

На правах рукописи

БАКАНЕВА Юлия Михайловна

**ОПТИМИЗАЦИЯ ЛИПИДНОГО СОСТАВА КОМБИКОРМОВ ДЛЯ
ОСЕТРОВЫХ РЫБ ПРИ ПРОМЫШЛЕННОМ ВЫРАЩИВАНИИ**

06.02.08 – кормопроизводство,
кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени кандидата
сельскохозяйственных наук

Краснодар 2012

Работа выполнена в ФГБОУ ВПО «Астраханский государственный технический университет»

Научный руководитель:

доктор биологических наук,
профессор, заслуженный работник
рыбного хозяйства РФ

Пономарев Сергей Владимирович

Официальные оппоненты:

доктор сельскохозяйственных наук,
профессор

Петенко Александр Иванович

доктор биологических наук,
профессор

Абросимова Нина Акоповна

Ведущая организация: ГНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт ирригационного рыбоводства» РАСХН

Защита диссертации состоится «16» февраля 2012 г. в 9⁰⁰ часов на заседании диссертационного совета Д 220.038.01 при ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет» по адресу: 350044, г. Краснодар, ул. Калинина, 13, ауд. 117 (ЗИФ).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный аграрный университет», авторефератом – на сайтах www.kubsau.ru и www.vak.ed.gov.ru

Автореферат разослан «___» января 2012 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,
доктор биологических наук, профессор

Кощаев А.Г.

I. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. В условиях, когда рыба лишена естественной пищи, ее обмен веществ находится полностью под контролем человека и зависит от сбалансированности, качества и количества предоставляемых кормов. Именно здесь заложены большие возможности для увеличения скорости роста рыб при минимальных затратах корма и наименьшем загрязнении воды, возможности снижения смертности молоди, повышения качества производителей и их потомства, в целом – увеличения эффективности всех рыбоводных процессов.

Важно помнить, что в периоды роста и развития осетровых рыб потребность в протеине несколько снижается. В процессе выращивания лучший темп роста и более низкие кормовые затраты могут быть получены при постепенном снижении уровня протеина в корме с одновременным увеличением содержания жира (липидов), но до определенного уровня. Дефицит и дисбаланс состава незаменимых жирных кислот приводит к нарушению обмена веществ у рыб, вызывая патологию внутренних органов и тканей, внешние морфологические отклонения, снижение сопротивляемости к негативным воздействиям среды, снижению скорости роста и развития.

Научная работа выполнена в рамках госбюджетной НИР кафедры «Аквакультура и водные биоресурсы» (АГТУ) по теме «Технологии индустриальной аквакультуры и интегрированного рыбоводства для юга России» (рег. № 01201164400).

Цель и задачи исследований. Целью работы явилась оптимизация состава липидов и ненасыщенных жирных кислот в составе комбикормов для осетровых рыб при промышленном выращивании.

Поставленная цель определила решение следующих задач:

- определить химический состав липидов в живых кормах для осетровых рыб;
- изучить рыбоводно-биологическую ценность применения различных норм ввода рыбьего жира в составе комбикормов для осетровых рыб;
- изучить действие комбикормов с добавлением жиров растительного происхождения, содержащих линоленовую кислоту, на рыбоводно-биологические показатели выращиваемых осетровых рыб;
- дать биологическую и физиолого-биохимическую характеристику осетровых рыб, выращенных на комбикормах с добавлением жиров (липидов) животного и растительного происхождения.

Научная новизна. Впервые научно обоснованы оптимальные нормы введения липидов различного происхождения, содержащих ненасыщенные жирные кислоты линоленового и линолевого типов в корма, предназначенные для товарного выращивания осетровых рыб. Изучено действие кормов с новыми нормами липидов на рыбоводно-биологические и физиолого-биохимические

показатели рыб. Выполнена научная оценка возможности использования нового источника эссенциальной линоленовой кислоты – семени льна.

Практическая значимость. Промышленности предложен новый источник кормового жира для применения в осетровых комбикормах для товарного выращивания. Предложены технологические схемы ввода в корма для осетровых рыб рыбьего жира (9%, общее количество жира – 12-13%) и растительных масел (частичная замена – 50% от общего содержания рыбьего жира), как добавки. Разработаны рекомендации по корректировке уровня жира в составе кормов для товарного выращивания и ремонтно-маточных стад осетровых рыб, предназначенные для заводов гранулированных комбикормов.

Основные положения выносимые на защиту.

1. Нормы введения рыбьего жира в комбинации с растительными маслами.
2. Нормы незаменимых ненасыщенных жирных кислот в комбикормах, предназначенных для товарного выращивания производителей осетровых рыб, при использовании рыбьего жира и особых видов растительных масел.
3. Результаты биологической оценки влияния состава кормовых жиров на жизнеспособность полученной оплодотворенной икры, физиологическое состояние выращиваемых рыб.
4. Состав полнорационного комбикорма для товарных осетровых рыб с липидными добавками.

Апробация работы. Основные материалы диссертационной работы докладывались на ежегодных научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава АГТУ в 2008-2011 гг.; I Международной научно-практической конференции, посвященной 450-летию города Астрахани (Астрахань, 2008); V ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр Южного научного центра РАН (Ростов-на-Дону, 2009); Международной научной конференции «Инновационные технологии аквакультуры» (Ростов-на-Дону, 2009); Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования университетов, интеграция в региональный инновационный комплекс», (Астрахань, 2010); Международной научной конференции «Инновационные технологии в управлении, образовании, промышленности» АСТИНТЕХ 2010; VI-й ежегодной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр Южного научного центра РАН (Ростов-на-Дону, 2010); Международной научно-практической конференции в рамках выставки «ИНТЕРФИШ 2010» (Москва, 2010); Третьей международной конференции молодых ученых НАСИ (Санкт-Петербург, 2011).

По результатам диссертации выигран грант молодых ученых в рамках Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные исследования университетов, интеграция в региональный инновационный комплекс» (У.М.Н.И.К) (Астрахань 2010 г.), а также грант в рамках проведения Международной научной школы для молодежи «Школа научно-технического творчества и концептуального проектирования», региональной научно-практической конференции «Исследования молодых ученых – вклад в иннова-

ционное развитие России» и конкурса молодых ученых «Участник молодежного научно-инновационного конкурса» (У.М.Н.И.К.) (Астрахань, 2011).

