

На правах рукописи

КАЛЬЧЕНКО
ЕЛЕНА ИВАНОВНА

**ОЦЕНКА ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ
МОЛОДИ КЕТЫ И ЧАВЫЧИ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ
ВОСПРОИЗВОДСТВЕ**



(03.02.06 – ихтиология)

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Астрахань, 2010

- 2 ДЕК 2010

Работа выполнена в Камчатском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО)

Научный руководитель: доктор биологических наук
Коростелев Сергей Георгиевич

Официальные оппоненты: доктор биологических наук
Крючков Виктор Николаевич

доктор биологических наук, профессор
Абросимова Нина Акоповна

Ведущая организация: Всероссийский научно-исследовательский институт пресноводного рыбного хозяйства (ВНИИПРХ)

Защита состоится «30» ноября 2010 г. в 14 часов на заседании диссертационного совета Д 307.001.05 при Астраханском государственном техническом университете по адресу: 414025, РФ, Астраханская область, г. Астрахань, ул. Татищева 16

Тел./факс: 8 (8512) 549103

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Астраханского государственного технического университета

Автореферат разослан «30» октября 2010 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Э.И. Мелякина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Главной задачей искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей является получение крупной, физиологически полноценной молоди, способной выжить не только после выпуска ее в естественные водоемы и в процессе катадромной миграции, но и дать промысловый возврат (Хованский, 2004; Запорожец, Запорожец, 2006). Зарубежный и отечественный опыт лососеводства показали, что размеры и физиологическая полноценность рыб во многом зависят от состава применяемых искусственных рационов (Halver, 1972; Watanabe et al., 1974; Остроумова, 1983; Канидьев, 1984; Фомин, 1996; Валова, 1999; Гамыгин, 2001; Воропаев и др., 2003, Пономарев, Пономарева, 2003).

Для эффективности выращивания молоди тихоокеанских лососей необходимы качественные комбикорма. Проблема организации качественного искусственного кормления остается по-прежнему актуальной на лососевых рыболовных заводах Дальнего Востока (Курганский, Марковцев, 2005; Запорожец, Запорожец, 2003).

В настоящее время на Камчатке комбикорма для молоди тихоокеанских лососей не производятся, а закупаются за рубежом - в Японии, США, Дании. На полуострове функционирует пять лососевых рыболовных заводов (ЛРЗ), выпускающих ежегодно 40–50 млн. экз. молоди, преимущественно до 80% кеты, в меньших количествах — нерки, чавычи и кижуча. Не случайно объектами исследования были выбраны такие виды, как кета (самый массовый вид) и чавыча (самый малочисленный). **Кета** (*Oncorhynchus keta*) относится к видам тихоокеанских лососей с коротким пресноводным периодом развития, она мигрирует в море в год выхода из нерестовых гнезд грунта (Смирнов, 1975). **Чавыча** (*Oncorhynchus tshawytscha*) имеет длительным пресноводный период развития, который связан с достижением рыбами определенных размеров, при которых начинается процесс смолтификации (Смирнов, Кляшторин, 1991). Хорошо известно, что длительность пресноводного периода определяет у молоди тихоокеанских лососей не только скорость формирования осморегуляторной системы (Варнавский, 1990), но и пищеварительной (Валова, 1999). Особенности развития пищеварительной системы молоди кеты и чавычи и различный температурный режим их подращивания на ЛРЗ Камчатки, соответственно, 3–5° и 8° С будут оказывать влияние на потребности данных видов рыб в определенных комбикормах.

Для оценки качества заводской молоди большое значение имеет изучение физиолого-биохимических показателей рыб (Остроумова, 1979; Щербина, 1979). До недавнего времени молодь, выпускаемую с ЛРЗ Дальнего Востока, оценивали, в основном, по морфофизиологическим, гистологическим и гематологическим показателям (Хоревина, 1994; Фомин, 1994; Толстяк, 1998; Валова, 1999; Гаврюсева, 2006; Хованская, 2006). Целенаправленного исследования биохимических показателей тихоокеанских лососей, являющихся одними из основных индикаторов их физиологического состояния, здесь не проводили. Особого внимания заслуживают показатели липидного обмена — ключевого

инструмента в системе адаптаций рыб к условиям окружающей среды (Акулин, 1966; Шульман, 1972; Шатуновский, 1980; Сидоров, 1983).

Цель данной работы заключалась в комплексной оценке молоди кеты и чавычи при искусственном воспроизводстве в условиях рыбоводных заводов Камчатки на основе рыбоводно-биологических, биохимических и гистологических показателей.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

1. оценить качественный состав комбикормов, использованных на ЛРЗ Камчатки;

2. провести оценку рыбоводно-биологических показателей молоди кеты и чавычи, выращиваемой на импортных диетах;

3. изучить биохимический состав мышечной ткани кеты и чавычи при выращивании на различных кормах;

4. оценить патологоанатомическое состояние органов и тканей кеты и чавычи в условиях искусственного воспроизводства;

5. оценить эффективность использования растительного сырья в стартовых комбикормах для тихоокеанских лососей;

6. оценить эффективность использования биологически-активных веществ в стартовых комбикормах для тихоокеанских лососей;

7. исследовать физиолого-биохимические показатели заводской молоди в процессе смолтификации и покатной миграции

Основные положения, выносимые на защиту:

Критерием оценки качества молоди кеты и чавычи, выращиваемой для целей искусственного воспроизводства, является выполненная комплексная оценка их состояния по рыбоводным, биохимическим и гистологическим показателям.

Сравнительный анализ биохимических и гистологических показателей молоди тихоокеанских лососей естественного и заводского воспроизводства позволяет наиболее объективно оценить физиологическую полноценность последних при выращивании на комбикормах различных рецептур.

Качество комбикормов оказывает влияние на формирование физиолого-биохимических показателей заводских рыб в процессе выращивания, смолтификации и покатной миграции.

Научная новизна. В работе впервые проведен сравнительный анализ биохимических показателей молоди тихоокеанских лососей естественного и заводского воспроизводства, позволяющий оценить степень изменений физиологического состояния последних при выращивании на кормах различных рецептур, в процессе смолтификации и покатной миграции. На основании комплексной оценки, включающей рыбоводные, биохимические и гистологические показатели, определены наиболее адекватные комбикорма для двух видов молоди тихоокеанских лососей (кеты и чавычи), культивируемых в условиях ЛРЗ Камчатки. Показано положительное влияние препарата низкомолекулярной ДНК из молок лососей на рост и физиологическое состояние молоди чавычи. Установлено влияние состава комбикормов на формирование качественных показате-

лей заводских рыб в процессе выращивания, смолтификации и покатной миграции.

