15

Морфофизиологические показатели молоди пеляди, выращиваемой в бассейнах при различных суточных нормах корма

Вариант опыта	Суточная норма корма, % от массы	Масса, г	Индексы, ‰				
			сердца	печени	жабр	почек	мозга
1	50	1,04±0,04	5,07±0,09	13,08±0,18	39,52±0,68	11,43±0,28	12,66±0,29
2	40	1,39±0,062	4,99±0,09	13,19±0,17	39,60±0,56	12,11±0,27	11,47±0,38
3	30	1,47±0,06	5,09±0,09	13,33±0,28	42,44±0,77	12,17±0,25	11,43±0,33
4	20	1,09±0,05	4,99±0,09	12,45±0,19	39,10±0,79	10,91±0,27	13,22±0,40
5	10	0,87±0,04	4,80±0,11	11,53±0,23	37,64±0,64	10,31±0,24	16,19±0,46

Индексы сердца, печени и жабр у молоди пеляди в нашем опыте были такими же ($I_{\text{сердца}}$) или немного ниже ($I_{\text{печени, жабр}}$), чем значения этих показателей у молоди пресноводного лосося при кормлении искусственными кормами, у которой они равны соответственно 4,0-4,9, 19,0-20,0, 63,0-68,0‰ [51]. Однако эти показатели существенно различаются у молоди пеляди, содержащейся в бассейнах на искусственных кормах, и у молоди пеляди из естественных водоемов. Относительная масса внутренних органов у молоди пеляди из озер-питомников ниже и составляет: $I_{\text{сердца}}=3,4\%$, $I_{\text{печени}}=8,5\%$ в возрасте 32 суток и при массе 0,75 г и $I_{\text{сердца}}=2,7\%$, $I_{\text{печени}}=10,5\%$, $I_{\text{жабр}}=19,5\%$ в возрасте 41 суток при массе 2,50 г, что также обусловлено различием в условиях содержания рыб [10].

Таким образом, лучшие результаты были получены при выращивании молоди пеляди при суточном рационе, равном 30% от массы рыб. Средняя масса в конце опыта составила 1,47 г при среднесуточной скорости роста 9,2% и кормовом коэффициенте 2,3.

При низких температурах воды (10,5-13,0°C) более быстрый рост молоди наблюдается в варианте с $C_{\text{корм.}}=50\%$, при высоких температурах (17,0°C) внесение излишков корма вызывает ухудшение газового режима в бассейне, в результате чего рост рыб в этих вариантах замедляется.

При подращивании молоди пеляди в бассейнах на искусственном корме от 90 мг до 1,0-1,5 г суточный рацион должен составлять в первые 7-10 дней содержания в бассейнах при температуре 10,5-13,0°C 50% от общей массы рыб, в дальнейшем по мере роста рыбы и повышения температуры воды до 17,0°C суточная норма должна быть снижена до 30%.

В третьей серии опытов с сеголетками испытывали суточные дозы корма МС-84 в количестве 20, 15, 10 и 5% от массы рыб в течение первых 33 дней выращивания, при снижении температуры воды и пищевой активности рыб нормы были уменьшены до 10, 7, 5 и 3% от массы соответственно. На протяжении всего выращивания лучший темп роста оставался у пеляди, получавшей высокую дозу корма (20-10%), и, напротив, низкий темп роста наблюдается у сеголеток, которые получали минимальную дозу корма (5-3%). В конце выращивания средняя масса молоди в первом варианте ($C_{\text{корм.}}=20-10\%$) была 8,15 г, т.е. наиболее высокой по сравнению с другими вариантами, однако здесь отмечен самый высокий кормовой коэффициент, равный 5,3 (табл. 16). Большие кормовые затраты были также во втором варианте. Наблюдения за кормлением рыбы при более низкой температуре (10-12°C) показали, что потери корма происходили в период кормления. За один и тот же промежуток времени при кормлении вручную рыба не успевала съедать корм в вариантах с более высокими дозами корма (7-10%).

Результаты выращивания сеголеток пеляди в бассейнах при разных суточных нормах кормления гранулами МС-84 (04.08 – 22.09) (третья серия опытов)

Вариант опыта	Суточ. норма корма, % от массы	Начальная масса, г	Конечная масса, г		Коэф. вариации по массе, %	Средне-суточная скорость весового роста, %	Коэф. оплаты корма	Выход, %
			живых	фиксированных				
1	20-10	1,73	8,15	7,29±0,116	9,7	3,2	5,3	99
2	15-7		7,40	6,97±0,123	7,1	3,0	4,1	98
3	10-5		6,17	5,89±0,102	10,3	2,6	3,1	99
4	5-3		5,30	5,04±0,089	7,4	2,3	1,9	99

К концу дня в этих бассейнах на дне оставалось большое количество корма, и он удалялся при чистке бассейна. Таким образом, разовая выдача корма должна быть более растянутой (10-15 мин.), что очень сложно осуществить при кормлении вручную.

У сеголеток пеляди, выращенных при разных суточных нормах корма МС-84, прослежена общая тенденция: с увеличением дозы корма снижалась оводненность тела и уровень витаминов С и А в теле и печени рыб, а содержание белка в теле возрастало. Влажность тела сеголеток, получавших высокие дозы корма (7-10% от массы тела в сентябре), составляла 72,4-72,5%, содержание белка – 16,7% от сырой массы, концентрация витамина С в теле – 3,5-4,3 мг%, витамина А в печени – 1,1-1,2 мг%. Биохимический состав тела сеголеток, выращенных на минимальном суточном рационе (3% от массы рыб в сентябре), характеризовался следующими показателями: влажность тела – 73,4%, белок – 14,5% от сырой массы, витамин С в теле – 5,4 мг%, витамин А в печени – 1,4 мг% (табл. 17). Влияния суточного рациона корма на жирность тела молоди пеляди не обнаружено, содержание жира в теле сеголеток во всех вариантах составляло 4,9-5,0% в пересчете на сырое вещество. Это, возможно, обусловлено низкими температурами воды на протяжении опыта [64].

**Биохимический состав тела сеголеток пеляди,
выращенных на разных суточных рационах искусственного корма**

Показатель	Суточный рацион корма, % от массы тела			
	10	7	5	3
Масса тела, г	8,0±0,35	7,0±0,32	6,0±0,39*	5,6±0,26*
Влажность, %	72,5±0,31	72,4±0,45	72,8±0,46	73,4±0,49
Сухое вещество, %	27,5±0,31	27,6±0,45	27,2±0,46	26,6±0,49
Белок, % от сырой массы	16,7±0,59	16,7±0,46	15,1±0,61	14,5±0,61*
Жир, % от сырой массы	5,0±0,32	5,0±0,32	4,9±0,49	4,9±0,42
Зола, % от сырой массы	3,3±0,16	3,6±0,25	3,6±0,20	3,5±0,15
Витамин С в теле, мг%	3,5±0,30	4,3±0,37	5,3±0,60*	5,4±0,34*
Витамин А в печени, мг%	1,2±0,05	1,1±0,08	1,5±0,06*	1,4±0,07*

Примечание: Знаком «*» отмечен показатель, достоверно ($p < 0,05$) отличающийся от таковых у рыб в варианте с максимальной плотностью посадки.

При анализе результатов выявлено, что сеголетки пеляди массой 7-8 г при температуре 12°C сохраняют значительную потенцию роста и суточные дозы корма для них должны составлять не менее 7% от массы рыб. При дальнейшем снижении температуры до 8°C суточные нормы корма следует уменьшать постепенно до 3% от массы молоди.

Исследования по определению оптимальных плотностей посадки молоди пеляди в бассейнах проводили при выращивании ее на кормах ЛС-81 и МС-84. Всего было проведено 5 серий опытов. В первой серии опытов с личинками пеляди (14.05–22.06) испытывали плотности посадки 50, 35, 25 и 15 тыс. шт./м³. Температура воды за период выращивания колебалась в пределах 9,6-12,7°C в мае и 10,1-21,2°C в июне, а в среднем за период составила 13,9°C. Гидрохимический режим был благоприятным в течение всего опыта.