Публикации. По теме диссертации опубликовано 10 работ, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК.

Структура и объем диссертации. Диссертационная работа изложена на 125 страницах машинописного текста. Состоит из введения, трех глав, заключения, выводов, предложений производству, приложения. Список литературы содержит 206 источников, из них 59 иностранных авторов. Работа иллюстрирована 13 рисунками и 28 таблицами.

II. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводили с 2007 по 2010 гг. в инновационном центре Астраханского государственного технического университета (АГТУ) «Биоаквапарк – научно-технический центр аквакультуры». Дополнительные исследования по определению жизнестойкости эмбрионов и эффективности использования комбикормов концерна «Le Gouessant» при выращивании товарных осетровых рыб были проведены на береговой научно-экспедиционной базе «Кагальник» Южного научного центра РАН (Ростовская область).

В качестве объектов исследования использовали годовиков гибрида стерлядь \times белуга (*Acipenser ruthenus* \times *Huso huso*), который наиболее массово используется при промышленном разведении на юге России. Схема проведения исследований по теме диссертации представлена на рисунке 1.

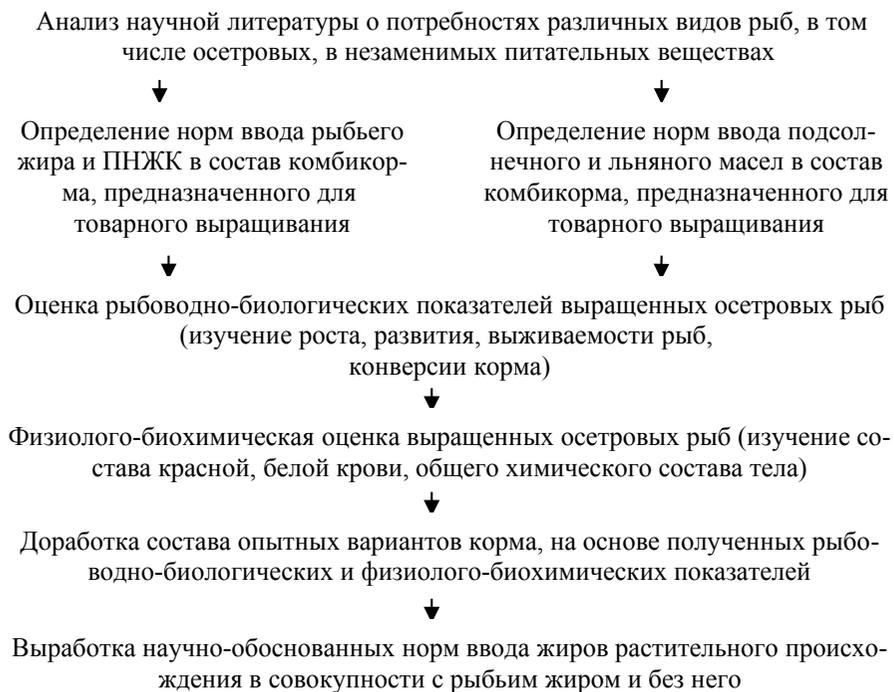


Рис. 1. Схема исследований

Опытные варианты корма изготавливали в лабораторных условиях способом влажного прессования. В качестве базового использовали рецепт комбикорма ОТ-7. В опытных вариантах производили оптимизацию норм ввода рыбьего жира, а также замену рыбьего жира на жиры растительного происхождения (подсолнечное и льняное масла).

Результаты выращивания оценивали по темпу роста, выживаемости, затратам корма на единицу прироста массы тела. Анализ химического состава тела и определение показателей крови выполняли по принятым в рыбоводстве методикам (Абросимова, 2005). Для контрольного взвешивания и измерения делали случайную выборку в количестве не менее 25 особей из каждого бассейна (двойная повторность).

При проведении гистологических исследований использовали метод окраски по Маллори. Фиксированные препараты просматривали под микроскопом. Состав жирных кислот в кормовых компонентах комбикормов устанавливали на основе литературных данных (Пономарев, Пономарева, 2003; Каниева и др., 2010). Материалы обработаны вариационно-статистическими методами (Лакин, 1990).

III. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Липиды и жирные кислоты в составе живых кормов осетровых рыб

Исключительно важную роль в обеспечении осетровых рыб протеином и незаменимыми аминокислотами, липидами и ненасыщенными жирными кислотами играет естественная пища – кормовые организмы и их наличие в достаточном количестве.

В составе пищи молоди осетровых рыб важное значение имеет содержание полиненасыщенных жирных кислот. Потребность осетровых рыб в жирных кислотах типа $\omega 3$ определяется уровнем биологической адаптации к условиям выращивания, поскольку эти высоконенасыщенные жирные кислоты, являясь структурными элементами клеточных мембран, регулируют процессы клеточного транспорта.

Жирные кислоты общих липидов естественной пищи осетровых рыб (молоди и взрослых особей) отличаются наличием высокого содержания эссенциальных жирных кислот $\omega 3$ преимущественно за счет докозапентаеновой и докозагексаеновой ЖК (в сумме от 12 до 38%). Бентос и зоопланктон отличаются высоким уровнем полиненасыщенных жирных кислот ряда $\omega 3$ при соотношении $\omega 6/\omega 3$ равном 0,32-0,37. Содержание жира в абсолютно сухом веществе живых кормов (моллюски и бычки) может составлять: 6,8; 4,7; 6,7%, колебание уровня достигает 4,7-20,7%. Однако изучение физиологического состояния молоди осетровых рыб при использовании только естественной пищи убеждает в недостаточной обоснованности ее применения (Матишов и др., 2007). Но и питание осетровых рыб искусственными кормами может быть не эффективным из-за це-

лого ряда причин, в том числе и дефицита или дисбаланса жирных кислот. Поэтому в проведенных далее нами экспериментах необходимо было оптимизировать липидный состав комбикормов осетровых рыб путем изучения норм вода рыбьего жира и возможности его замены на жиры растительного происхождения (подсолнечное и льняное масла).

