

Оценка качества и эффективности применения экспериментальных стартовых комбикормов в условиях «Рязановского ЭПРЗ»

DOI

Рисунок 4. Молодь кеты в одном из экспериментальных бассейнов / Figure 4. Chum salmon in one of the experimental pools

Канд. техн. наук

А.Н. Баштовой – заведующий сектором; канд. техн. наук

Г.Н. Тимчишина – ведущий научный сотрудник;

д-р техн. наук, **А.П. Ярочкин** – ведущий научный сотрудник; канд. хим. наук

К.Г. Павел – ведущий специалист, Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

П.Л. Пасечник – заместитель начальника Приморского филиала ФГБУ «Главрыбвод»

@ a.n.bashtovoy@mail.ru; galina.timchisina@tinro-center.ru; albert.yarochkin@tinro-center.ru; k.g.pavel@yandex.ru; buzyok@mail.ru

Ключевые слова:

стартовые корма, молодь, кета, лосось, аминокислоты, жирные кислоты, среднесуточный прирост, кормовые коэффициенты

Keywords:

starter feed, juvenile, chum salmon, salmon, amino acids, fatty acids, daily average growth, feed coefficients

EVALUATION OF QUALITY AND EFFICIENCY OF APPLICATION OF EXPERIMENTAL STARTING FODDER UNDER THE CONDITIONS OF THE «RYAZANOVSKY EPRZ»

A. Bashtovoy, PhD, G. Timchishina, PhD, A. Yarochkin, Doctor of Sciences, K. Pavel, PhD - Pacific branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography, P. Pasechnik - Primorsky branch of FSBI Glavrybvod
a.n.bashtovoy@mail.ru; galina.timchisina@tinro-center.ru; albert.yarochkin@tinro-center.ru; k.g.pavel@yandex.ru; buzyok@mail.ru

Fisheries of the Far East is the main producer of Russian fodder fish meal, which is used for the manufacture of fish feed in aquaculture. Until recently, the main raw material for this was waste from cutting fish, mainly pollock and salmon. Recently, with the resumption of fishing for sardine-Iwashi and mackerel, fodder flour made from waste from cutting these fish appeared on the market. The article presents the qualitative indicators of fish meal from pollock, sardine-Iwashi, mackerel and salmon. Shown are the results of fish-biological tests of starter feeds made from domestic fish meal for chum salmon in the conditions of the experimental fish hatchery «Ryazanovsky EPRZ» of the Primorsky branch of FSBI Glavrybvod.

ВВЕДЕНИЕ

Полномасштабное развитие интенсивного индустриального рыбоводства невозможно без разработки полноценных конкурентоспособных отечественных комбикормов, сбалансированность и качество которых определяются качеством ингредиентов [1].

При разработке кормов для лососевых рыб необходимо четкое представление как о пищевых потребностях и особенностях пищеварения рыб, так и о качестве

ингредиентов комбикормов, которое в настоящее время отличается нестабильностью и часто не соответствует требованиям мировых стандартов [2]. Традиционно основным компонентом комбикормов, отвечающим за белковую составляющую, является рыбная мука.

Если в сельском хозяйстве дефицит белка можно компенсировать растительными компонентами, то в аквакультуре рыбная мука практически не имеет аль-

тернативы, при этом требования к качеству рыбной муки, особенно при производстве кормов для молоди рыб, должны быть значительно выше, чем при производстве кормов животноводства и птицеводства [3].

В настоящее время Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн лидирует по производству КРМ из отходов переработки минтая, лосося и других видов рыб, в том числе скумбрии и сардины иваси, промысел которых в последние три года ведется довольно успешно. Необходимо отметить, что в конце прошлого века производство муки из иваси превышало 30 тыс. тонн. [4].

Переоснащение рыбоконсервных заводов Сахалина и Камчатки современным оборудованием, проводимое в последние годы, также способствует увеличению выпуска рыбной муки из отходов рыбообработки. В общероссийском масштабе доля КРМ Дальневосточного региона составляет порядка 76%, это около 85 тыс. тонн [5].