Суточную норму корма ЛС-81 повышали постепенно от 20 до 60% от массы личинок. Когда же температура воды достигла 17,3–21,3°C, дозу корма снизили до 30% от массы рыб.

В первой половине опыта личинки в первых трех вариантах росли почти одинаково. В варианте с минимальной плотностью посадки (15 тыс. шт./м³) они начали отставать в росте. Наблюдалась более низкая поедаемость корма этими личинками. В дальнейшем замедлился рост молоди и в варианте с максимальной плотностью посадки (50 тыс. шт./м³). Это замедление было отмечено на 27 сутки

Таблица 18

**Результаты выращивания личинок пеляди в бассейнах на стартовых кормах ЛС-81
при разных плотностях посадки (14.05-22.06) (первая серия опытов)**

Вариант опыта	Плотность посадки, тыс. шт./м ³	Начальная масса, мг	Конечная масса, мг		Коэфф. вариации по массе, %	Среднесуточная скорость роста, %	Коэффициент оплаты корма	Конечная ихтиомасса, кг/м ³	Выход, %
			живых	фиксированных					
1	50	3,7	187	176,03±4,335	31,1	10,0	1,9	6,74	72
2	35		208	200,11±4,042	26,7	10,3	1,8	5,85	80
3	25		189	184,86±3,830	26,4	10,1	2,0	4,08	86
4	15		163	158,26±3,195	28,7	9,7	2,0	2,14	88

Таблица 19

**Морфофизиологические показатели личинок пеляди, выращиваемых в бассейнах на стартовых кормах ЛС-81,
при разной плотности посадки**

Вариант опыта	Плотность посадки, тыс. шт./м ³	Масса, мг	Длина, мм	Индексы, %						Индекс наполнения желудка, %
				мозга	жабр	почек	сердца	печени	желудка	
1	50	176,03±4,335	28,7±0,19	27,0±0,49	66,0±1,31	12,2±0,22	2,4±0,08	12,1±0,21	29,1±0,52	217±18,5
2	35	200,11±4,042	29,6±0,18	26,5±0,46	62,2±0,80	13,2±0,25	2,5±0,09	12,2±0,18	28,1±0,49	225±16,9
3	25	184,86±3,830	29,2±0,18	27,5±0,52	63,4±0,94	14,4±0,29	2,7±0,09	11,6±0,22	28,3±0,50	208±15,6
4	15	158,26±3,195	27,1±0,18	30,1±0,63	61,1±0,63	13,4±0,33	2,3±0,08	11,8±0,17	27,3±0,48	197±15,7
личинки из пруда		113,55±3,130	25,4±0,21	26,2±0,71	56,5±1,57	13,8±0,54	2,9±0,25	13,5±0,49	18,0±0,54	169±15,7

подращивания при повышении температуры воды до 18°C. Средняя масса личинок в бассейне к этому времени составила 32 мг. К концу опыта, когда личинки достигли возраста 40 суток, различия в росте по вариантам проявились еще в большей степени. Лучшие результаты выявились при плотности посадки 35 тыс. шт./м³: масса личинок составила 208 мг, кормовой коэффициент - 1,8, выживаемость - 80% (табл. 18). Наименьшая средняя масса личинок (163 мг) была при плотности посадки 15 тыс. шт./м³. Наименьшая выживаемость (72%) и большая вариабельность по массе в варианте 1 с плотностью посадки 50 тыс. шт./м³. Личинки к концу опыта во всех вариантах достигли IV этапа развития. Морфофизиологические показатели их не отклонялись от нормы (табл. 19). Для сравнения с таковыми показателями у личинок на естественном корме последние были выловлены из пруда на IV этапе развития в возрасте 21 суток.

Отмечен более низкий индекс желудка у молоди, питавшейся зоопланктоном по сравнению с таковым у личинок на искусственных кормах, что свидетельствует о недостаточности живого корма для личинок в пруду. Лучшая интенсивность питания наблюдалась в варианте 2 с плотностью посадки 35 тыс. шт./м³.

Таким образом, при выращивании личинок на стартовых кормах ЛС-81 с момента выклева в течение 40 суток до массы 200 мг оптимальной плотностью посадки их в бассейне является 35 тыс. шт./м³. Однако при сокращенном сроке подращивания в течение 20–30 суток и при более низких температурах (18–16°C) плотность посадки можно увеличить до 50 тыс. шт./м³.

Исследования на мальках пеляди проводили в разные годы. Условия опытов были разными (табл. 20).

В третьей серии опытов температура воды при выращивании личинок в мае и июне была выше, чем во второй серии опытов. Это положительно сказалось на их росте и развитии. Средняя масса 44-суточных личинок была в 3 раза выше массы 48-суточных личинок во втором опыте.

В течение первой половины опытов существенных различий в росте молоди не наблюдалось. Затем, с увеличением ихтиомассы в бассейне, наметилось снижение темпа роста пеляди при максимальных плотностях посадки. В конце выявилось преобладание в росте мальков при плотности посадки 10 тыс. шт./м³. Рыбы из этого варианта обладали наибольшей среднесуточной скоростью роста – 8,5 и 9,2% (табл. 21). Самой низкой конечной массы достигла молодь при плотности посадки 30 тыс. шт./м³ во второй серии опытов и 15 тыс. шт./м³ в третьей. Различия в конечной массе между первым и третьим вариантом (вторая серия опытов) и между первым и вторым вариантом (третья серия опытов) достоверно при высоких уровнях значимости ($P < 0,001$).

**Условия выращивания молоди пеляди в опытах с разными
плотностями посадки**

Серия опыта	Дата	Период опыта, сутки	Температура воды, °С	Начальная масса личинок, г	Возраст личинок в начале опыта, сутки
II	30.06 – 31.07	32	$\frac{10,5-18,1}{15,3}$	0,09	48
III	26.06 – 13.07	18	$\frac{14,5-17,8}{16,2}$	0,35	44

Самая низкая конечная ихтиомасса была при минимальной плотности посадки в третьей серии опытов. По остальным показателям четких различий не наблюдалось. Выход молоди пеляди был высоким. Морфологические показатели молоди в конце опыта во всех вариантах не отклонялись от нормы (табл. 22). Отмечены более низкие индексы почек, сердца, печени и желудка у пеляди в таком же возрасте из пруда, что отражает недостаточность поступления пищи в организм. Об этом свидетельствует также низкая интенсивность питания пеляди в пруду (индекс наполнения желудка 72%) и ее невысокая упитанность (1,37).

На основании полученных данных можно сделать вывод, что оптимальной плотностью посадки при выращивании пеляди в бассейнах от 90-350 мг до 1,5-2,0 г является 10 тыс. шт./м³. Темп роста мальков пеляди начинает снижаться по достижении общей биомассы в бассейне около 25 кг/м³.

В опытах с сеголетками пеляди испытывали плотности посадки 2, 3 и 4 тыс. шт./м³ (четвертая серия опытов) и по достижении ими массы 6 г более низкие плотности 1, 1,5 и 2 тыс. шт./м³ (пятая серия опытов). В опыте с сеголетками с 14 июля по 8 августа средняя температура воды за период составляла 18,6°С, в следующем опыте с 11 августа по 17 сентября она была равна 11,4°С. В этих опытах сразу же выявилось отставание в росте рыб при больших плотностях посадки - 4 тыс. шт./м³ (четвертая серия опытов) и 2 тыс. шт./м³ (пятая серия опытов). Различие в конечной массе между первыми и вторыми, а также между первыми и третьими вариантами достоверно при уровне значимости $P < 0,001$ (табл. 23). Различие по конечной массе между вторыми и третьими вариантами было незначительно, но общая биомасса была выше во вторых вариантах при плотностях посадки 3 и 1,5 тыс. шт./м³. Молодь, выращенная при пониженных плотностях посадки, была более однородной по массе. Выход сеголеток в бассейнах составил 98-99%.