3.2. Липиды и жирные кислоты в составе кормовых компонентов и кормов для осетровых рыб

3.2.1. Оптимизация норм ввода рыбьего жира в составе комбикормов, предназначенных для товарного выращивания осетровых рыб. В современный период осетроводства, когда используются зарубежные корма, крайне важно определить оптимальное содержание рыбьего жира в комбикормах, предназначенных для товарного выращивания, поскольку норма введения жирных кислот ряда $\omega 3$ и $\omega 6$ в корма для осетровых рыб до сих пор не установлена.

Опытные работы по оптимизации норм ввода рыбьего жира в составе комбикорма ОТ-7 на рыбоводно-биологические показатели молоди осетровых рыб проводили в течение 30 суток (табл. 1).

Таблица 1
Рыбоводно-биологические показатели выращивания гибрида стерлядь x белуга на комбикорме ОТ-7 с различным содержанием рыбьего жира

Показатель	Вариант	
	Контроль (9%)	Опыт (18%)
Масса начальная, г	243,59±4,4	242,44±4,35
Масса конечная, г	288,04±2,87***	260,35±4,16***
Абсолютный прирост, г	45	18
Среднесуточный прирост, г	1,5	0,6
Среднесуточная скорость роста, %	5,44	4,94
Выживаемость, %	100	100
Кормовые затраты	1,1	1,5
Период выращивания, сут.	30	30

Примечание: различия достоверны при *** - $P \leq 0,001$

В результате выполненных экспериментов было установлено, что добавление в комбикорм 18% рыбьего жира (всего вместе с жиром рыбной муки 21%) приводит к некоторому снижению темпа роста стербела (рис. 2). Это связано с тем, что при переизбытке жира в рыбных комбикормах происходит накопление продуктов распада жира в печени, что приводит в дальнейшем к ее жировому перерождению. Темп роста рыб на комбикорме с добавлением 9% жира (всего 12%) был стабильно высоким на всем протяжении опыта.

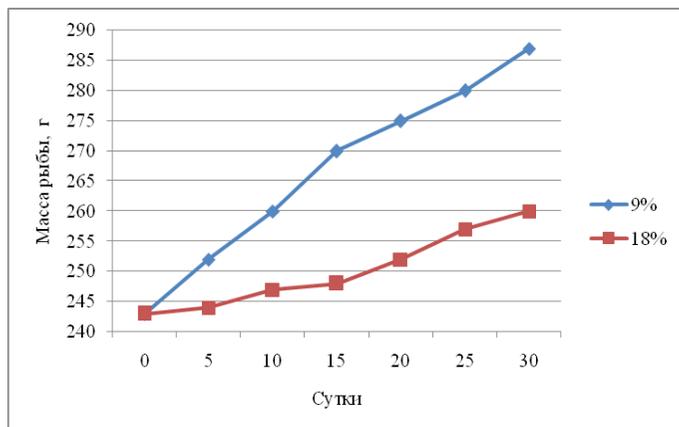


Рис. 2. Рост гибрида (стерлядь x белуга - *Acipenser ruthenus* x *Huso huso*) на комбикорме ОТ-7 с различным содержанием рыбьего жира

Очевидно, что для улучшения рыбоводно-биологических показателей при выращивании осетровых рыб на комбикормах, предназначенных для товарного выращивания, целесообразно добавлять жиросодержащие компоненты при соблюдении нормы. В комбикорме ОТ-7 для осетровых рыб оптимальная норма добавления рыбьего жира равна 9% (при общем количестве за счет других кормовых компонентов - 12%). Повышение содержания рыбьего жира до 18% (в сумме 21%) приводит к снижению всех рассмотренных рыбоводно-биологических показателей роста и развития выращиваемых рыб.

3.2.2. Оценка эффективности замены рыбьего жира на жиры растительного происхождения в составе комбикормов для осетровых рыб. Для оценки эффективности применения растительных жиров в комбикорме ОТ-7 для осетровых рыб провели специальные эксперименты по замене 50% и 100% рыбьего жира на подсолнечное нерафинированное (кормовое) и льняное рафинированное масло. При проведении экспериментов по оценке эффективности применения растительных жиров в составе комбикорма ОТ-7 была установлена возможность частичной замены рыбьего жира на подсолнечное нерафинированное и льняное рафинированное масло.

Анализ рыбоводно-биологических показателей выращенной молоди гибрида стербел на комбикорме ОТ-7 выявил лучшие показатели при введении в комбикорм подсолнечного масла в комбинации с рыбьим жиром (50% замены) (табл. 2).

Ухудшение результатов выращивания в варианте с полной заменой рыбьего жира на подсолнечное масло связано с чрезмерно высоким уровнем в корме линолевой кислоты ($\omega 6$) – 5,6% и недостаточным линоленовой – 0,85%.

Таблица 2

Рыбоводно-биологические показатели выращивания гибрида стерлядь х белуга на комбикорме ОТ-7 с добавкой подсолнечного масла

Показатель	Варианты опыта (замена 9% рыбьего жира на подсолнечное масло)		
	1 (100%)	2 (50%)	Контроль
Масса начальная, г	288,81±1,95	280,85±0,69	285,29±0,67
Масса конечная, г	318,2±0,5***	336,7±1,14***	365,57±4,1
Абсолютный прирост, г	30	56,1	80,12
Среднесуточный прирост, %	0,3	0,54	0,74
Выживаемость, %	100	100	100
Кормовые затраты	1,4	1,3	1,3
Продолжительность опыта, сут.	30	30	30
Кэфф. массонакопления, ед.	0,013	0,03	0,042
Содержание ПНЖК в корме, % ω3 и ω6	0,85 и 5,6	2,25 и 0,9	3 и 1,2

Примечание: различия достоверны при *** - $P \leq 0,001$

По результатам проведенных исследований установлено, что возможна замена общей доли рыбьего жира на 50% подсолнечного масла, поскольку тогда уровень ПНЖК ω3 равен 2,25%, что близко к показателям рыбьего жира.

Анализ рыбоводно-биологических показателей выявил лучшие результаты при кормлении молоди комбикормом с частичной и полной заменой рыбьего жира на льняное масло (табл. 3).