Рисунок 1. Общий вид основного здания «Рязановского ЭПРЗ» Приморского края

Figure 1. General view of the main building of the «Ryazanovsky EPRZ» of the Primorsky Territory

Таким образом, на рынке рыбной муки уже имеется в наличии КРМ из сардины иваси, скумбрии, лососевых рыб и минтая.

Цель настоящей работы:

- определение качественных показателей кормовой рыбной муки из сардины иваси, скумбрии, лососей, минтая;
- оценка качественных показателей стартовых кормов, изготовленных с использованием отечественной кормовой муки из различных видов рыб, по результатам рыбоводных испытаний в условиях «Рязановского ЭПРЗ» Приморского края на молоди осенней кеты.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве основного ингредиента использовалась КРМ из сардины иваси, скумбрии, лососей, минтая, произведенная, согласно ГОСТ 2116-2000 [6], на предприятиях Дальневосточного региона.

В ходе исследований испытывались следующие комбикорма, разработанные ТИНРО и отличающиеся источником происхождения муки: «В1М» – минтаевая мука, «ЛСИ» – мука из сардины иваси, «ЛСКум» – скумбриевая мука, «ЛСЛ» – лососевая мука; «К» – комбикорм отечественного производства (контроль).

Рыбное хозяйство Дальнего Востока – основной производитель российской кормовой рыбной муки (КРМ), которую используют для изготовления рыбных кормов в аквакультуре. До последнего времени основным сырьем для этого являлись отходы от разделки рыб, главным образом, минтая и лососевых. В последнее время, с возобновлением промысла сардины иваси и скумбрии, на рынке появилась кормовая мука, изготовленная из отходов от разделки этих рыб. В статье представлены качественные показатели рыбной муки из минтая, сардины иваси, скумбрии и лососей. Показаны результаты рыбоводно-биологических испытаний стартовых комбикормов, изготовленных из рыбной муки отечественного производства, на молоди кеты в условиях экспериментально-производственного рыбоводного завода «Рязановский ЭПРЗ» Приморского филиала ФГБУ «Главрыбвод».

Комбикорм производили в кормоцехе ТИНРО согласно инструкции по изготовлению комбикорма стартового для лососевых рыб: прием и хранение сырья, подготовка сырья (просеивание и измельчение), приготовление смеси, увлажнение и гранулирование, сушка и охлаждение гранул, дробление, разделение крупки по фракциям, подготовка жировой смеси, ожиривание, упаковывание, маркирование, хранение.

Рецептура комбикорма [7], кроме рыбной и пшеничной муки, включала дрожжи, молоко сухое, премикс и растительное масло.

Работы по испытанию рецептов комбикормов проводились в выростных бассейнах Приморского филиала ФГБУ «Главрыбвод» на «Рязановском ЭПРЗ» (рис. 1, 2) в период с февраля по апрель 2019 г., в соответствии с Программой и методикой испытаний сухих гранулированных стартовых комбикормов для молоди тихоокеанских лососей.

Объектом исследований служили личинки и ранняя молодь кеты (*Oncorhynchus keta*).

Личинки кеты, после поднятия «на плав», были рассажены в 5 выростных бассейнов, объемом 4,37 м³ воды, в каждом бассейне находилось не менее 5 тыс. личинок, плотность посадки 1145 экз./м², температура воды во время эксперимента изменялась от 2,8 до 3,9°C, уровень кислорода составлял 80-90% насыщения, расход воды 1,55 м³/ч, продолжительность эксперимента 50 суток.

Кормление молоди, уборка бассейнов, подсчет отхода и контрольные взвешивания проводились согласно инструкциям Рязановского ЭПРЗ. Среднесуточные приросты или скорость роста рассчитывались по формуле Винберга [8]. Кормовой коэффициент определяли путем деления количества вносимого корма за весь период подращивания на массу прироста молоди с учетом ее отхода [9]. Коэффициент массонакопления – по формуле Резникова [10].