Таблица 21

Результаты выращивания молоди пеляди в бассейнах на корме МС-84 при разной плотности посадки

Вариант опыта	Плотность посадки, тыс. шт./м ³	Начальная масса, г	Конечная масса, г		Кэфф. вариации по массе, %	Среднесуточная скорость роста, %	Кэффициент оплаты корма	Конечная ихтиомасса, кг/м ³	Выход, %
			живых	фиксированных					
30.06-31.07 (вторая серия опытов)									
1	30	0,09	0,980	0,88±0,06	42,2	7,7	3,0	27,46	93
2	20	0,09	1,300	1,20±0,05	39,2	8,7	2,8	24,96	96
3	10	0,09	1,410	1,34±0,04	38,5	9,2	3,1	13,48	96
26.06 – 13.07 (третья серия опытов)									
1	15	0,35	1,31	1,31±0,03	24,9	7,6	2,0	19,82	97
2	10	0,35	1,54	1,52±0,02	19,4	8,5	1,7	19,17	99
3	5	0,35	1,44	1,41±0,03	24,2	8,1	1,9	7,85	98

Таблица 22

Морфофизиологические показатели молоди пеляди, выращиваемой в бассейнах при разных плотностях

Вариант опыта	Плотность посадки, тыс. шт./м ³	Масса, г	Длина, мм	Кэфф. упитанности по Фультону	Индекс, ‰						Индекс наполнения желудка, ‰
					жира	жабр	почек	сердца	печени	желудка	
1	15	1,31±0,025	53,3±0,32	1,60±0,008	11,2±0,25	41,7±0,63	12,7±0,20	2,6±0,03	11,4±0,19	25,2±0,33	220±7,5
2	10	1,52±0,021	55,1±0,25	1,60±0,010	10,3±0,28	40,1±0,67	11,8±0,18	2,4±0,05	10,7±0,15	24,6±0,32	289±7,8
3	5	1,41±0,025	54,3±0,32	1,60±0,013	9,7±0,18	41,2±0,45	11,9±0,24	2,5±0,05	10,5±0,21	25,2±0,34	339±8,4
молодь из пруда		1,77±0,145	59,8±1,49	1,37±0,020	11,7±0,78	41,7±1,18	10,5±0,58	1,9±0,13	8,7±0,37	20,2±0,59	72±11,2

Таблица 23

Результаты выращивания сеголеток пеляди в бассейнах на корме МС-84 при разных плотностях посадки

Вариант опыта	Плотность посадки, тыс. шт./м ³	Начальная масса, г	Конечная масса, г		Кэфф. вариации по массе, %	Средне-суточная скорость роста, %	Кэфффици-ент оплаты корма	Конечная ихтиомасса, кг/м ³	Выход, %
			живых	фиксированных					
14.07-08.08 (четвертая серия опытов)									
1	4	1,55	5,22	5,21±0,10	20,1	5,2	2,2	20,57	99
2	3	1,55	5,63	5,59±0,09	16,9	5,5	2,1	16,77	99
3	2	1,55	5,94	5,89±0,10	17,8	5,8	1,9	11,64	98
11.08 – 17.09 (пятая серия опытов)									
1	2	6,8	10,53	10,50±0,23	22,0	1,2	3,4	20,72	98
2	1,5	6,8	11,90	11,64±0,23	20,0	1,5	2,7	17,58	99
3	1	6,8	11,93	11,90±0,22	18,6	1,5	2,7	11,79	99

Физиолого-биохимические показатели сеголеток пеляди из бассейнов с разными плотностями посадки были такими же, как у сеголеток из пруда, питавшихся зоопланктоном, за исключением содержания гемоглобина в крови, который был выше у прудовых рыб (табл. 24). Морфофизиологические показатели сеголеток пеляди, выращенных на искусственных кормах, не отклонялись от нормы (табл. 25). Проверяемые плотности посадок не оказали влияния на эти показатели у молоди пеляди. Так же, как и в предыдущих опытах с более ранней молодью, сеголетки из пруда на живом корме имели более низкую упитанность, интенсивность питания и некоторые интерьерные показатели, что свидетельствует о недоедании рыбы, выращиваемой в пруду. Это отразилось также на замедлении их роста, которое можно связать со снижением численности зоопланктона вследствие выедания его рыбами и снижением температуры воды к концу августа. Так, средняя масса сеголеток из пруда Моторненского участка при окончательном облове осенью составила 13,2 г и была ниже нормативной. При выращивании в бассейнах на искусственных кормах сеголетки также не достигли в сентябре нормативной массы. Это объясняется снижением температуры воды в сентябре, которое наблюдается ежегодно на участке Моторное в это время. Конечная масса сеголеток пеляди в бассейнах с большей плотностью посадки была равна 10,5 г, а с меньшей плотностью – 11,9 г (см. табл. 23).

Плотность посадки молоди пеляди в бассейны не оказала достоверного влияния на изменение биохимического состава тела сеголеток. Однако при снижении численности рыб в бассейнах от 2,0 до 1,0-1,5 тыс. шт./м³ отмечена тенденция к возрастанию влажности тела сеголеток и повышению содержания белка и золы в сыром веществе. Жирность тела молоди и уровень витамина С в теле рыб при этом снижались (табл. 26). Анализ полученных данных в опыте с сеголетками показал, что оптимальной плотностью посадки при содержании пеляди в бассейнах от массы 6 г до 12-13 г является 1,5 тыс. шт./м³. Критерием для определения момента снижения плотности посадки сеголеток может служить величина общей биомассы рыб в бассейне, которая не должна превышать 20 кг/м³.

Таблица 24

Физиолого-биохимические показатели сеголеток пеляди, выращиваемых в бассейнах при разной плотности посадки

Вариант опыта	Плотность посадки, тыс. шт./м ³	Масса, г	Показатели крови			Уровень витаминов, мг%	
			гемоглобин, г%	эритроциты, млн/мм ³	белок сыворотки крови, г%	витамин С в теле рыб	витамин А в печени рыб
1	2,0	9,89±0,45	7,48±0,21	1,17±0,04	7,7±0,27	5,01±0,15	0,92±0,04
2	1,5	10,33±0,43	7,68±0,12	1,17±0,04	7,06±0,34	4,35±0,44	0,97±0,06
3	1,0	9,88±0,34	7,88±0,21	1,2±0,07	7,17±0,18	4,25±0,22	1,02±0,07
Молодь из пруда		13,80±1,18	8,66±0,21	1,16±0,04	7,16±0,17	4,74±0,25	1,40±0,14

Таблица 25

Морфофизиологические показатели сеголеток пеляди, выращиваемых в бассейнах при разных плотностях посадки

Вариант опыта	Плотность посадки, тыс. шт./м ³	Масса, г	Длина, мм	Коэфф. упитанности по Фультону	Индекс, ‰						Индекс наполнения желудка, ‰
					мозга	жабр	почек	сердца	печени	желудка	
1	2,0	10,50±0,233	104,5±0,70	1,59±0,013	5,6±0,09	32,7±0,34	8,2±0,12	1,7±0,03	13,7±0,30	11,6±0,18	85±3,8
2	1,5	11,64±0,233	107,5±0,60	1,61±0,014	5,0±0,16	32,2±0,32	7,8±0,12	1,8±0,03	13,2±0,23	11,3±0,18	79±4,1
3	1,0	11,90±0,224	108,7±0,59	1,62±0,012	5,2±0,08	33,5±0,24	7,8±0,13	1,9±0,02	12,8±0,21	11,3±0,14	64±3,1
молодь из пруда		13,20±0,627	116,9±1,36	1,45±0,001	5,5±0,13	29,9±0,26	6,0±0,11	1,4±0,03	7,9±0,25	10,2±0,23	33±3,1