Таблица 3

Рыбоводно-биологические показатели выращивания гибрида стерлядь х белуга на комбикорме ОТ-7 с добавкой льняного масла

Показатель	Варианты опыта (замена 9% рыбьего жира на льняное масло)		
	1 (100%)	2 (50%)	Контроль
Масса начальная, г	340,76±0,92	339,68±0,97	340,46±1,29
Масса конечная, г	420,8±1,8***	482,32±1,36***	499,57±2,24
Абсолютный прирост, г	80,16	142,79	159,16
Среднесуточный прирост, %	0,64	1,06	1,16
Выживаемость, %	100	100	100
Кормовые затраты	1,6	1,2	1,2
Продолжительность опыта, сут.	30	30	30
Кэфф. массонакопления, ед.	0,04	0,064	0,07
Содержание ПНЖК в корме, %ω3 и ω6	5,02 и 1,49	2,51 и 0,75	3 и 1,2

Примечание: различия достоверны при *** - $P \leq 0,001$

В результате проведенных исследований было установлено, что частичная замена рыбьего жира на льняное масло в составе корма ОТ-7 (на ½ часть) приводит к сохранению высокого темпа роста рыб. Эффективность комбикорма ОТ-7 в варианте с 50%-ной заменой рыбьего жира связана с тем, что содержание ПНЖК $\omega 3$ и $\omega 6$ было близким к потребностям рыб: 2,51 и 0,75, на что обращали внимание другие авторы (Пономарев, 1996; Матишов и др., 2007).

Таким образом, по результатам проведенных исследований для увеличения темпа роста осетровых рыб можно рекомендовать замену рыбьего жира на льняное масло в количестве 50% в составе корма ОТ-7, при общем уровне жира (за счет рыбной муки, рыбьего жира и добавки льняного масла) в количестве 12%. Добавление льняного масла в комбикорм положительно влияет на пищевое поведение рыб. Кроме того, использование льняного масла приводит к повышению прироста массы рыб, способствует нормализации обмена веществ, улучшению физиологического состояния.

3.2.3. Влияние состава жирных кислот на здоровье самок и жизнеспособность икры. Зачастую у самок, выращиваемых в искусственных условиях, наблюдается дистрофия оболочек икры, что приводит к снижению жизнеспособности оплодотворенной икры для воспроизводства. Это связано с использованием несбалансированных по элементам питательности комбинированных кормов. Для того, чтобы улучшить жизнеспособность формирующейся икры у самок осетровых необходимо оптимизировать состав основных питательных веществ (протеина, липидов и ПНЖК) при проведении генеративных процессов онтогенеза. При изучении влияния количества рыбьего жира в комбикорме на производителей стерляди была изготовлена специальная партия комбикормов с содержанием 44,4% протеина, 12% жира. В опытном рецепте количество жира увеличили в 3 раза – до 27% (общее содержание жира). В результате проведенного гистологического анализа у исследованных самок стерляди, потреблявших комбикорма с высоким содержанием рыбьего жира (27%), выявлены нарушения морфогенеза ооцитов протоплазматического роста (рис. 3, 4).

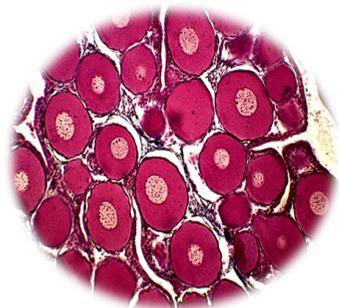


Рис. 3. Яичник стерляди II стадии зрелости (контроль) (увеличение 22X10)

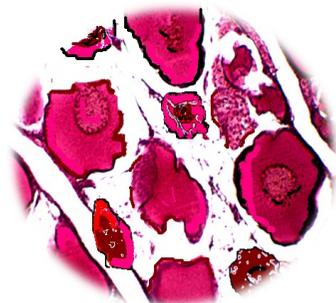


Рис. 4. Дегенерация ооцитов в яичнике стерляди II стадии зрелости (опыт) (увеличение 22X10)

Опыты по механическому воздействию на икру от производителей стерляди, потреблявших корма в варианте 1 (12% рыбьего жира) и 2 (27% рыбьего жира) в период эмбриогенеза (рис. 5) позволили выявить следующее. Как видно из графика, при прохождении этапов развития в эмбриональный период, наибольшая смертность эмбрионов отмечалась в опытном варианте, где количество жира в корме составляло 27%. Соответственно, при пересчете фракционного состава, получаем избыток ПНЖК $\omega 3$ – 6,75%, что выше в 3 раза норм, рекомендуемых для объектов аквакультуры (Матишов, Пономарев, 2007).

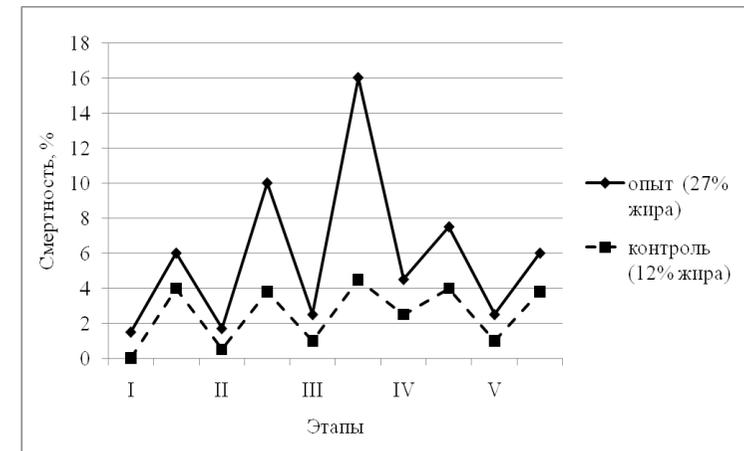


Рис. 5. Изменение резистентности эмбрионов стерляди при механическом воздействии

Известно, что чрезмерно высокий уровень эссенциальных ПНЖК $\omega 3$ комбикорма для различных рыб в целом может приводить к повышению их смертности, при этом происходит поражение печени (Пономарев, 1996; Пономарев и др., 2009), в нашем случае, в экспериментах с живой икрой, гибель эмбрионов наступала из-за размягчения оболочек, что было обнаружено визуально при микроскопировании.