Практическое значение. Предложен комплекс методов, позволяющих оценивать адекватность используемых комбикормов на основе физиолого-биохимических показателей молоди. Результаты работы в перспективе можно будет использовать при разработке и совершенствовании рецептур отечественных комбикормов для молоди тихоокеанских лососей при выращивании в условиях ЛРЗ Камчатки.

Апробация работы. Материалы исследований, вошедшие в настоящую работу, представлены на V Всероссийском совещании по систематике, биологии и биотехнике разведения лососевых рыб (Санкт-Петербург, ГосНИОРХ, 1994), конференции молодых ученых Дальнего Востока России (Владивосток, ТИПРО-центр, 1995), региональной конференции по актуальным проблемам морской биологии и экологии (Владивосток, ДВГУ, 1998), международной научно-практической конференции «Прибрежное рыболовство – XXI век» (Южно-Сахалинск, 2001), региональной конференции по актуальным проблемам экологии, морской биологии и биотехнологии (Владивосток, ДВГУ, 2001), международной научной конференции по современным проблемам физиологии и биохимии водных организмов (Петрозаводск, 2004, 2010).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 18 работ, в том числе три статьи в журналах из списка ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, 7 глав, выводов, заключения, практических рекомендаций, списка литературы и приложения. Работа изложена на 167 страницах, содержит 30 рисунков, 23 таблицы и 19 приложений. Список цитируемой литературы включает 289 источников, из них 76 на иностранных языках.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1. Обзор литературы

Литературный обзор состоит из пяти разделов. В первом разделе представлены основные данные по биологии молоди кеты и чавычи. Рассмотрены вопросы развития пищеварительной системы, питания и роста естественной молоди в речной период жизни. Во втором разделе приведен краткий обзор биотехники искусственного воспроизводства данных видов на ЛРЗ Камчатки. Третий раздел содержит сведения о накопленном зарубежном и отечественном опыте кормления молоди лососей. Приводятся рецепты и химические составы искусственных диет, отмечены недостатки и достижения отечественного кормопроизводства. Проанализировано состояние лососевого кормопроизводства на Дальнем Востоке России. В четвертом разделе представлены литературные данные о роли биохимических показателей в оценке физиологического состояния рыб. Особое внимание уделено показателям белкового и липидного обмена. Показано влияние состава аминокислот и жирных кислот искусственных кормов на рост и развитие алиментарных болезней у молоди. В пятом разделе

представлены краткие литературные данные о роли гистологических показателей в оценке физиологической полноценности заводских рыб.

2. Материал и методы исследования

Объектом исследования являлась молодь кеты и чавычи естественного и искусственного воспроизводства. В основу работы положены материалы, собранные в 1984–1992 и 1998–2002 гг. на Паратунской экспериментальной геотермальной базе (ПЭГБ) КамчатНИРО, Паратунском экспериментальном лососевом рыбоводном заводе (ПЭЛРЗ), Малкинском лососевом рыбоводном заводе (МЛРЗ) и в бассейнах рек — Паратунка (восточное побережье Камчатки) и Большая (западное побережье Камчатки). В работе также были использованы данные Севвострыбвода по рыбоводным показателям, сотрудников КамчатНИРО: к.б.н. Т.В. Гаврюсовой по гистологическим показателям рыб и к.б.н. Т.Л. Введенской по питанию кеты естественными кормовыми организмами в речных садках.

Результаты опытов и качество молоди кеты и чавычи, выпускаемой с ЛРЗ Камчатки, оценивали по следующим показателям:

- 1) рыбоводно-биологические (рост, выживаемость, затраты корма на единицу прироста рыбы);
- 2) морфофизиологические (длина, масса, упитанность, индексы внутренних органов);
- 3) биохимические (содержание белка, липидов, состав аминокислот и жирных кислот);
- 4) гистологические (морфологическое состояние гепатоцитов, слизистой отделов желудка и кишечника, нефроцитов и гемопозитической ткани почки).

Количественную оценку роста рыб проводили по показателю среднесуточной скорости роста (Белый, 1960).

Определение морфофизиологических показателей – по общепринятой методике (Смирнов и др., 1972).

Содержание белка в мышечной ткани молоди лососей определяли в аппарате микро-Къельдаля (Лазаревский, 1955). Экстракцию липидов проводили по методу Фолча (Folch et al., 1957). Состав жирных кислот – методом газожидкостной хроматографии (Ackman, 1969) на хроматографе «Shimadzu GC-16A» (Япония). Определение аминокислотного состава было произведено по методу (Sprakmen et al., 1958) на аминокислотном анализаторе ЛКБ-3201 (Швеция).

Гистологические пробы тканей печени, желудка, кишечника и почки молоди кеты и чавычи заводского и естественного происхождения фиксировали в 10% формалине и в жидкости Дэвидсона (Bucke, 1998). Срезы толщиной 4–5 мкм окрашивали гематоксилин-эозином по Мейеру (Г-Э), Романовскому-Гимза, железным гематоксилином по Гейденгайну, Циль-Нильсену, ШИК-световым зеленым и по Граму (Ромейс, 1953; Staining procedures, 1981; Лабораторный практикум..., 1983; Culling et al., 1985; Bancroft et al., 1990). При сравнении структуры печени у мальков лососей искусственного и естественного воспроизводства учитывали различный характер отложения жировых капель (Факторович, 1984). Микроскопирование и фотографирование полученных препаратов

производили под световым микроскопом Olympus BH-2. Для сравнительной характеристики состояния рыб, выращиваемых на различных комбикормах, определяли индексы гистопатологических изменений органов и тканей и интегральный гистопатологический показатель (ИГП). Индекс гистопатологических изменений органов или тканей определенной выборки лососей выражали в условных единицах и рассчитывали по формуле:

$H = \sum P \times T$, где P – встречаемость (в долях); T – степень тяжести гистопатологических изменений (Гаврюсева, 2006).

Статистическую обработку данных проводили с помощью компьютерной программы MS Excel XP (Microsoft Inc.), использовали язык для статистических расчетов R (The R Foundation for Statistical Computing ISBN 3-900051-07-0). Достоверность различий средних величин определяли по t-критерию Стьюдента (Лакин, 1980).

Объем использованного в работе материала по различным видам лососей представлен в таблице 1.

Объем использованного в работе материала

Таблица 1.

Год	Виды анализа	Количество исследованных экземпляров			
		кета		чавыча	
		заводская	дикая	заводская	дикая
1984, 1991, 2001	Морфо-физиологические индикаторы	300	300	300	100
1984, 1990–1992, 1998–2002	Биохимический	1000	1000	300	100
2000–2002	Гистологический	150	100	100	50
2001	Питание	50	50	—	—
1984, 1991, 2001	Задействовано в опытах	2000	500	2000	—

3. Оценка качественного состава используемых комбикормов

До 1991 г. на Камчатке при подращивании молоди тихоокеанских лососей использовали кормосмеси влажного прессования из местного сырья рецептуры ПЭГБ и МЛРЗ. В 1992–1998 гг. применяли комбикорма японского, 1999–2000 гг. – американского (марки «Biodiet»), начиная с 2001 г. и по настоящее время – датского производства («Aller Aqua»). Химический состав комбикормов представлен в таблице 2.