**Биохимический состав тела сеголеток пеляди,
выращенных в бассейнах при разных плотностях посадки**

Показатель	Плотность посадки, тыс. шт./м ³		
	2,0	1,5	1,0
Масса тела, г	10,5±0,53	11,4±0,51	11,8±0,32
Влажность, %	72,2±1,40	74,0±1,03	74,0±1,22
Сухое вещество, %	27,8±1,40	26,0±1,03	26,0±1,22
Белок, % от сырой массы	16,1±1,56	16,2±0,68	16,7±2,08
Жир, % от сырой массы	5,5±0,14	5,4±0,24	5,2±0,30
Зола, % от сырой массы	2,2±0,08	2,5±0,26	2,7±0,34

Проведенные эксперименты по отработке биотехники выращивания молоди пеляди в бассейнах на стартовых кормах позволили определить оптимальные плотности посадки, а также суточные нормы корма и режимы кормления для личинок, мальков и сеголеток пеляди, на основании которых были разработаны рекомендации по технологии выращивания молоди сиговых на искусственных кормах [25].

**Рыбоводно-биологическая характеристика
молоди сиговых рыб, выращиваемой на новых
экструдированных стартовых кормах**

В 80-е годы в ГосНИОРХе были разработаны стартовые корма для личинок сиговых [21], которые послужили основой для создания технологии выращивания молоди сиговых в бассейнах. Они успешно применялись в рыбоводных хозяйствах Северо-Запада, Урала, Сибири. В настоящее время промышленный выпуск этих кормов прекращен из-за отсутствия ряда ключевых компонентов – высокобелковых продуктов микробного синтеза, входящих в их состав.

В последние годы обстановка с кормопроизводством изменилась. Появилась новая ресурсосберегающая технология изготовления рыбных кормов методом экструзии, пополнились сведения о потребностях сиговых в питательных веществах. В связи с этим возникла необходимость в разработке современных экструдированных кормов и оценке их влияния на рыбоводно-биологические показатели молоди сиговых.

Нами были проведены исследования по использованию в стартовых кормах сеговых разных источников белка (заменителей рыбной муки, белковых продуктов микробиосинтеза) и биологически активных добавок [49]. В качестве источников белка в начальном кормлении личинок испытывали сухой белок куриного яйца и изолят соевого белка. Кроме того, провели опыты по включению в состав стартовых кормов сеговых специфического каротиноида водных животных астаксантина и неорганических фосфатов – монофосфата калия и дифосфата кальция. Корма изготавливались методом экструдирования.

В ходе опытов было установлено следующее:

1. Сухой белок куриного яйца является хорошим заменителем рыбной муки в составе стартовых кормов сеговых. При замене 14% рыбной муки на белок яйца личинки пеляди хорошо усваивали корм и лучше росли, чем в контроле. Конечная масса их была на 13,5% выше.

2. Изолят соевого белка оказался непригодным для стартовых кормов. Он вызывал отставание в росте и развитии у личинок пеляди и муксуна. Так, в конце опыта, продолжавшегося около двух месяцев, личинки пеляди, получавшие изолят соевого белка, имели массу 119 мг против 136 мг в контроле, личинки муксуна – 476 мг против 615 мг в контроле.

3. Включение каротиноида астаксантина в состав стартовых кормов привело к существенному ускорению роста (на 26-37%) молоди пеляди и муксуна.

4. Установлена необходимость в повышении доступного фосфора в экструдированных кормах сеговых. Добавление легко усвояемых растворимых монофосфата калия и дифосфата кальция в корма существенно ускорило рост, развитие, повысило жизнестойкость молоди и способствовало улучшению минерализации тканей (табл. 27).

Таблица 27

Показатели роста и минерализации тканей личинок сеговых, получавших корма с разным содержанием фосфора

Вид рыбы	Обеспеченность фосфором	Средняя масса, мг		Содерж. минеральных веществ, % сырого в-ва			Соотношение Ca / P
		начальная 06.05	конечная 04.07	зола	Ca	P	
Пелядь	Дефицит	4,7	136	1,2	0,19	0,24	0,8
	Достаточное содержание	4,7	295	1,5	0,42	0,29	1,4
Муксун	Дефицит	8,5	615	1,3	0,32	0,25	1,3
	Достаточное содержание	8,5	855	1,7	0,49	0,33	1,5

В конце августа молодь пеляди, получавшая в стартовых кормах достаточное количество фосфора, достигла массы 9-11, муксуна 10-12 г. Физиологические показатели колебались в пределах нормы: уровень гемоглобина крови 7,6-7,8 г%, жира в теле 4-6%, содержание золы достигало как у пеляди, так и у муксуна дефинитивной величины – 2,2-2,5%.

Новый стартовый корм, разработанный на основании проведенных исследований, прошел производственные испытания на Челябинском рыбоводном заводе и был апробирован за рубежом сотрудниками Австрийской Академии наук в г. Модзее. В обоих случаях получены положительные отзывы. Челябинский рыбзавод подрастил на нашем корме 12 млн. шт. личинок сиговых (рипуса) массой 20-40 мг при высоком выходе – 88%. Австрийские ученые отметили преимущество его перед другими импортными кормами. Получен значительно более высокий темп роста личинок сиговых при меньшей цене корма.

Рыбоводные и морфологические показатели молоди радужной форели при выращивании в бассейнах и садках на гранулированных кормах разной рецептуры

Радужная форель принадлежит к роду тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*), входящему в семейство лососевых (*Salmonidae*). Естественными местами обитания радужной форели являются водоемы тихоокеанского побережья Северной Америки. В настоящее время благодаря вмешательству человека она широко расселена по миру и является объектом прудового и индустриального рыбоводства, а также акклиматизирована в естественных водоемах.

В Россию радужная форель привезена из Германии в 1890 г. Однако в годы второй мировой войны она была полностью уничтожена. В 1948 г. Министерство рыбной промышленности СССР вновь закупило в Германии 80 тыс. икринок радужной форели, которые были помещены в инкубационный цех ЦЭС «Ропша» (Ленинградская область). В дальнейшем из Ропши радужная форель перевозилась в различные районы нашей страны [5].

С хозяйственной точки зрения радужная форель – один из ценных видов рыб, имеющих высокие пищевые качества. Ее разводят во многих странах, выращивая в садках, бассейнах, прудах, высаживают в озера и небольшие речки для спортивного лова. Однако в нашей стране она выращивается все еще в небольших объемах. В настоящее время в России товарная форель производится в садках и бассейнах в количестве 5 тыс. т в год, в то время как Норвегия выращивает ежегодно около 500 тыс. т лосося и форели.

Ранее молодь форели выращивали в бассейнах (бетонированных и пластиковых). В дальнейшем была разработана биотехника по выращиванию сеголеток в садках

[36, 39]. Садки, используемые для выращивания форели, подразделяются на следующие типы: стационарные, плавающие, плавающие садки на понтонах, погружные [33].