3.3. Морфобиологическое, физиологическое и биохимическое состояние выращиваемой рыбы на комбикормах с различными по составу жирами

Изучением потребностей рыб в ПНЖК кормовых липидов занимаются уже в течение двух-трех десятилетий. Пределы введения липидов в корма постоянно корректируются, что связано с трудностью определения истинных параметров, так как они зависят от многих факторов, в том числе от видовых особенностей, возраста, этапов жизненного цикла рыб, температуры воды, состава комбинированных кормов и других условий. Отсюда и имеющиеся расхождения результатов. Между тем важность проведения исследований в этом направлении очевидна, так как дефицит и дисбаланс незаменимых жирных кислот

приводят к многочисленным физиологическим нарушениям обмена веществ у рыб, вызывая патологию внутренних органов, внешние морфологические отклонения, снижение сопротивляемости к негативным воздействиям среды.

Для оценки качества рыб, выращенных на кормах с дополнительным введением рыбьего жира, был проведен анализ биохимического состава тела. В этих исследованиях было установлено, что при добавлении в комбикорм рыбьего жира в количестве 9%, показатели общего химического состава тела осетровых рыб были наиболее благоприятные (71,8% - протеин, в варианте 2 – 65,3%, как наиболее важный показатель), что отражено в табл. 4.

Таблица 4

Общий химический состав тела гибрида стербел, выращенного на комбикорме ОТ-7 с различным содержанием рыбьего жира

Вариант	Сухое вещество	Показатель, % (по абсолютному сухому веществу)		
		Сырой протеин	Сырой жир	Сырая зола
1 (9%)	17,3±0,12	71,8±0,71	17,4±0,13	10,02±0,2
2 (18%)	15,3±0,16** *	65,3±0,85***	16,14±0,12	8,05±0,11

Примечание: *** различия достоверны при $P \leq 0,001$

В результате замены рыбьего жира на подсолнечное масло было установлено, что полная замена в корме рыбьего жира оказывает существенное влияние не только на рыбоводно-биологические показатели выращивания, но и на биохимический состав тела молоди осетровых рыб. При увеличении количества добавляемого подсолнечного масла наблюдали снижение в теле содержания белка (табл. 5).

Таблица 5

Показатели биохимического состава тела осетровых рыб, выращенных на комбикорме ОТ-7 с добавкой подсолнечного масла, %

Показатель	Вариант		
	1 (100%)	2 (50%)	Контроль
Влага	71,39±1,01**	79,38±0,78*	80,49±1,13**
Сырой протеин	57,22±1,1**	67,73±1,04	68,43±1,07**
Сырой жир	13,59±0,54	12,69±0,36	12,31±0,44
Сырая зола	10,36±0,21**	11,05±0,44***	16,69±0,64**

Примечание: различия достоверны при: * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$; *** - $P \leq 0,001$

В экспериментах при замене рыбьего жира на льняное масло данные общего химического состава тела показали, что у стербела в варианте с частичной заменой в корме доли рыбьего жира и в контроле величины основных показателей были близкими. При уменьшении количества в корме ОТ-7 льняного масла содержание белка в теле рыб было, как и в контроле (71-72%). В варианте со 100%-ной заменой рыбьего жира, напротив, содержание белка снизилось до

67,92%. Количество жира в теле рыб было ниже (13,58%) в варианте, где провели полную замену рыбьего жира на льняное масло (табл. 6).

Таблица 6

Показатели общего химического состава тела стербела, выращенного на комбикорме ОТ-7 с добавкой льняного масла, %

Показатель	Вариант		
	1 (100%)	2 (50%)	Контроль
Влага	81,5±1,07**	82,46±0,82**	82,61±1,17
Сырой протеин	67,92±1,41**	71,7±1,04	72,26±1,06
Сырой жир	13,58±0,33*	16,48±0,65*	15,67±0,49
Сырая зола	12,32±0,42	12,47±0,38	12,12±0,39

Примечание: различия достоверны при * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,001$

Таким образом, оценивая все установленные биохимические показатели тела осетровых рыб, выращенных на комбикорме ОТ-7 с разными добавками растительных масел при замене рыбьего жира частично (50%) или полностью, следует отметить хорошее физиологическое состояние рыб, потреблявших корм с 50% заменой рыбьего жира на подсолнечное или льняное масло, а также в варианте без замены рыбьего жира.

При разработке кормовых рационов, особенно при составлении полноценных рецептов сухих комбикормов, физиологический контроль, осуществляемый за состоянием рыб, потребляющих корма, проводится на основе данных анализа красной и белой крови. По физиологическому состоянию рыбы, которое характеризует и показатели крови, определяется полноценность потребляемых ею кормов (Стрельцова, Черникова, 1979).

В опытах при выращивании гибрида стербела с разным количеством рыбьего жира в комбикорме, показатели красной крови в контроле характеризовались более высокой концентрацией гемоглобина 78,34 г/л, в опыте (добавка 18%) соответственно – 73,64 г/л (табл. 7).

Таблица 7

Показатели красной крови гибрида стерлядь x белуга, выращенного на комбикорме ОТ-7 с различным содержанием рыбьего жира

Показатель	Вариант	
	Контроль (9%)	Опыт (18%)
Гемоглобин, г/л	78,34±0,72***	73,64±1,2***
Гематокрит, %	28,24±0,44*	24,52±0,89*
Эритроциты, млн./мм ³	0,894±0,012**	0,840±0,03***
СГЭ мкмкг/эритр.	6,8±0,11	6,39±0,12
Белок сыворотки крови, г%	3,8±0,098	2,37±0,1

Примечание: различия достоверны при * - $P \leq 0,05$; ** - $P \leq 0,01$; *** - $P \leq 0,001$

Содержание гемоглобина в крови выращенной молоди осетровых рыб было самым низким в варианте с полной заменой рыбьего жира на подсолнеч-

ное масло и составило 70,36 г/л, наиболее высокое содержание гемоглобина было отмечено в контроле – 77,9 г/л. Количество эритроцитов в красной крови молоди рыб в 1 варианте также было очень низким и составило 0,456 млн./мм³, тогда как у рыб контрольного варианта этот показатель был выше и составил – 0,655 млн./мм³ (табл. 8).