Таблица 2

Химический состав искусственных кормов, использованных на ЛРЗ Камчатки

Показатели, %	Вид корма				
	ПЭГБ	МЛРЗ	«Ауукко»	«BioDiet»	«Aller Aqua»
Влажность	35,9–47,5	40,0	5,2	19,0	8,0
Протеин	37,0–41,3	40,5	59,0	46,0	53,0–56,0
Жир	7,5–13,4	13,0	10,3	18,0	11,0–14,0
Углеводы	0,9–1,3	1,0	9,8	5,0	13,0–14,0
Калорийность, ккал/кг	2814–3626	3531	4724	4473	4703–4858

Продолжение таблицы 2

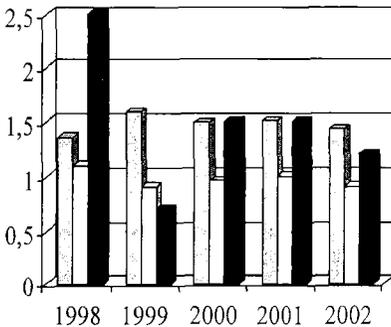
Энерго-протеиновое отношение	7,6–8,8	8,7	8,0	9,7	8,4–9,2
Жирные кислоты, в % от Σ всех кислот					
$\Sigma\omega-3$	21,0–23,9	29,5	23,1	29,5	31,9
$\Sigma\omega-6$	11,7–24,5	7,2	15,3	6,0	7,1
Отношение $\Sigma\omega-3/\Sigma\omega-6$	0,9–2,0	4,1	1,5	4,9	4,5
18:2 $\omega-6$ (линолевая)	10,4–21,9	4,0	8,9	3,5	5,5
18:3 $\omega-3$ (линоленовая)	0,3	0,4	1,4	1,0	1,1
20:4 $\omega-6$ (арахидоновая)	0,4–0,5	0,9	0,9	1,0	0,9

Комбикорма импортного производства, в отличие от ранее применяемых кормосмесей из местного сырья, являются более калорийными и сбалансированы по соотношению в них полиненасыщенных жирных кислот $\omega-3$ и $\omega-6$ типов ($\Sigma\omega-3/\Sigma\omega-6$), незаменимых жирных кислот (линолевой, линоленовой и арахидоновой), что необходимо для роста и развития рыб в пресноводный период жизни. Оценка данных химического анализа показала, что эти корма пригодны для выращивания молоди кеты и чавычи. В дальнейшем было необходимо оценить адекватность применяемых комбикормов по рыбоводно-биологическим, биохимическим и гистологическим показателям рыб.

4. Характеристика молоди кеты и чавычи при выращивании на различных комбикормах

4.1. Рыбоводно-биологические показатели

На Паратунском заводе молодь кеты подращивают при температурном режиме 3–5° С. Кормление рыб осуществляется с февраля до момента выпуска в апреле-мае, т.е. 2-3 месяца. Лучшие рыбоводные показатели (скорость роста — 1,59% в сутки, кормовой коэффициент — 0,90, выживаемость — 99,3%) были отмечены у кеты при использовании комбикорма марки «Biodiet» американского производства в 1999 г., а худшие — комбикорма марки «Ауукко» японского производства в 1998 г. (рис. 1).



ского производства в 1998 г. (рис. 1).

Рис. 1. Скорость роста (%/в сутки), кормовой коэффициент и смертность (%) молоди кеты при выращивании на Паратунском ЛРЗ в 1998–2002 гг.

Годы

□ скорость роста □ кормовой коэффициент ■ смертность

Молодь чавычи на Малкинском заводе выращивают при средней температуре воды 8° С. Кормление рыб проводится с ноября до момента выпуска в мае, т.е. около 6 месяцев. Лучшие рыбоводные показатели (скорость роста — 1,93%–2,09%), выживаемость — 98,6–98,8%) были отмечены у чавычи при использовании комбикорма марки «Biodiet» американского производства в 1999–2000 гг. (рис. 2).

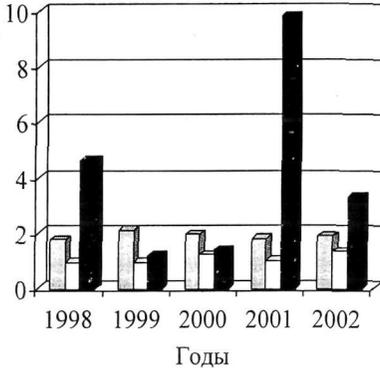


Рис. 2. Скорость роста (%/в сутки), кормовой коэффициент и смертность (%) молоди чавычи при выращивании на Малкинском ЛРЗ в 1998–2002 гг.

■ скорость роста □ кормовой коэффициент ■ смертность

Таким образом, лучшие рыбоводно-биологические показатели молоди кеты и чавычи были получены на комбикорме марки «Biodiet».

4.2. Биохимические показатели

При оценке биохимических показателей молоди искусственного воспроизводства за условную норму можно принять биохимический состав молоди естественных популяций (Сорвачев, 1982)

Содержание общих липидов в мышечной ткани молоди, выращенной на японском корме, было достоверно ($p < 0,001$) ниже, чем у одноразмерной кеты естественной популяции р. Паратунка в этом же году и составляло, соответственно, $2,98 \pm 0,10\%$ и $4,52 \pm 0,13\%$ от сырой массы ткани (табл. 3).

Таблица 3

Содержание липидов и белка в мышечной ткани молоди кеты (массой 0,5–1,0 г) заводского и естественного воспроизводства в 1998–2002 гг. (в % от сырой массы ткани)

Показатели	1998 г.	1999 г.	2000 г.	2001 г.	2002 г.
Заводская молодь (Паратунский завод)					
Вид комбикорма					
	«Ayukko»	«Biodiet»	«Aller Aqua»		
Белок	$17,01 \pm 0,45$	$15,93 \pm 0,37$	$14,77 \pm 0,20^{**}$	$16,71 \pm 0,24$	$16,31 \pm 0,33$
Липиды	$2,98 \pm 0,10^{***}$	$4,10 \pm 0,15$	$5,72 \pm 0,32^{***}$	$3,89 \pm 0,24$	$3,60 \pm 0,26$
Естественная молодь (р. Паратунка)					
Белок	$16,22 \pm 0,40$	$16,63 \pm 0,59$	$15,70 \pm 0,39^{**}$	$16,92 \pm 0,32$	$16,37 \pm 0,35$
Липиды	$4,52 \pm 0,13^{***}$	$3,85 \pm 0,15$	$3,53 \pm 0,42^{***}$	$3,96 \pm 0,28$	$3,75 \pm 0,31$

Примечание: * — достоверность различий между заводской и дикой молодь: ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$

Это обстоятельство указывало на то, что уровень жира в данном рационе, составляющий 10%, недостаточен для удовлетворения потребностей рыб при температуре воды 3–5° С. В дальнейшем при использовании комбикормов американского и датского производства, за исключением 2000 г., накопление липидов у молоди было выше и достоверно не отличалось от такового у рыб естественного происхождения.