Оптимальная температура воды при выращивании молоди как в бассейнах, так и в садках составляет 14-18°C. Кратковременное повышение температуры воды до 23-25°C в условиях хорошего кислородного режима не является губительным. Содержание кислорода в воде не должно быть ниже 7 мг/л. При выращивании в проточных бассейнах с водообменом не более чем 20 мин. применяют следующие плотности посадки [43]:

Возрастная группа, г	Плотность посадки, тыс. шт./м ²
Свободные эмбрионы, личинки и мальки – до 0,5	10
Мальки – до 1	5
Мальки – до 5	3
Сеголетки – до 20	1

Плотность посадки может изменяться при различном уровне водообмена в бассейнах. Так, при водообмене 6-10 мин. применялись высокие плотности посадки - 5,5 тыс. шт./м² (27,3 тыс. шт./м³) для форели от выклева до достижения средней массы 3-5 г [35]. При недостаточном насыщении воды кислородом отмечена низкая выживаемость молоди форели (41,15%) при выращивании от выклева до 1,9 г. Несмотря на высокий уровень водообмена (5-7 мин.) и небольшую плотность посадки (2,5-3,0 тыс. шт./м²), содержание кислорода в воде составляло 4,6-6,0 мг/л. Температура воды поднималась выше 20° [34]. Выявлена зависимость плотности посадки от интенсивности водообмена в условиях оптимальной температуры воды (14-18°C) и содержания кислорода не менее 7 мг/л [58]. При выращивании мальков форели до 1 г:

Смена воды, мин.	Плотность посадки, тыс./м ²
10-15	10
15-20	7
20-25	5
25-30	4
30-45	3

При выращивании молоди от 1 до 3, 4 г рекомендуется следующее отношение максимальной плотности и водообмена:

Смена воды, мин.	Плотность посадки, тыс./м ²
10-15	3
15-20	2
20-30	1

Таким образом, плотность посадки молоди форели зависит от качества воды, температурного режима и водообмена.

При выращивании молоди в садках, установленных в водоеме, плотность посадки снижается. Для выращивания сеголеток с момента вылупления она составляет 1000-1200 шт./м². За лето сеголетки достигают средней массы 10-14 г. Несмотря на то, что технология садкового метода выращивания сеголеток разработана, это не решает проблему производства посадочного материала. Выращивать в садках молодь с личиночной стадии гораздо сложнее, чем товарную форель. Молодь более восприимчива к загрязнению среды обитания и заражению паразитами. Садки для молоди из мелкочечной дели быстро обрастают водорослями, в них накапливается органическое загрязнение, отсутствует течение. Все это способствует развитию инвазионных болезней садковой молоди [42]. В связи с этим выращивание молоди форели от вылупления до достижения ею массы 5 г производится в проточных бассейнах.

Корма и кормление. По кормлению радужной форели проведено большое количество научно-исследовательских работ. Созданы различные рецептуры полноценных гранулированных кормов, разработаны методические указания, инструкции [54, 55, 56, 57, 58, 59, 60]. Для молоди радужной форели разработаны стартовые корма 12-75, ЛФ-86 (рецептура ГосНИОРХ) и РГМ-6М (рецептура ВНИИПРХ). Параллельно разрабатывались морфофизиологические нормативы для молоди радужной форели при кормлении гранулированными кормами в промышленных условиях. Результаты выращивания молоди форели на гранулированном корме 12-75 при выращивании в бетонированных лотках приведены в табл. 28.

Как видим, при выращивании молоди при более благоприятных условиях (низкая плотность посадки и оптимальная температура воды) получены лучшие результаты по росту, выживаемости и физиологическому состоянию рыб. Средняя масса сеголеток в октябре на Кисловодском форелевом хозяйстве достигла 35,0 г при высокой выживаемости - 96,0% и более высоком содержании гемоглобина в крови - 8,4 г%. В табл. 29, 30 приводятся морфофизиологические показатели молоди форели при выращивании ее на корме ЛФ-86, в котором 25% рыбной муки заменено на высокобелковые продукты микробиосинтеза [61]. Количество рыбной муки в этом рецепте составляет 25%, что вдвое меньше, чем в стандартных кормах 12-75 (ГосНИОРХ) и РГМ-6М (ВНИИПРХ).

Таблица 28

Физиологические показатели сеголеток форели, получавших гранулированные корма рецептуры 12-75

Место проведения выращивания	Средняя температура за период выращивания, °С	Плотность посадки, тыс./м ²	Средняя масса, г		Выживаемость, %	Гемоглобин, г%	Белок сыворотки крови, г%	Химический состав тела рыб, %			
			начальная	конечная				Белок	Жир	Зола	Влага
Ропша, Ленинградская обл.	10,8	500	0,14 (10.06)	11,3 (5.10)	75,2	7,7	3,9	11,49	6,75	2,52	76,7
Кисловодское форелевое хозяйство	13,0	200	1,0 (8.06)	35,0 (20.10)	96,0	8,4	-	-	-	-	-

Таблица 29

**Морфофизиологические показатели молоди форели при выращивании на кормах 12-75 и ЛФ-86
(Копанское форелевое хозяйство, Ленинградская обл.)**

Гранулы	Масса рыб, г		Выжи- вае- мость, %	Гемо- глобин, г%	Эритро- циты, млн./мм ³	Лейко- циты, тыс./мм ³	Печень			Общий жир, %	Упитан- ность по Фультону	Влаж- ность, %
	началь- ная 02.06	конеч- ная 30.09					индекс печени	витамин С, мг%	жир, %			
12-75	2,2	51±7	90	7,6±0,3	0,86±0,01	31,3±4,9	1,28±0,13	5,3	4,7±0,4	6,93±1,08	1,26±0,03	70,3±0,5
ЛФ-86	1,8	55±6	89	8,3±0,4	1,04±0,03	31,9±1,7	1,40±0,18	6,2	4,2±0,3	8,86±0,52	1,32±0,02	67,6±0,5

Таблица 30

**Морфофизиологические показатели молоди форели при выращивании на кормах РГМ-6М и ЛФ-86
(Ропша, Ленинградская обл.)**

Гранулы	Масса рыб, г		Выжи- вае- мость, %	Гемо- глобин, г%	Эритро- циты, млн./мм ³	Белок сыворот- ки крови, г%	Печень			Общий жир, %	Упитанность по Фультону
	началь- ная 06.05	конеч- ная 29.09					индекс печени	витамин С, мг%	жир, %		
РГМ-6М	0,17	33,0±1,1	88	8,6±0,2	0,89±0,04	6,11±0,32	1,52±0,07	6,4	4,3±0,39	9,44±0,23	1,32±0,03
ЛФ-86	0,19	32,4±1,0	87	8,8±0,2	0,97±0,05	5,38±0,28	1,41±0,09	7,0	4,88±0,54	9,29±0,39	1,37±0,03

Все исследуемые физиологические показатели у молоди форели при кормлении кормом ЛФ-86 с пониженным содержанием рыбной муки оказались в норме. По экстерьеру форель не различалась на разных вариантах, коэффициент упитанности был достаточно высоким у всей рыбы (1,26-1,37), индекс печени в пределах нормы (1,28-1,52). Количество гемоглобина у всей рыбы было высоким (7,6-8,8 г%), остальные гематологические показатели и уровень витамина С в печени оказались также не ниже нормы, предложенной ранее для форели [19, 46]. Масса сеголеток (51-55 г) при выращивании на Копанском форелевом хозяйстве была более чем в полтора раза выше массы ропшинских сеголеток (32,4-33,0 г). Это связано с более высокой температурой воды в период выращивания на Копанском хозяйстве (15-20°C). Температура воды в Ропше в летний период составляла 12-13,5°.

В процессе исследований физиолого-биохимического состояния организма форели, получающей искусственные корма, были выделены показатели, которые оказываются наиболее чувствительными к неполноценной пище [46]. В таблице 31 представлены физиологические параметры здоровой форели и форели с сильно выраженными нарушениями обмена под влиянием алиментарной недостаточности.

Таблица 31

Физиологические показатели форели в норме и при потреблении неполноценной пищи

Физиологический показатель	Норма	При алиментарной недостаточности
Гемоглобин, г%	8-10	1 – ниже 1
Эритроциты, млн/мм ³	1,1-1,3	0,2-0,04
Незрелые эритроциты, %	10-15	80-90
Белок в сыворотке крови, г%	5-6	4-2
Относительный вес печени, %	1,1-1,4	2,1-2,6
Витамин А в печени, мг/%	8-10	Следы

У больных рыб резко падает содержание гемоглобина и эритроцитов в крови, значительным перенапряжением характеризуется кроветворная функция. Подавляющее большинство эритроцитов крови у таких рыб обычно представлено мелкими патологическими незрелыми эритроцитами с очень низким содержанием гемоглобина. Понижается белок крови, почти полностью исчезает из печени витамин А, увеличивается относительный вес печени, что связано с ее жировой дегенерацией. Значительно снижается гликоген и витамин С в печени.