Таблица 8

Показатели красной крови гибрида стерлядь х белуга, выращенного на комбикорме ОТ-7 с подсолнечным маслом

Показатель	Вариант		
	1(100%)	2 (50%)	Контроль
Гемоглобин, г/л	70,36±0,8	77,49±1,01	77,9±0,99
Гематокрит, %	19,4±0,21*	21,32±0,68	22,3±0,64
Эритроциты, млн./мм ³	0,456±0,03**	0,551±0,022***	0,655±0,01
СГЭ мкмкг/эрит.	3,3±0,15*	3,93±0,2	4,29±0,09
Белок сыворотки крови, г%	3,16±0,16	4,1±0,17	3,61±0,18

Примечание: различия достоверны при * - P≤0,05; ** - P≤0,01; *** - P≤0,001

Содержание гемоглобина в крови выращенных осетровых рыб было самым низким в варианте полной замены рыбьего жира на льняное масло (77,9 г/л). Высокое значение количества эритроцитов равнялось 0,655 млн./м³ и было установлено в варианте 2 с 50% заменой рыбьего жира. Высокое содержание гемоглобина и эритроцитов в крови выращенной молоди свидетельствует о высоком качестве применяемых комбикормов и кормовых липидов: анализ показателей красной крови осетровых рыб, выращенных на комбикорме ОТ-7 с добавкой льняного масла, в целом, свидетельствует о достаточно хорошем физиологическом состоянии рыб. Однако, в этом варианте опытов дополнительно, для подтверждения полученных результатов, был сделан анализ белой крови у рыб в конце выращивания (табл. 9).

Таблица 9

Показатели белой крови гибрида стербела, выращенного на комбикорме ОТ-7 с добавкой льняного масла

Показатель	Вариант		
	1(100%)	2 (50%)	Контроль
Лейкоцитарная формула, %			
Лимфоциты	64,54±0,99*	60,7±0,08*	61,3±1,12
Эозинофилы	9,61±0,37	9,5±0,25	9,5±0,2
Нейтрофилы, в т.ч.:			
Промиелоциты	1,6±0,08	1,6±0,102	1,6±0,062
Миелоциты	2,3±0,08	2,5±0,092	2,7±0,06
Метамиелоциты	1,4±0,07**	1,7±0,08	1,8±0,07
Палочкоядерные	28,5±0,73**	25,2±0,72*	25,2±0,52
Сегментоядерные	5,23±0,1*	4,8±0,11	4,9±0,067

Примечание: различия достоверны при * - P≤0,05; ** - P≤0,01

Показатели состава белой крови в варианте 2 и контроле были наиболее благоприятными. Однако при избытке льняного масла в комбикорме ОТ-7 (вариант-1, 100% замена рыбьего жира), в лейкоцитарной формуле отмечали увеличение числа лимфоцитов и эозинофилов.

Таким образом, на основании всех проведенных исследований биологических и физиолого-биохимических показателей состояния осетровых рыб, выращенных на комбикорме ОТ-7, установлены лучшие результаты в вариантах с 9% добавкой рыбьего жира и в вариантах с 50%-ной заменой на подсолнечное или льняное масло, с предпочтением последнего, поскольку с его составе общих липидов содержится более 50% линолевой ненасыщенной жирной кислоты ($\omega 3$), являющейся незаменимой и для осетровых рыб.

3.4. Эффективность использования комбикормов, предназначенных для товарного выращивания осетровых рыб с различной жирностью

На осетровых рыбоводных заводах индустриального типа (бассейновых) выращивание товарных осетровых рыб происходит в течение всего года без пересадки на зимовку при естественном ходе температур. В условиях экспериментального рыбоводного комплекса (г. Астрахань), были проведены опыты по оценке эффективности различных полнорационных комбикормов для товарного выращивания основных фирм-производителей в условиях естественного термического режима. В начале выращивания температура воды в рыбоводных бассейнах составляла 11°C, к концу экспериментов она составляла 17,5°C. Следует отметить, что температура воды оказывала существенное влияние на темп роста выращиваемых рыб. Так, полученные в опытах данные среднесуточных приростов были минимальными в первые 5 суток выращивания при средней температуре воды 11,2°C, а максимальными при - 17,2°C.

На протяжении всего периода выращивания достоверно лидировали рыбы, выращиваемые на комбикорме «Sturgeon Grower» (производитель Le Gouessant, Франция; протеин – 47%, жир – 13%). Прирост массы тела рыб в этом варианте составил 56,7 г и был выше, чем на кормах фирм «Aller aqua» и «Skretting» на 32,5 и 22,2% соответственно (соответственно 47 и 14, 47 и 16%) (рис. 6). Более низкие кормовые затраты отмечали при выращивании рыб с использованием комбикорма концерна Le Gouessant - на 59,1% по сравнению с комбикормом «Aller aqua» и на 18,2% по сравнению с комбикормом «Skretting».

Разработка полноценных, сбалансированных по элементам питания комбикормов, последующее их использование положительно отражается на составе крови и общем физиологическом состоянии выращенных осетровых рыб. Проведенные исследования позволили установить, что все испытанные корма были достаточно эффективными и существенно не оказали влияния на гематологические показатели выращенных рыб.



Рис. 6. Среднесуточный прирост массы тела стербела при выращивании на комбикормах от различных производителей, г/сут.

Количество эритроцитов во всех вариантах опыта находилось на одинаковом уровне (корм Le Gouessant – 0,724 млн./мкл., Aller Aqua – 0,718 млн./мкл., Skretting – 0,698 млн./мкл.). Гемоглобин был выше у рыб, с использованием комбикорма концерна Le Gouessant – 68,9 г/л, по сравнению с комбикормом «Aller aqua» и комбикормом «Skretting» (67,4 и 66,1 г/л, соответственно). Таким образом, в результате комплекса биологических и технологических исследований установлена высокая эффективность применения комбикорма «Sturgeon Grower» (концерна Le Gouessant) при товарном выращивании осетровых рыб в условиях естественного хода температуры воды, когда соотношение протеина и жира было равно 47 и 13%, что подтверждается результатами опытных испытательных корма ОТ-7, выполненных ранее, с уровнем жира 12% (протеин - 42%, жир – 12%). По результатам всех проведенных исследований показано оптимальное соотношение белка-жира (42-47 – 12-13%) с использованием рыбьего жира как основной добавки, допускается замена его половины на льняное или подсолнечное масло. Это позволяет промышленно нарабатывать более дешевые и доступные производственные комбикорма для осетровых рыб.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований проведена научная оценка эффективности вариантов рецептур сухих гранулированных комбикормов с липидами, различными по структуре и составу жирными кислотами, в результате чего определены оптимальные нормы ввода рыбьего жира и различных жиров растительного происхождения, а также их соотношение в полнорационных сухих комбикормах, предназначенных для товарного выращивания осетровых рыб. Полученные результаты позволили установить, что оптимизация норм ввода жиров, различных по структуре и составу в комбикормах для осетровых рыб, позволяет влиять в рыбоводном процессе на рыбоводно-биологические и физиологические показатели, что способствует повышению качества применяе-