Содержание белков и липидов в мышечной ткани молоди чавычи, выращенной на японских и датских комбикормах, достоверно не отличалось от таковых у одноразмерной чавычи естественной популяции р. Большая (табл. 4).

Таблица 4

Содержание липидов и белка в мышечной ткани чавычи (массой 5–10 г) заводского и естественного воспроизводства в 1998–2002 гг. (в % от сырой массы ткани)

Показатели	1998 г.	2000 г.	2002 г.
Заводская молодь (Малкинский завод)			
Белок	17,48±0,29	13,74±0,23***	16,24±0,25
Липиды	3,37±0,12	5,56±0,19***	3,54±0,20
Естественная молодь (р. Большая)			
Белок	16,81±0,22	16,02±0,30***	17,0±0,32
Липиды	3,24±0,17	3,61±0,15***	2,98±0,25

Примечание: * — достоверность различий между заводской и дикой молодь: *** — $p < 0,001$

Однако при использовании корма американского производства у рыб был отмечен достоверно ($p < 0,001$) более высокий уровень липидов (5,56±0,19%), но низкий — белка (13,74±0,23%), по сравнению с особями естественного происхождения, 3,61±0,15% и 16,02±0,30%, соответственно. Это указывало на избыток жира и недостаток протеина в данном рационе. На интенсивность накопления липидов и белков в мышцах заводской кеты и чавычи оказывало влияние содержание этих компонентов в комбикормах. Максимальное накопление липидов у рыб наблюдали при кормлении самым «жирным» американским рационом, а протеина — самым «высокобелковым» японским.

Анализ состава жирных кислот суммарных липидов мышечной ткани кеты и чавычи искусственного и естественного воспроизводства указывал на их значительные различия. Для рыб, выращенных на импортных кормах, был характерен достоверно ($p < 0,001$) более высокий уровень мононенасыщенных кислот (18:1 ω -9, 20:1 ω -9, 22:1 ω -11), но низкий — полиненасыщенных кислот ω -3 семейства (18:4 ω -3, 20:4 ω -3, 20:5 ω -3, 21:5 ω -3, 22:5 ω -3) по сравнению с кетой и чавычей естественных популяций рр. Паратунка и Большая. Доля незаменимых жирных кислот линолевой (18:2 ω -6), линоленовой (18:3 ω -3) и арахидоновой (20:4 ω -6) у особей обоих типов воспроизводства, в основном, не отличалась. Но обращал на себя внимание низкий уровень физиологически важной незаменимой линоленовой кислоты (18:3 ω -3) у чавычи, выращенной на американских и датских диетах в 2000–2001 гг., который составлял 0,5±0,04% и был в 3 раза ниже, чем у особей естественного происхождения — 1,5±0,1%. Последнее обстоятельство, как указывают литературные данные (Белковский, 1990), может

свидетельствовать о болезни молоди, одной из причин которой являлись некачественные комбикорма.

В качестве индикаторов физиологического состояния заводской молоди использовали следующие показатели: соотношение в теле рыб полиненасыщенных жирных кислот линоленового ($\omega-3$) и линолевого ($\omega-6$) семейств ($\Sigma\omega-3/\Sigma\omega-6$), соотношение доли $\omega-3$ жирных кислот и белка ($\Sigma\omega-3/\text{белок}$) и отношение концентраций пальмитиновой и олеиновой жирных кислот ($16:0/18:1\omega-9$) (табл. 5).

Таблица 5

Отношение $\Sigma\omega-3/\Sigma\omega-6$, $\Sigma\omega-3/\text{белок}$, $16:0/18:1\omega-9$ жирных кислот в общих липидах мышечной ткани молоди кеты и чавычи естественного и заводского воспроизводства

Показатели	$\Sigma\omega-3/\Sigma\omega-6$	$\Sigma\omega-3/\text{белок}$	$16:0/18:1\omega-9$
Заводская молодь			
Кета			
Вид комбикорма			
«Ayukko»	4,2±0,3***	1,5±0,1***	1,0±0,1***
«Biodiet»	5,9±0,5***	2,0±0,2	1,8±0,2
«Aller Aqua»	5,3±0,4***	1,5±0,1	1,2±0,1*
Чавыча			
«Ayukko»	4,0±0,3*	1,4±0,1*	1,1±0,1***
«Biodiet»	4,5±0,5	1,9±0,2	1,1±0,1***
«Aller Aqua»	4,6±0,4	1,5±0,2	1,6±0,2
Естественная молодь			
Кета	8,8±0,6	2,3±0,2	1,8±0,2
Чавыча	5,5±0,6	2,0±0,2	2,1±0,2

Примечание: * — достоверность различий между заводской и дикой молодью: * — $p < 0,05$, *** — $p < 0,001$

Соотношение ($\Sigma\omega-3/\Sigma\omega-6$) является показателем, свидетельствующим об усвоении и трансформации этих кислот в организме. Самое высокое соотношение $\Sigma\omega-3/\Sigma\omega-6$ кислот в мышцах заводской кеты отмечено при использовании американского корма (5,9±0,5), чавычи — датского (4,7±0,4), но оно значительно уступало таковому у рыб естественного происхождения, что еще раз указывает на более высокий уровень в последних физиологически важных полиеновых жирных кислот $\omega-3$ типа, особенно эйкозапентаеновой кислоты. Соотношение в теле молоди лососей доли $\omega-3$ жирных кислот и белка ($\Sigma\omega-3/\text{белок}$) отражает степень ретенции рыбами белка рациона и обеспеченность его энергией жирных кислот и связано с их скоростью роста (Головачев, 1988). Максимальное значение этого показателя у заводской молоди кеты и чавычи имело место при содержании на американском корме, что свидетельствовало в пользу его лучшей конверсии, а минимальное — на японском. В качестве характеристики интенсивности обмена липидов у рыб предложено использовать отношение концентраций пальмитиновой и олеиновой жирных кислот ($16:0/18:1\omega-9$), что обусловлено их важной ролью в энергетическом метаболизме лососей (Гурьянова, Рипатти, 1986; Weber et al., 2003; Nordgarden et al., 2003). Согласно данному показателю, самый высокий уровень обмена липидов у заводской кеты, имеют

особи, выращенные на американском корме ($1,5 \pm 0,1$), а у чавычи — на датском ($1,6 \pm 0,2$).