Физиологические показатели молоди форели ухудшаются при кормлении ее гранулированными кормами с истекшим сроком хранения. В процессе длительного хранения сухих гранулированных кормов в них разрушаются многие витамины и в

первую очередь такие, как А, Е и С. Их распад происходит под влиянием перекисей, образующихся в гранулах при хранении.

Ранее нами было установлено, что в гранулированный корм рецепта ГосНИОРХ 12-75 для молоди форели со сроком хранения свыше двух месяцев необходимо вводить витамины С и Е с целью продления срока хранения этого корма [18, 19]. Обогащение гранул аскорбиновой кислотой и витамином Е в определенных дозах повышало уровень витамина С в теле рыб, полностью предотвращало анемию у молоди форели и снижало ее гибель.

Витамины С и Е, являясь естественными антиоксидантами, могут тормозить в организме животного развитие перекисного окисления липидов. Именно этим их свойством можно объяснить эффективность введения аскорбиновой кислоты и витамина Е в гранулы с истекшим сроком хранения в наших исследованиях [20]. В литературе также имеются сведения о том, что витамин Е играет важную роль в устранении анемии и жировой дегенерации печени у радужной форели при скармливании ей кормов с прогорклым жиром [47, 66].

Характеристика молоди радужной форели, выращиваемой на современных экструдированных кормах фирмы «Биомар»

В 2004 г. лабораторией рыбоводства и кормления рыб ФГНУ «ГосНИОРХ» проведены исследования физиологического состояния молоди форели, выращиваемой в рыбоводных индустриальных хозяйствах из разных регионов нашей страны: Адлерское форелевое хозяйство, «Сходня» (Московская область), ФСГЦР «Ропша» (Ленинградская область), Крестьянское рыбоводное хозяйство (КРХ) «Велисто» (Смоленская область).

В табл. 32 приведены сведения об условиях содержания форели в этих хозяйствах.

Таблица 32

Условия выращивания молоди форели в разных хозяйствах

Показатель	Название хозяйства			
	Адлеровское форелевое хозяйство	КРХ «Велисто»	Сходня	ФСГЦР «Ропша»
Возраст молоди, мес.	3	3,5	4	5
Температура воды, °С	8-12	8-16	8-18	6-11
Содержание кислорода в воде, % насыщения	70-100	70-80	70-85	70-85

Показатель		Название хозяйства			
		Адлеровское форелевое хозяйство	КРХ «Велисто»	Сходня	ФСЦР «Ропша»
Рыбоводная емкость		лотки до 1 г, бетонированные канавы	пластиковые бассейны	лотки, бетонированные канавы	лотки, пластиковые бассейны
Плотность посадки, тыс. шт./м ²	до 1 г	13,0	10-12	10	2
	до 5 г	0,6	1,2	0,5	0,6

Условия выращивания форели в разных хозяйствах были неодинаковыми и различались по температуре воды и используемым плотностям посадки. Наиболее благоприятная температура воды для роста форели наблюдалась в КРХ «Велисто» и р/х «Сходня». Разные условия содержания не повлияли на физиологическое состояние молоди в период ее выращивания на экструдированном корме датской фирмы «Биомар» (табл. 33). Исключение составила молодь из хозяйства «Сходня», у которой выявлены высокие индексы печени (2,92%) и полостного жира (1,97%), что свидетельствует о нарушении жирового обмена в организме рыб. Это могло быть вызвано увеличением суточных доз корма при кормлении молоди, т.е. нарушением биотехники кормления рыб. Остальные морфофизиологические показатели (см. табл. 33), а также биохимические (жир, белок, зола, витамин С в теле рыб) колебались в пределах нормы у форели из разных хозяйств (табл. 34).

Полученные новейшие данные по выращиванию молоди форели на кормах зарубежной рецептуры («Биомар») показали, что физиологическое состояние молоди, питавшейся этими кормами, было в пределах нормы, характерной для форели, выращиваемой в индустриальных условиях. Обнаруженные небольшие отклонения от нормы индексов печени и полостного жира у молоди форели из хозяйства «Сходня» лишь подтверждают необходимость контроля за физиологическим состоянием рыб.

**Морфобиологическая характеристика молоди форели, выращиваемой на экструдированных кормах фирмы
«Биомар»**

Показатель	Адлер		Смоленск		Сходня		Ропша	
	Биометрические константы							
	X±m _x	C _v , %	X±m _x	C _v , %	X±m _x	C _v , %	X±m _x	C _v , %
Масса, г	3,36±0,228	37,1	5,74±0,302	28,8	6,68±0,447	34,8	8,21±0,564	38,2
Длина тела (L), см	5,90±0,124	11,5	6,70±0,124	10,2	6,99±0,179	13,3	7,52±0,173	12,9
Высота тела (H), см	1,72±0,047	15,1	1,74±0,037	11,7	1,98±0,054	14,3	2,04±0,059	15,9
Толщина тела (B), см	0,73±0,027	19,9	0,88±0,021	12,9	0,96±0,023	12,6	1,02±0,030	16,4
Длина головы, см	1,56±0,030	10,7	1,77±0,053	16,4	1,75±0,038	11,5	1,93±0,039	11,4
Коэффициент упитанности по Фультону	1,57±0,027	9,5	1,87±0,036	10,6	1,87±0,029	8,0	1,85±0,043	13,1
Индекс:								
прогонистости (L/H)	3,45±0,050	7,9	3,87±0,05	7,1	3,55±0,029	4,2	3,71±0,056	8,4
толщины тела (B/L), %	12,37±0,263	11,6	13,16±0,207	8,6	13,76±0,149	5,6	13,49±0,206	8,5
длины головы, % к L	26,47±0,207	4,3	26,17±0,54	11,3	25,06±0,26	5,4	25,75±0,223	4,8
печени, %	1,03±0,040	21,2	1,65±0,117	38,9	2,92±0,116	20,7	1,97±0,069	19,6
полостного жира, %	0,86±0,035	22,3	0,95±0,077	44,7	1,97±0,102	26,9	1,4±0,150	59,6

**Биохимические показатели молоди форели,
выращиваемой на экструдированных кормах фирмы «Биомар»**

Показатель	Адлер	Смоленск	Сходня	Ропша
	Содержание в теле рыб, %			
Влага, %	71,6±0,79	76,9±0,92	73,7±0,34	75,9±0,67
Белок, %	14,9±0,58	12,0±0,71	13,1±0,21	13,1±0,37
Жир, %	6,2±0,23	5,0±0,29	6,0±0,19	6,0±0,38
Зола, %	2,4±0,057	2,2±0,07	2,2±0,03	2,2±0,09
Витамин С, мг%	5,0±0,18	7,3±0,40	15,7±0,54	10,3±0,35