мых комбикормов. Таким образом, результаты комплексной оценки всех установленных рыбоводно-биологических и физиолого-биохимических показателей подтвердили достаточно высокую эффективность нормы ввода рыбьего жира в комбикорма в количестве 9%, а также частичную замену рыбьего жира на подсолнечное и льняное масла (50%). Следует отметить, что при введении в комбикорм ОТ-7 9% рыбьего жира и при его частичной замене на жиры растительно-го происхождения (50%) установлены быстрый рост массы рыб, увеличение выживаемости, массонакопление тела, при снижении затрат кормов на единицу прироста.

ВЫВОДЫ

1. Жирные кислоты общих липидов естественной пищи осетровых рыб (молоди и взрослых особей) отличаются наличием высокого содержания эссенциальных жирных кислот $\omega 3$ преимущественно за счет докозапентаеновой и докозагексаеновой ЖК (в сумме от 12 до 38%). Установлено, что как бентос, так и зоопланктон отличаются высоким уровнем полиненасыщенных жирных кислот ряда $\omega 3$ при соотношении $\omega 6/\omega 3$ равном 0,32-0,37. Всего ПНЖК $\omega 3$ содержалось в количестве 20,6-26,2%, $\omega 6$ – 6,6-9,8%.

2. Анализ рыбоводно-биологических показателей позволяет считать более благоприятным добавку рыбьего жира к комбикорму в количестве 9% (контроль). Прирост массы тела рыб в этом варианте был на 27 г выше, чем в варианте, где в комбикорм добавили в два раза больше рыбьего жира -18% (опыт). Выживаемость рыб в обоих вариантах, тем не менее, составила 100%. Однако в опытной группе рыб регистрировали снижение темпа роста при увеличенных кормовых затратах (1,5 ед.).

3. По результатам проведенных опытов для оптимизации состава ПНЖК общих липидов и их общего уровня в продукционных комбикормах для осетровых, не рекомендуется проводить полную замену рыбьего жира на подсолнечное масло. Возможна замена общей доли рыбьего жира на 50% подсолнечного масла, поскольку тогда уровень ПНЖК $\omega 3$ равен 2,25% , что близко к показателям рыбьего жира.

4. При добавлении в комбикорм льняного масла было установлено, что частичная замена рыбьего жира на льняное масло в составе корма ОТ-7 (на 1/2 часть) приводит к сохранению высокого темпа роста рыб. В варианте с 50%-ной заменой рыбьего жира отмечали низкие кормовые затраты, как и в контроле (1,2 ед.), а в варианте 100%-ной замены рыбьего жира на льняное масло кормовые затраты были выше – 1,6 ед. Выживаемость рыб во всех вариантах была высокой – 100%. Коэффициент массонакопления в контрольном и в варианте с частичной заменой рыбьего жира на льняное масло был самым высоким и составлял 0,07 и 0,064 ед., соответственно.

5. В комбикормах для производителей осетровых рыб эффективный уровень рыбьего жира в преднерестовый период также равен 9% (общее содержание – 12%), что улучшает белковый и липидный состав живой оплодотворенной икры. Наибольшую смертность эмбрионов отмечали в варианте, где количество

рыбьего жира в корме, которым питались самки в преднерестовый период, составляло 27%. Это свидетельствует о том, что чрезмерное увеличение количества жира, содержащего высокий уровень эссенциальных ПНЖК ω 3, в комбикормах приводит к снижению плотности оболочки икры, что и являлось причиной повышенной гибели эмбрионов.

6. При добавлении в комбикорм ОТ-7 рыбьего жира в количестве 9% показатели общего химического состава тела осетровых рыб показали, что у рыб контрольной группы по сравнению с опытной содержание протеина было выше, 71,8 и 63,5%, соответственно, содержание органических веществ превосходило опыт по сырому жиру (17,4 и 16,1%, соответственно) и сырой золе (10,0 и 8,0%, соответственно).

Полная замена рыбьего жира на подсолнечное масло приводила снижению показателей общего химического состава тела рыб. В этом варианте по сравнению с контролем и вариантом с 50%-ной заменой рыбьего жира наблюдали снижение содержания сырого протеина (57,22%), влаги (71,39%), сырой золы (10,36%). При замене рыбьего жира на льняное масло данные общего химического состава тела показали, что у рыб в варианте с частичной заменой в корме доли рыбьего жира и в контроле величины основных показателей были близкими. При уменьшении количества в корме ОТ-7 льняного масла содержание белка в теле рыб было, как и в контроле (71-72%). В варианте с 100%-ной заменой рыбьего жира, напротив, содержание белка снизилось до 67%. Количество сырого жира в теле рыб было ниже (13,6%) в варианте, где провели полную замену рыбьего жира на льняное масло.

7. В экспериментах с различным содержанием рыбьего жира в комбикорме, показатели красной крови в контроле характеризовались более высокой концентрацией гемоглобина 78,34 г/л, в опыте (добавка 18%) соответственно – 73,64 г/л. Гематокрит, в контрольном варианте составил 28,24%, в то время как в опытном варианте – 24,52%.