Проведенный корреляционный анализ показал, что скорость роста кеты зависит от таких характеристик корма, как содержание жира ($r=+0,57$, $p=0,0001$, $n=60$), соотношение $\omega-3/\omega-6$ жирных кислот ($r=+0,57$, $p=0,0001$, $n=60$) и энерго-протеиновое отношение ($r=+0,59$, $p=0,0001$, $n=60$).

Таким образом, лучшие биохимические показатели молодки кеты отмечены при выращивании на комбикорме марки «Biodiet, а чавычи — марок «Аууко» и «Aller Aqua».

4.3. Гистологические показатели

Физиологическое состояние организма в значительной степени зависит от состояния его внутренних органов.

При анализе состояния печени кеты, подращиваемой в 2000–2002 гг. на американских и датских комбикормах было отмечено, что у большинства особей в печени выявлялись как компенсаторно-приспособительные, так и патологические изменения. К компенсаторно-приспособительным можно отнести гипертрофию части, которая проявлялась не только в виде увеличения размера клетки по сравнению с нормой, но и увеличением размера ядра. Расстройства микроциркуляции зачастую бывают первыми признаками патологических процессов в печени. Были обнаружено венозное полнокровие, стазы.

В обычных условиях для печени свойственна высокая реактивность и большой резерв функциональной способности. В условиях патологии функции печени нарушаются, а морфологическим признаком этих нарушений часто служат дистрофии. У некоторой доли молодки кеты при подращивании отмечали в печени липоидную дистрофию гепатоцитов разной степени.

В желудочно-кишечном тракте обнаружили плазмолиз, некроз в клетках слизистого слоя пилорического отдела желудка и кардиальных желез, очаговую деструкцию ворсинок, что указывало на нарушение пищеварения у молодки.

По литературным данным, большинство из отмеченных изменений в печени и кишечнике являются обратимыми при переходе рыб на естественное питание или при голодании (Факторович, 1984; Ferguson, 1995; Струков, Серов, 1995).

Многообразие элементов, составляющих почку, обуславливает многообразие изменений, выявляемых при морфологическом исследовании срезов почки. Гломерулярные изменения проявлялись в виде гиперклеточности клубочка, но были единичны. Тубулярные изменения были более распространенными. Обнаруживался нефрокальциноз в просвете почечных канальцев вплоть до полной окклюзии. Эпителиоциты отдельных извитых канальцев подвергались дистрофическим изменениям (вакуольная дистрофия, мутное набухание цитоплазмы). По всей видимости, в результате нарушения функции эпителия извитых канальцев, в патологический процесс вовлекался и интерстиций. Наблюдался интерстициальный отек и гемосидероз гемопоэтической ткани, скопление эозинофильных масс. Выявленные нарушения могут отразиться на функции почек.

Результаты гистологических исследований, количественно выраженные в виде интегрального гистопатологического показателя, указывают на наличие менее тяжелых структурных нарушений в пищеварительном тракте и почке у рыб, выращенных на полувлажном американском комбикорме (рис. 3).

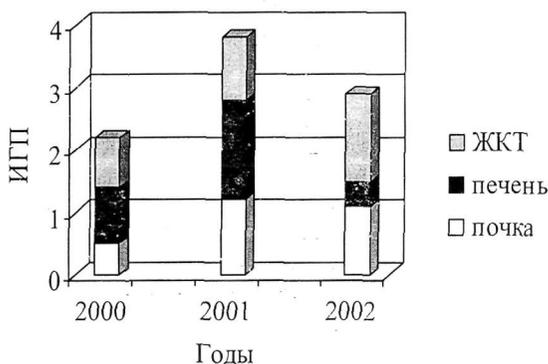


Рис. 3. Значения ИГП (условные единицы) почки, печени и ЖКТ у молоди кеты на Паратунском заводе в 2000–2002 гг.

При выращивании молоди чавычи на импортных комбикормах в 2000–2002 гг. отмечали в большей степени по сравнению с кетой липоидную дегенерацию печени и деструктивные изменения в клетках желудочно-кишечного тракта и почки. Это объясняется большей чувствительностью рыб к качеству диет из-за более продолжительного периода времени кормления и более высокой температуры содержания (Гаврюсева, 2006). Результаты гистологических исследований позволили сделать вывод о наличии меньшей степени липоидной дегенерации печени и деструктивных изменений пищеварительного тракта у особей, выращенных на датском корме в 2002 г. Следует отметить, что у молоди чавычи, выращенной на американской диете, также как и у кеты, наблюдали менее тяжелые нарушения в почке (рис. 4).

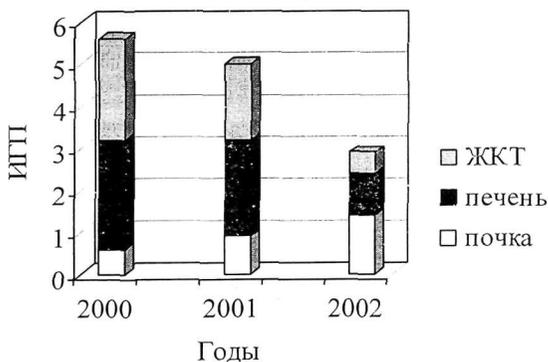


Рис. 4. Значения ИГП (условные единицы) почки, печени и ЖКТ у молоди чавычи на Малкинском заводе в 2000–2002 гг.

Таким образом, лучшие рыболовные показатели отмечены у чавычи при выращивании на американских кормах, а биохимические и гистологические —

на диетах японского и датского производства. Хорошо известно, что более интенсивный рост заводской молоди не всегда является показателем ее физиологической полноценности (Лукияненко и др., 1984). При выборе рациона, в пер-

вую очередь, необходимо обращать внимание на биохимические показатели рыб, поскольку именно они являются индикаторами их обеспеченности в элементах питания (Сорвачев, 1982; Пономарев, Пономарева, 2003).

Оценка качественного состояния заводской молоди по рыбоводно-биологическим, биохимическим и гистологическим показателям позволила определить наиболее адекватные для них корма. Лучшие результаты для молоди кеты показал полувлажный комбикорм марки «Biodiet», отличающийся более высоким содержанием жира (18%), полиненасыщенных жирных кислот ω -3 типа (30% от суммы всех жирных кислот) и соотношением полиненасыщенных жирных кислот ω -3 и ω -6 типов ($\Sigma\omega$ -3/ $\Sigma\omega$ -6) равным 4,9, протеина (46%), углеводов (5%), энерго-протеиновом отношении 9,7 ккал на 1 г белка. Лучшие результаты для молоди чавычи показали комбикорма марки «Ауукко» и марки «Aller Aqua» (SGP 514) с более высоким уровнем протеина (56–59%) и углеводов (10–14%), но низким – жира (10–11%), энерго-протеиновом отношении 8–8,4 ккал на 1 г белка.