На основании проводимых в ГосНИОРХ в течение многих лет экспериментов и полученных новых данных по биотехнике выращивания молоди сиговых и радужной форели в промышленных условиях выявлены оптимальные суточные нормы кормления, плотности посадки, удельные расходы воды для молоди сиговых и форели. Установлены физиологические параметры здоровой молоди, получающей искусственные корма. Проанализирован материал по выращиванию молоди сиговых и форели в промышленных условиях на отечественных и зарубежных кормах фирмы «Биомар». Определены морфологические и физиолого-биохимические показатели рыб при кормлении гранулами разной рецептуры. Показана роль витаминов А, С и Е для молоди, выращиваемой на искусственных кормах. Установлена необходимость в повышении доступного фосфора в экструдированных кормах для сиговых.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белковский Н.М. Влияние высоких плотностей посадки на физиологическое состояние молоди форели при оборотном водоснабжении. Автореф. канд. дис. Л., 1980: 25 с.
2. Богданова Л.С. Развитие личинок сига *Coregonus lavaretus Pallasii n. exilis Pravidin* Сямозера в условиях разных температур и режимов кормления. - Вopr. ихтиологии, 1980, т. 20, вып. 2: 277-284.
3. Богданова Л.С., Князева Л.М. Компенсация роста и развития личинок муксуна *Coregonus muksun Pallas* после применения искусственного корма. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1984, вып. 222: 43-47.
4. Божко А.М. Возрастная, половая и эколого-физиологическая изменчивость внутренних органов. - Гидробиол. исследования, Тарту, 1964, вып. 3: 284-286.
5. Боровик Е.А. Радужная форель. Минск, 1969: 156 с.
6. Винберг Г.Г. Интенсивность дыхания и пищевые потребности рыб. Минск, 1956: 253 с.
7. Винберг Г.Г. Температурный коэффициент Вант-Гоффа и уравнение Аррениуса в биологии. - Журн. общей биологии, 1983, №1: 31-32.
8. Вотинов Н.П. Сиговые рыбы как объект промышленного рыбоводства, акклиматизации и искусственного разведения - Сб. науч. трудов «Лососевидные рыбы». Л., Наука. 1980: 302-308.
9. Галасун П.Т. Определение оптимальных доз сбалансированного корма при выращивании сеголеток радужной форели. - Тез. докл. совещ. по проблеме «Научные основы и перспективы рыбоводства в садках и водоемах». Л., 1978: 11-12.
10. Дмитренко Ю.Ю. Морфофизиологические показатели сеголеток муксуна, пеляди и ряпушки, выращиваемых в озерных питомниках Карелии. - Рыбохоз. изуч. внутр. водоемов. Л., изд. ГосНИОРХ, 1978, вып. 23: 6-10.
11. Дмитренко Ю.Ю. Рост и пищевые рационы пеляди в озерах Карелии. - Рыбное хозяйство, 1983, № 9: 32-36.
12. Дмитренко Ю.Ю. Кратковременное подращивание личинок сиговых в садках. - Рыбное хоз-во, 1984, № 1: 30-31.
13. Канидьев А.Н., Гамыгин Е.А. Руководство по кормлению радужной форели полноценными гранулированными кормами. М., ВНИИПРХ, 1977: 91 с.
14. Канидьев А.Н., Люкшина В.Д. Рост молоди сига в бассейнах и садках на сухом гранулированном корме. - Сб. науч. трудов ВНИИПРХ, 1977, вып. 17: 124-136.
15. Капалин Н.Н. Интенсивность потребления кислорода молодью радужной форели при нормальном и повышенном содержании кислорода в воде в производственных условиях. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1983, вып. 194: 111-116.
16. Капалин Н.Н. Морфобиологические особенности молоди радужной форели, интенсивно выращиваемой при различных уровнях кислорода в воде. Автореф. канд. дис. Л., 1987: 22 с.
17. Князев И.В. Расходы воды и кислорода при выращивании сеголетков карпа в бассейнах. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1982, вып. 187: 94-107.
18. Князева Л.М. Влияние обогащения диеты витаминами Е и С на физиолого-биохимические изменения в организме рыб при С-витаминной недостаточности. - Тез. докл. Всесоюз. конф. по экол. физиологии и биохимии рыб. Астрахань, 1979: 171-172.

19. Князева Л.М. Рекомендации по увеличению срока хранения гранулированного корма для молоди форели путем опрыскивания его водным раствором витамина С. Л., изд. ГосНИОРХ, 1979: 12 с.
20. Князева Л.М. Повышение эффективности гранулированных кормов для молоди форели путем введения в них витаминов перед кормлением. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1981, вып. 176: 126-132.
21. Князева Л.М. Разработать и усовершенствовать стартовые корма для молоди сиговых. Отчет, № регистрации 81042235. Фонды ГосНИОРХ, 1983: 67 с.
22. Князева Л.М. Рост и физиологические показатели молоди пеляди при массовом выращивании в бассейнах на искусственных кормах. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1986, вып. 246: 63-67.
23. Князева Л.М. Временные рекомендации по кормлению и выращиванию молоди сиговых рыб в бассейнах на искусственных кормах. Л., изд. ГосНИОРХ, 1987: 7 с.
24. Князева Л.М. Итоги и перспективы выращивания и кормления сиговых в условиях индустриального рыбоводства. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1988, вып. 275: 26-37.
25. Князева Л.М., Костюничев В.В. Методические рекомендации по биотехнике индустриального выращивания рыбопосадочного материала сиговых. Л., изд. ГосНИОРХ, 1991: 30 с.
26. Князева Л.М., Костюничев В.В., Баранова В.П. Методические рекомендации по расчету основных рыбоводных показателей выращивания сиговых рыб индустриальным способом. СПб, изд. ГосНИОРХ, 1995: 22 с.
27. Князева Л.М., Костюничев В.В., Шумилина А.К., Корнев А.М. Промышленное выращивание молоди сиговых в бассейнах на искусственных кормах. - Рыбное хоз-во, 1987, 7: 39-41.
28. Князева Л.М., Остроумова И.Н., Богданова Л.С. Влияние разных искусственных кормов на рост и развитие личинок чира *Coregonus nasus* (Pallas) (Salmonidae). - Вопр. ихтиологии, 1984, т. 24, вып. 1: 114-121.
29. Коровина В.М., Лебедева Л.И., Максимова Л.П. Зависимость роста и развития личинок чира *Coregonus nasus* (Pallas) от пищевого режима. - Изв. ГосНИОРХ, 1967, вып. 63: 57-73.
30. Костюничев В.В. Развитие пищеварительной системы личинок пеляди при использовании искусственных кормов. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1986, вып. 246: 68-75.
31. Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию товарных сигов (чир, муксун) в индустриальных условиях. СПб, изд. ГосНИОРХ, 1998: 22 с.
32. Костюничев В.В., Князева Л.М., Шумилина А.К. Методические рекомендации по выращиванию и формированию ремонтно-маточных стад сиговых рыб (пелядь, чир, муксун) в индустриальных условиях на искусственных кормах. СПб, изд. ГосНИОРХ, 2001: 27 с.
33. Кудерский Л.А. Рыбное хозяйство внутренних водоемов России: индустриальное рыбоводство. М., ВНИЭРХ, 1999, вып. 1: 54 с.