Содержание гемоглобина в крови выращенной молодежи осетровых рыб было самым низким в варианте с полной заменой рыбьего жира на подсолнечное масло и составило 70,36 г/л, наиболее высокое содержание гемоглобина было отмечено в контроле – 77,94 г/л. Количество эритроцитов в красной крови молодежи рыб в этом опыте также было очень низким и составило 0,456 млн./мм³, тогда как у рыб контрольного варианта этот показатель был выше и составил – 0,655 млн./мм³. Показательными оказались и данные состава красной крови стербела при замене в корме рыбьего жира на льняное масло. Содержание гемоглобина в крови выращенных осетровых рыб было наиболее низким в варианте полной замены рыбьего жира на льняное масло (77,92 г/л). Самое высокое значение количества эритроцитов равнялось 0,665 млн./мм³ было установлено в варианте 2 с 50% заменой рыбьего жира. Показатели состава белой крови в варианте с частичной заменой (50%) и контроле были наиболее благоприятными. Однако при избытке льняного масла (вариант-1, 100% замена рыбьего жира), в лейкоцитарной формуле отмечали увеличение числа лимфоцитов и эозинофилов.

8. В результате комплекса биологических и технологических исследований установлена высокая эффективность применения комбикорма «Sturgeon Grower» (концерна Le Gouessant) при товарном выращивании осетровых рыб в условиях естественного хода температуры воды (соотношение протеина и жира равно 47 и 13%), что подтверждается результатами опытных испытаний корма ОТ-7, выполненных ранее, с уровнем жира 12% (протеин - 42%, жир – 12%).

ПРЕДЛОЖЕНИЕ ПРОИЗВОДСТВУ

1. Рекомендуемая промышленная норма ввода рыбьего жира в состав сухих полнорационных комбикормов для товарного выращивания осетровых рыб равна 9%, общее количество жира за счет кормовых компонентов кормосмеси - 12-13%.

2. Для оптимизации скорости роста и выживаемости осетровых рыб, а также для расширения сырьевой базы кормопроизводства, допустимо проводить частичную замену рыбьего жира на жиры растительного происхождения (подсолнечное и льняное масло) - до 50%.

3. Для улучшения физиолого-биохимического состояния выращиваемой молоди осетровых рыб рекомендуется в рецептуре комбикормов, для товарного выращивания, проводить замену 50% рыбьего жира на льняное масло.

4. Для получения жизнеспособной оплодотворенной икры и потомства у осетровых следует в комбикормах для преднерестового содержания производителей также поддерживать содержание жира при уровне 12-13%.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

Работы, опубликованные в изданиях, рекомендованных ВАК:

1. Пономарев С.В. Факторы, влияющие на рост осетровых рыб в индустриальной аквакультуре / С.В. Пономарев, Н.В. Болонина, Б.Т. Сариев, А.Н. Туменов, Ю.М. Баканева // Вестник Новосибирского государственного аграрного университета. – Новосибирск: Изд-во НГАУ, 2010. – № 4 (16). – С. 52-55

2. Баканева Ю.М. Рост осетровых рыб в установке замкнутого водоснабжения при использовании новых сухих гранулированных кормов / Ю.М. Баканева, А.Н. Туменов, Н.В. Болонина, Б.Т. Сариев, С.В. Пономарев // Зоотехния. – Москва: ООО «Офсет Принт», 2011. – № 8. – С. 27-28.

3. Сариев Б.Т. Оценка эффективности роста массы осетровых рыб при добавлении в корма пробиотических препаратов / Б.Т. Сариев, А.Н. Туменов, Ю.М. Баканева, Н.В. Болонина // Вестник АГТУ. Серия «Рыбное хозяйство», – 2011. -№ 2. – С. 118-121.

Работы, опубликованные в других изданиях:

4. Пономарев С.В. Эффективность различных норм ввода рыбьего жира в комбикорма для осетровых рыб / С.В. Пономарев, Ю.В. Сергеева, Ю.М. Баканева, Ю.В. Федоровых // Вестник АГТУ. Серия «Рыбное хозяйство». – 2009. - № 1– С. 82-85.

5. Пономарев С.В. Результаты научной оценки эффективности и продуктивного действия новых продукционных кормов зарубежного производства в условиях хозяйств с естественным и регулируемым термическим режимом выращивания / С.В. Пономарев, Ю.Н. Грозеску, Е.Н. Пономарева, В.В. Чалов, Ю.М. Баканева, Н.В. Болонина, В.Г. Чипинов, Р.Б. Абсалямов, М.В. Коваленко // Вестник АГТУ. Серия «Рыбное хозяйство», – 2009. -№ 2. – С. 102-108.

6. Баканева Ю.М. Эффективность использования комбинированных кормов различной жирности и состава жирных кислот при выращивании осетровых рыб / Ю.М. Баканева, Д.-А. А. Садлер, С.В. Пономарев // V Ежегодная научная конференция студентов и аспирантов базовых кафедр Южного научного центра РАН: тез. докл. (Ростов-на-Дону, 8-27 апреля 2009 г.) - Ростов-на-Дону, 2009. – С. 7-8.

7. Пономарев С.В. Современные сухие комбинированные корма для осетровых рыб: преимущества и недостатки/ С.В. Пономарев, Ю.М. Баканева, Б.Т. Сариев // Международная научно-практическая конференция в рамках выставки «Интерфиш 2010» (Москва, 27 октября 2010 г.). – Москва, 2010. – С. 55.

8. Пономарев С.В. Развитие искусственного воспроизводства на ОРЗ дельты Волги в свете вопроса об изменении возрастнo-весового стандарта молоди осетровых рыб/ С.В. Пономарев, А.А. Кокоза, В.М. Распопов, Е.Н. Пономарева, Ю.М. Баканева // Осетровое хозяйство. – Санкт-Петербург: Изд-во «Береста», 2010. - № 4. – с. 47-51.

9. Баканева Ю.М. Опыты по введению льняного масла в различном процентном соотношении в комбикорма для осетровых рыб // Тезисы докладов VI ежегодной научной конференции студентов и аспирантов базовых кафедр Южного научного центра РАН (19-30 апреля 2010 г. г. Ростов-на-Дону). – Ростов-на-Дону, 2010. - С. 7-8.

10. Ponomarev S.V. The estimation of the diets with various fat contentions for sturgeons / S.V. Ponomarev, Y.M. Bakaneva, Y.V. Fedorovykh, N.V. Bolonina, B.T. Sariiev, A.N. Tumenov // The Caspian sea. Natural resources. International journal. – Baku: Baku state university, 2010. – № 4. – p. 64-70.