5. Использование растительного сырья в стартовых комбикормах для тихоокеанских лососей

Основным источником полноценного протеина в искусственных рационах для молоди лососей служит рыбная мука. В настоящее время в России из-за дефицита качественной рыбной муки и роста цен на нее возросла роль исследований в лососеводстве, направленных на оценку эффективности использования различных источников растительного сырья, сопоставимых по питательной ценности с животным протеином (Гамыгин, 2001; Хоревина, Сергеенко, 2003).

Нами был проведен эксперимент по замене рыбной муки (на 16%) продуктом растительного происхождения (соевым шротом) в кормах влажного прессования из местного сырья. Контролем служил корм без добавок.

При использовании корма с соевым шротом отмечали достоверное снижение темпа роста на 8,9%, упитанности по Фультону на 9,2%, и содержания незаменимых аминокислот (аргинина на 34% и лизина на 20,3%) в мышцах кеты по сравнению с контрольной молодью. На худшее усвоение опытного рациона указывали более высокие значения таких продукционных показателей, как кормовой коэффициент (2,6 в опыте против 2,0 в контроле) и расход протеина на единицу прироста рыб (0,89 г/г в опыте против 0,69 г/г в контроле).

В кормах влажного прессования из местного сырья замена рыбной муки (на 16%) соевым шротом привела к ухудшению рыбоводно-биологических показателей кеты, что подтверждает физиологическую потребность молоди тихоокеанских лососей в протеине животного происхождения. Для сбалансированности аминокислотного состава кормов с растительным протеином необходимо добавлять синтетические аналоги дефицитных незаменимых аминокислот.

6. Использование биологически активных веществ в в стартовых комбикормах для тихоокеанских лососей

Одним из методов повышения качества заводской молоди является применение в качестве добавок в искусственные корма – биологически активных

веществ (БАВ). К числу таких принадлежат препараты, разработанные в ТИПРО-центре г. Владивостока – низкомолекулярная ДНК из молок и ферментный комплекс из пилорических придатков лососей (Касьяненко, Эпштейн и др., 1999; Ковалев и др., 2002).

Скорость роста массы тела чавычи на рационе с добавкой ДНК в количестве 0,036 г/кг корма опережала таковую у особей, получавших контрольный рацион, на 9,2%. Контролем служил корм из местного сырья. В конце эксперимента средняя масса опытной молодежи составила $12,160 \pm 0,356$ г и достоверно ($p < 0,001$) превосходила контрольную на 1,392 г или 11,5%. Отрицательного воздействия биопрепарата на микроскопическую структуру печени молодежи обнаружено не было.

Введение в рацион ферментного препарата из пилорических придатков лососей в количестве 3 г/кг корма не оказало влияния на рыбоводно-биологические и морфофизиологические показатели рыб, но способствовало появлению у них одного из признаков смолтификации (серебристой окраски тела).

Таким образом, эксперимент показал, что добавка в рацион препарата низкомолекулярной ДНК из молок лососей в количестве 0,036 г/кг корма оказывает стимулирующий эффект на темп роста молодежи чавычи. Данный биопрепарат может быть рекомендован в качестве перспективного компонента искусственных диет для молодежи тихоокеанских лососей.

7. Физиолого-биохимические показатели заводской молодежи в процессе смолтификации и покатной миграции

Период смолтификации и покатной миграции позволяет наиболее полно оценить качество заводской молодежи, выращенной на различных искусственных комбикормах.

Проведен сравнительный анализ состава жирных кислот общих липидов мышечной ткани молодежи чавычи естественного и заводского воспроизводства на стадии пестряток (пресноводных пресмолтов) и серебрянок (пресноводных смолтов).

Искусственно выращенные серебрянки чавычи были способны к осморегуляции в морской воде соленостью 30‰ , т.е. являлись смолтами.

Показано, что в процессе смолтификации, еще в речной период жизни, у чавычи обоих типов воспроизводства происходит перестройка состава жирных кислот мышечной ткани, направленная на подготовленность рыб к миграции в море. У серебрянок естественного и заводского воспроизводства происходило снижение уровня насыщенных жирных кислот на 12% и 12,9% соответственно, мононенасыщенных — на 14,4% и 18,2% с одновременным увеличением полиненасыщенных (особенно эйкозапентаеновой и докозагексаеновой) на 16,3% и 13,6% по сравнению с пестрятками. Отношение кислот линоленового ($\omega-3$) и линолевого ($\omega-6$) семейств ($\Sigma\omega-3/\Sigma\omega-6$) в мышцах у серебрянок обоих типов воспроизводства было в 1,5 раза выше, чем у пестряток. У заводской молодежи в этот период имелись отличия от особей естественного происхождения по содержанию незаменимых кислот (линолевой, линоленовой, арахидоновой), обу-

словенные их дисбалансом в искусственных кормах из местного сырья, что будет оказывать влияние на адаптационные способности рыб при переходе в морскую среду.

Проведена сравнительная оценка динамики роста, питания, морфологических, морфофизиологических и биохимических показателей молоди кеты искусственного и естественного происхождения, выдерживаемой в речных садках в период покатной миграции (апрель-июнь) в течение 43 дней.

До начала эксперимента кета заводского и естественного воспроизводства достоверно различалась по морфологическим (высоте тела, длине головы, диаметру глаза), морфофизиологическим (упитанности, индексам внутривисцерального жира, печени, длины кишечника, сердца, жабр) и биохимическим (содержанию липидов, составу жирных кислот) показателям.

Скорость роста массы и длины тела у заводских рыб в условиях речных садков была в 2 раза выше, чем у диких, в связи с тем, что они имели до начала эксперимента больший запас питательных веществ и, в частности, липидов.

В конце эксперимента у заводской молоди отмечали снижение уровня липидов на 16% с одновременным повышением белка на 3%, а у дикой – только снижение этих компонентов на 14% и 8% соответственно, что также свидетельствовало о её худшем росте, несмотря на более высокую интенсивность питания естественными кормовыми организмами (табл. 6).