34. Куприянова Н.А., Леманова Н.А. Опыт выращивания посадочного материала радужной форели и стальноголового лосося в бассейнах. - Тез. докл. совещ. по проблеме «Научные основы и перспективы рыбоводства в садках и бассейнах». Л., 1978: 31-32.
35. Лавровский В.В. Выращивание молоди радужной форели с использованием оборотного водоснабжения из артезианских скважин. – Там же: 33-34.
36. Леманова Н.А., Савастьянова Г.Г. Временная инструкция по выращиванию сеголеток форели в садках. Л., изд. ГосНИОРХ, 1977: 7 с.
37. Максимова Л.П. Результаты и задачи культивирования мелкого планктона в качестве живого корма для личинок сиговых рыб. - Материалы совещ. по промышленному разведению сиговых рыб. М., 1972: 52-61.
38. Мамонтов Ю.П. Пресноводная аквакультура в России. - Международный симпозиум «Холодноводная аквакультура: старт в XXI век». СПб, 2003: 6-11.
39. Михеев П.В., Мейснер Е.В., Михеев В.П. Форелевые садковые хозяйства в водохранилищах и озерах. Пос. Рыбный, ВНИИПРХ, 1970: 54 с.
40. Михеев П.В., Мейснер Е.В., Михеев В.П. Выращивание молоди сиговых рыб в плавучих садках в условиях водохранилищ. - Материалы совещ. по промышленному разведению сиговых рыб. М., 1972: 90-103.
41. Никитин А., Боярских Н. Разработка метода подращивания личинок сига в целях его акклиматизации в озере Иссык-Куль. – Ихтиол. и гидробиол. исследования в Киргизии. Фрунзе, 1977: 110-118.
42. Новоженин Н.П. Выращивание сеголетков форели в садках, установленных в пресноводных водоемах. Сб. науч. трудов ВНИИПРХ, 1979, вып.24: 106-119.
43. Новоженин Н.П., Линник А.В. Технология формирования и эксплуатации маточных стад радужной форели в прудовых форелевых хозяйствах. М., 1986: 22 с.
44. Остроумова И.Н. Методические указания по применению сухого гранулированного корма при выращивании товарной форели. Л., изд. ГосНИОРХ, 1976: 27 с.
45. Остроумова И.Н. Влияние суточного нормирования корма на рост, кормовой коэффициент и морфофизиологические показатели карпа, выращиваемого в садках на теплых водах. - Изв. ГосНИОРХ, 1977, вып. 127: 86-99.
46. Остроумова И.Н. Физиолого-биохимическая оценка состояния рыб при искусственном разведении. - Современные вопр. экол. физиологии рыб. М., 1979: 59-67.
47. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. СПб, изд. ГосНИОРХ, 2001: 372 с.
48. Остроумова И.Н., Шабалина А.А. Методические указания по составлению полноценных кормов для радужной форели. Л., изд. ГосНИОРХ, 1972: 35 с.
49. Остроумова И.Н., Шумилина А.К., Костюничев В.В., Смирнова Е.Н, Смирнова Л.В., Козьмина А.В. Эффективность включения неорганических фосфатов, различных источников белка и астаксантина в стартовые корма для сиговых. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. 2005, вып. 333: 260-277.
50. Раденко В.П., Филиппов М.Л., Радищева О.Л., Терентьев П.В. Подращивание личинок карпа, пелчира и пеляди с использованием микрокапсулированных стартовых кормов. - Тез. докл. республиканской научно-практической конф. Киев, 1982:
51. Рыжков Л.П. Морфофизиологические закономерности и трансформация вещества и энергии в раннем онтогенезе пресноводных лососевых рыб. Петрозаводск, 1976: 288 с.

52. Салазкин А.А., Фучеджи М.И., Шиндавина Н.И. Опыт выращивания молоди сиговых в садках. - Рыбохоз. изучение. внутр. водоемов. Л., изд. ГосНИОРХ, 1978, вып. 22: 32-36.
53. Слуцкий Е.С., Богданова Л.С., Гарлов П.Е., Салазкин А.А. Опыт выращивания сиговых рыб в садках и принципы формирования их маточных стад. - Тез. докл. совещ. по проблеме «Научные основы и перспективы рыбоводства в садках и бассейнах». Л., 1978: 58-59.
54. Смольянов И.И. Развитие белорыбицы *Stenodus leucichthys leucichthys* Guld., нельмы *Stenodus leucichthys nelma* Pall. и сига-нельмушки *Coregonus lavaretus nelmuschka* Pravdin. - Труды ИМЖ АН СССР, 1957, 20: 232-293.
55. Стерлигов А.В., Бабий А.А., Климов А.В. Новая технология выращивания посадочного материала сиговых в озерных питомниках. - Тез. докл. III Всесоюз. совещ. по лососевым рыбам. Тольятти, 1988: 321-322.
56. Тимошина Л.А. Временные рекомендации по использованию корма 114-3 для форели с введением антиокислителей. Л., изд. ГосНИОРХ, 1987: 8 с.
57. Тимошина Л.А. Эффективность выращивания молоди форели при использовании новых кормов с пониженным уровнем рыбной муки. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1988, вып. 275: 81-91.
58. Титарев Е.Ф., Канидьеv А.Н. Инструкция по эксплуатации полносистемных форелевых хозяйств при использовании нагретой воды охладительной системы тепловых электростанций. М., ВНИИПРХ, 1978: 47 с.
59. Шабалина А.А. Рекомендации по хранению кормов для радужной форели. Л., ГосНИОРХ, 1976: 18 с.
60. Шабалина А.А., Остроумова И.Н., Князева Л.М., Дьякова Г.И., Цень Л.Н. Использование гранулированных кормов в форелеводстве. М., 1979: 43 с.
61. Шеренкова И.Д. Питание и баланс энергии пеляди при товарном выращивании в озерах южной зоны Тюменской области в условиях поликультуры. - Тез. II Всесоюз. совещ. по биологии и биотехнике разведения сиговых рыб. Петрозаводск, 1981: 105-107.
62. Штейнфельд А.Л., Дунке Н.А. Выращивание пеляди в прудах Белоруссии. - Вопр. рыбного хоз-ва Белоруссии. Минск, 1962: 148-155.
63. Шумилина А.К. Морфологические показатели и рост молоди пеляди при различных суточных нормах кормления искусственными кормами. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1986, вып. 246: 76-82.
64. Шумилина А.К., Антонова Р.С. Физиолого-биохимическая характеристика молоди пеляди, выращиваемой на искусственных кормах. - Сб. науч. трудов ГосНИОРХ, 1988, вып. 275: 71-76.
65. Brylinski E., Radziej J., Uryn B. Podchow wylegu i nazybku siei (*Coregonus lavaretus* L.) w oswietlonych sadkach jeziorowych. - Roczn. Nauk rdn. Ser. H. 1979. T. 99, z. 3: 55-77.
66. Smith S. The prevention of liver lipoid generation (ceroidosis) and microcitic anaemia in rainbow trout *Salmo gairdneri* Richardson fed rancid diets: a preliminary report. - J. fish Dis., 1979, 2, 5: 429-437.

РЕФЕРАТ

Биологические особенности молоди сиговых и форели в условиях индустриального выращивания

Л.М. Князева, А.К. Шумилина, В.В. Костюничев, И.Н. Остроумова

В работе обобщены результаты наших исследований и литературные данные по рыбоводным, морфологическим и физиолого-биохимическим показателям молоди сигов и радужной форели при выращивании в индустриальных условиях.

Дана оценка физиологического состояния молоди при кормлении искусственными кормами отечественной и зарубежной рецептуры. Определены физиолого-биохимические показатели у сигов и форели в норме и при потреблении неполноценной пищи.

Показана роль условий выращивания (расход воды, плотность посадки, критическая ихтиомасса, режим кормления) для интенсивного роста молоди в бассейнах на искусственных кормах.

На основании обобщения многолетних данных по росту и физиологическому состоянию молоди сигов и форели в бассейнах на искусственных кормах разработаны рыбоводные и морфофизиологические нормативы, которые являются критериями полноценности кормления и выращивания качественного посадочного материала.

Табл. 34, библиограф. 66.

ABSTRACT

Biological Peculiarities of Young Whitefish and Trout, Reared in Industrial Conditions

L. M. Knyazeva, A. K. Shumilina, V. V. Kostyunichev, I. N. Ostroumova

The results of our studies and literature data of piscicultural, morphological, physiological and biochemical parameters of young whitefish and rainbow trout reared in industrial conditions have been generalized.

The physiological status of young fish fed native and foreign artificial feeds has been estimated. Physiological and biochemical parameters of whitefish and rainbow trout on normal and inferior feeds were defined.

The role of rearing conditions, such as water expenditure, planting rate, critical ichtiomass, feeding standard, on growth rate of young fish kept in tanks on artificial food have been shown.

Piscicultural, morphological and physiological norms, based on summarizing of long-term studies on growth and physiological status of young whitefish and trout kept in tanks on artificial food have been developed. These standards represent criteria of full-value feeding and growing of high-quality planting stock.