Таблица 6

Биохимические показатели мышечной ткани молоди кеты естественного и заводского происхождения в начале и конце эксперимента в речных садках

Дата	Показатели		
	Белок, % от сырой массы ткани	Липиды, % от сырой массы ткани	Моноеновые ЖК, % от суммы ЖК
21 апреля (начало опыта)			
Дикая	16,83±0,32	3,73±0,15	25,8±1,2
Заводская	16,71±0,25	4,38±0,20*	33,9±2,0**
3 июня (конец опыта)			
Дикая	15,53±0,32	3,23±0,27	24,1±0,9
Заводская	17,25±0,28***	3,71±0,20	35,0±1,6***

Примечание: * — достоверность различий между заводской и дикой молодью: * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$, *** — $p < 0,001$

До конца эксперимента заводская молодь достоверно ($p < 0,001$) отличалась от дикой более высоким уровнем мононенасыщенных жирных кислот (18:1 ω -9, 20:1 ω -9, 22:1 ω -11, 22:1 ω -9), что указывает на длительное влияние (даже после 43 дней выдерживания в речных садках) состава искусственных кормов на биохимические показатели рыб. Относительное содержание этих кислот в мышцах у особей искусственного происхождения на протяжении всего эксперимента составляло более 30% от суммы всех жирных кислот, а у естественного – менее 30% (табл. 6).

С помощью дискриминантного анализа было установлено, что морфологические и морфофизиологические различия между особями обоих типов воспроизводства, сильно выраженные в начале эксперимента, с течением времени

имели тенденцию к снижению. Квадрат расстояния Махаланобиса между центроидами выборок изменялся от 9,94 в начале до 6,46 в середине и 3,28 в конце эксперимента.

Таким образом, состав искусственных комбикормов оказывает влияние на формирование качественных показателей заводских рыб не только в процессе выращивания, но и спустя некоторое время после выпуска их в естественные водоемы.

ВЫВОДЫ

1. Оценка данных химического анализа комбикормов, использованных на лососевых рыбоводных заводах Камчатки, показала, что они могут быть использованы для выращивания молоди кеты и чавычи. Установлено, что по своему химическому составу комбикорма импортного производства, в отличие от ранее применяемых кормосмесей из местного сырья, являются более калорийными (4473–4858 ккал/кг) и сбалансированы по соотношению в них незаменимых жирных кислот (линолевой — 3,5–8,9%, линоленовой — 1,0–1,4% и арахидоновой — 0,9–1,0%), что необходимо для роста и развития рыб в пресноводный период жизни.

2. Установлено, что молодь кеты при использовании комбикорма марки «Biodiet имеет максимальные показатели скорости роста (1,59% в сутки) и выживаемости (99,3%) при наименьших кормовых затратах (0,90) и наилучших биохимических и гистологических показателях. По сравнению с другими кормами, содержание белка и липидов в мышечной ткани рыб соответствовало норме, а более высокие значения соотношений $\Sigma\omega-3/\Sigma\omega-6$, $\Sigma\omega-3/\text{белок}$ и 16:0/18:1 $\omega-9$ указывали на их лучшее физиологическое состояние. У молоди кеты, выращенной на этом корме, обнаружено меньше гистопатологических изменений в пищеварительном тракте и почке.

3. Выявлено, что молодь чавычи при использовании комбикорма марки «Biodiet имеет максимальные показатели скорости роста (1,93%–2,09% в сутки) и выживаемости (98,6–98,8%). Однако лучшие биохимические и гистологические показатели у рыб отмечены на кормах марок «Ауукко» и «Аллер Аква». У молоди, выращенной на этих кормах, содержание белка и липидов в мышечной ткани соответствовало норме и обнаружено меньше гистопатологических изменений в печени и желудочно-кишечном тракте, что указывало на ее лучшее физиологическое состояние.

4. В печени молоди кеты и чавычи при использовании импортных комбикормах были выявлены компенсаторно-приспособительные и патологические изменения в виде липоидной дистрофии. Патология почек проявлялась как в тубулярных элементах, так и в интерстиции. Выявленные изменения являются обратимыми, что свидетельствует о приемлемом качестве применяемых кормов.

5. Частичная замена рыбной муки (на 16%) продуктами растительного происхождения (соевым шротом) в комбикормах для кеты приводит к снижению темпа роста на 8,9%, упитанности по Фультону на 9,2% и содержания незаменимых аминокислот (аргинина на 34% и лизина на 20,3%) в мышечной

ткани рыб и повышению таких продукционных показателей, как кормовой коэффициент на 30% и расход протеина на единицу прироста рыб на 29%, что подтверждает физиологическую потребность молоди тихоокеанских лососей в протеине животного происхождения. Предельно допустимой нормой ввода соевого шрота в комбикорма для молоди тихоокеанских лососей можно считать 16%.

6. Установлено, что препарат низкомолекулярной ДНК из молок лососей в количестве 0,036 г/кг корма, повышает скорость роста молоди чавычи на 9,2%, среднюю массу рыб на 11,5%. Отрицательного воздействия биопрепарата на микроскопическую структуру печени рыб не обнаружено.

7. В процессе смолтификации, еще в речной период жизни, у чавычи естественного и искусственного воспроизводства происходит перестройка состава жирных кислот мышечной ткани, направленная на снижение уровня насыщенных и мононенасыщенных жирных кислот с одновременным увеличением полиненасыщенных и отношения кислот ($\sum\omega-3/\sum\omega-6$). Последнее возросло у серебрянок обеих типов воспроизводства в 1,5 раза по сравнению с пестрятками. У заводской молоди в этот период имеются отличия от особей естественного происхождения по содержанию незаменимых жирных кислот, обусловленные их дисбалансом в искусственных кормах из местного сырья.

8. Комбикорма оказывают влияние на формирование темпа роста и биохимические показатели заводских рыб после выпуска их в естественные водоемы в период покатной миграции. Последнее доказывает сохранение достоверного различия ($p < 0,001$) по уровню мононенасыщенных жирных кислот между молодой кеты естественного и искусственного происхождения даже после 43 дней выдерживания их в речных садках. Относительное содержание этих кислот в мышцах у особей искусственного происхождения на протяжении всего эксперимента составляло более 30% от суммы всех жирных кислот, а у естественного — менее 30%.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка заводской молоди по рыбоводно-биологическим, биохимическим и гистологическим показателям позволила определить ее качество в период выращивания, смолтификации и покатной миграции. Лучшие качественные показатели кеты были получены на комбикорме марки «Biodiet», чавычи — марки «Ауукко» и «Aller Aqua». Выращенная молодь на адекватных кормах, отличалась более высокими показателями роста и выживаемости, лучшими биохимическими и гистологическими показателями. Установлено, что импортные корма имеют видовую специфичность. Период смолтификации и покатной миграции позволил наиболее полно оценить качество заводской молоди на примере кеты и чавычи. Показатели роста и содержания белка в мышечной ткани у рыб заводского воспроизводства в период покатной миграции были выше, чем у естественного, что явилось доказательством полноценности применяемых импортных комбикормов.

ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ

Для эффективного выращивания молоди тихоокеанских лососей на ЛРЗ Камчатки в температурных режимах (3–5° и 8° С) необходимо использовать следующие комбикорма.

Для кеты — с высоким уровнем жира (16–18%) и полиненасыщенных жирных кислот ω -3 типа (30% от суммы всех жирных кислот), соотношением полиненасыщенных жирных кислот $\sum\omega$ -3/ $\sum\omega$ -6 не менее 4, протеина (46–48%), энерго-протеиновом отношении 9–10 ккал на 1 г белка. Предпочтение следует отдать полувлажным кормам, из-за их лучшей усвояемости.

Для чавычи — с высоким уровнем белка (56–59%), жира (10%), энерго-протеиновом отношении 8 ккал на 1 г белка.

Для оценки физиологической полноценности молоди следует использовать комплекс тестовых показателей, таких как, темп роста, размерно-массовые, выживаемость, затраты корма на единицу прироста рыбы, биохимические (содержание белка, липидов, состав аминокислот и жирных кислот) и гистологические (морфологическое состояние гепатоцитов, слизистого слоя желудка и кишечника, нефроцитов и гемопозитической ткани почки).

СПИСОК ПУБЛИКАЦИЙ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

1. Некоторые результаты выращивания молоди чавычи при различных температурных режимах // Систематика, биол. и биотехн. развед. лососев. рыб. Матер. V Всерос. совещ. СПб. ГосНИОРХ, 1994. С. 88–90. (соавторы: Черненко Е.В., Басов Ю.С.).

2. Влияние препарата низкомолекулярной ДНК из молок лососей на рост и физиологическое состояние молоди чавычи // Биоресурсы морских и пресноводных экосистем. Тез. докл. конф. молодых ученых. Владивосток: ТИНРО-центр, 1995. С. 113–115. (соавторы: Городовская С.Е., Эпштейн Л.М., Касьяненко Ю.И.).

3. Жирнокислотный состав искусственных кормов для молоди тихоокеанских лососей // Биоресурсы морских и пресноводных экосистем. Тез. докл. конф. молодых ученых Владивосток: ТИНРО-центр, 1995. С. 115–116. (соавтор: Попков А.А.).

4. Оценка состава жирных кислот липидов искусственных кормов, применяемых на лососевых рыболовных заводах Камчатки // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 1995. Вып. 3. С. 162–166. (соавтор: Попков А.А.).

5. Изменения состава липидов и жирных кислот в тканях молоди чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*) при смолтификации // Тез. докл. региональной конф. по актуальным проблемам морской биологии и экологии. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 1998. С. 53–54. (соавторы: Попков А.А., Саяпина Т.А.).

6. Результаты испытаний биологически активных веществ на молоди чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*) // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2000. Вып. 5. С. 147–151. (соавторы: Городовская С.Б., Эпштейн Л. М.).

7. К вопросу о дифференциации диких и заводских покатников кеты р. Паратунка (Камчатка) // Прибрежное рыболовство — XXI век. Тез. междунар. науч.-практич. конф. Южно-Сахалинск: Сахалин. обл. изд-во, 2001. С. 55–56. (соавторы: Чистякова А.И., Попова Т.А.).

8. Оценка эффективности искусственных кормов, применяемых на Паратунском заводе (Камчатка) // Прибрежное рыболовство — XXI век. Тез. междунар. науч.-практич. конф.

Южно-Сахалинск: Сахалин. обл. кн. изд-во, 2001. С. 56–57. (соавторы: Попова Т.А., Ставенко Е.В.).

9*. Влияние биологически активных веществ на рост и физиологическое состояние молоди чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*) // Вопросы рыболовства. Т. 2. №2(6), 2001. С. 357–366. (соавторы: Городовская С.Б., Касьяненко Ю.И., Эпштейн Л. М.).

10. Сравнение динамики биологических показателей дикой и заводской молоди кеты при выдерживании в речных садках // Актуальные проблемы экологии, морской биологии и биотехнологии. Тез. четвертой науч. региональной конф. Владивосток: Изд-во Дальневост. ун-та, 2001. С. 127–129. (соавторы: Чистякова А.И., Введенская Т.Л.).

11. Питание и состав жирных кислот дикой и заводской молоди кеты при выдерживании в речных садках // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Мат-лы междунар. науч. конф. Петрозаводск: Изд-во Института Биологии КарНЦ РАН, 2004. С. 58. (соавторы: Введенская Т.Л., Юрьева М.И.).

12. Рост и биохимические показатели молоди кеты при выращивании на импортных кормах // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Мат-лы междунар. науч. конф. Петрозаводск: Изд-во Института Биологии КарНЦ РАН, 2004. С. 58–59.

13. Изменения состава жирных кислот в тканях молоди чавычи (*Oncorhynchus tshawytscha*) в связи с процессом смолтификации // Популяц. биол., генетика и систематика гидробионтов. Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2005. Т. 1. С. 344–349. (соавтор: Попков А. А.).

14*. Биологические показатели дикой и заводской молоди кеты при выдерживании в речных садках // Известия ТИНРО. Т. 145, 2006. С. 75–85. (соавторы: Чистякова А.И., Введенская Т.Л., Юрьева М.И.).

15*. Химический состав *Lamiharia bongardiana* из Авачинского залива // Известия ТИНРО, 2008. Т. 155. С. 347–354. (соавторы: Аминина Н.М., Гурулева О.Н., Вишневская Т.И., Юрьева М.И.).

16. Физиолого-биохимические показатели молоди кеты при выращивании на импортных комбикормах // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2009. Вып. 12. С. 58–71. (соавторы: Гаврюсева Т.В., Юрьева М.И.).

17. Опыт использования различных типов кормов при выращивании молоди лососей на рыбоводных заводах // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Петропавловск-Камчатский: Изд-во КамчатНИРО, 2009. Вып. 12. С. 72–79.

18. Оценка физиолого-биохимических показателей молоди тихоокеанских лососей, выращиваемой на импортных кормах в условиях рыбоводных заводов Камчатки // Современные проблемы физиологии и биохимии водных организмов. Мат-лы междунар. науч. конф. с элементами школы для молодых ученых, аспирантов и студентов. Петрозаводск: Изд-во Института Биологии КарНЦ РАН, 2010. С. 70–71. (соавторы: Гаврюсева Т.В., Юрьева М.И.).

* Публикации в журналах, рекомендованных ВАК

Подписано в печать 27 октября 2010 г.

Заказ от 28 октября 2010 г.

Издательство КамчатНИРО

683000, Петропавловск-Камчатский, Набережная 18

Объем 20 стр. А5

Тираж 100 экз.