Исследование химического состава проводили согласно современным методам [11; 12]. Содержание общего азота (Нобщ) – по методу Кьельдаля на приборе «Kjeltec 2300» (Foss, Швеция). Экстракцию

липидов и их массовую долю определяли по методу Блайя и Дайера [13]. Содержание свободных жирных кислот (СЖК) рассчитывали по формуле СЖК = кислотное число жира $\times 0,503$ [14]. Для определения состава жирных кислот общие липиды конвертировали в метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) по известной методике [15]. Анализ содержания отдельных классов липидов в исследуемых кормах проводили методом ТСХ на аналитических пластинках «Sorbfil» (ПТСХ-АФ-А-УФ) с использованием системы растворителей гексан : диэтиловый эфир – 1:1 (по объему) с добавлением 0,1% уксусной кислоты в качестве элюента. Хроматограммы проявляли опрыскиванием 10%-ным спиртовым раствором фосфорно-молибденовой кислоты с последующим нагреванием при 110°C. Для определения количества отдельных классов липидов отсканированные изображения проявленных хроматограмм обрабатывали с помощью пакета программного обеспечения ImageJ v.1.47 [16]. Определение содержания макро- и микроэлементов в образцах осуществляли на атомно-абсорбционном спектрофотометре фирмы «Nippon Jarrell Ach» модель AA-885. В качестве атомизатора использовали однощелевую горелку и пламя ацетилен-воздух [17]. Аминокислотный состав белков определяли после кислотного гидролиза 6 N раствором соляной кислоты в течение 24 ч [18], затем методом ионно-обменной хроматографии на высокоскоростном анализаторе Hitachi L-8800.

Результаты исследований обрабатывали статистическими методами [19-21]. Достоверность данных достигали планированием экспериментов, необходимых и достаточных для достижения точности результатов ($P = 0,9-0,95$), при доверительном интервале $\Delta \pm 3-10\%$ среднеарифметических значений. Статистическая обработка материала проводилась с использованием пакета программ Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В стартовых комбикормах для тихоокеанских лососей без рыбной муки обойтись весьма сложно, поэтому были определены качественные показатели рыбной муки, используемой в экспериментальных

кормах. Для сравнения приведены показатели перуанской рыбной муки сорта "Super Prime", который используется в аквакультуре при производстве малькового корма из анчоуса (табл. 1) [3].

Анализ таблицы 1 свидетельствует о том, что требования к качеству перуанской КРМ выше, чем для рыбной муки, выпускаемой отечественной промышленностью. В статьях других авторов [2; 22] также отмечается, что требования отечественного ГОСТ по содержанию качественных характеристик значительно отличаются от показателей КРМ, изготовляемой за рубежом для нужд аквакультуры.

Тем не менее, по общему химическому составу все образцы муки российского производства, за исключением содержания золы в образце из минтая, незначительно уступают импортному аналогу и полностью соответствуют ГОСТ 2116.

В экспериментальных образцах КРМ был определен аминокислотный состав белков, который представлен в таблице 2.

Анализ данных по аминокислотному составу белков образцов муки из различных рыб показывает, что все исследованные варианты КРМ имеют достаточно близкие значения.

Перед проведением в заводских условиях рыбного эксперимента был определен общий химический состав стартовых комбикормов, который показал некоторые различия. Так, содержание белка составляет 40-50%; количество жира в контрольном образце – порядка 12%, что в среднем в 1,4 раза выше, чем в других исследуемых комбикормах; доля углеводов в экспериментальных комбикормах 35-40%, в контрольном – в два раза ниже.

В комбикормах В1М, ЛСИ и ЛСКум содержание протеина около 40%, что несколько ниже, чем в комбикорме ЛСЛ (43%) и контрольном (50%). Однако доля белка во всех испытанных стартовых комбикормах находится в пределах 40-50%, что координируется с его количеством, рекомендуемым в литературных источниках для выращивания кеты в производственном цикле [23].

Таблица 1. Сравнительный состав КРМ российского и перуанского производства / **Table 1.** Comparative composition of fodder fish meal of Russian and Peruvian production

Показатель	Перу		Россия			по ГОСТ 2116
	из анчоуса* Super Prime	из минтая	из иваси	из скумбрии	из лососевых	
Протеин, %, не менее	68,0	61,2	67,1	68,3	71,1	50
Жир, %, не более	10,0	4,9	9,7	9,5	7,9	14,0
Влага, %, не более	10,0	7,6	8,2	6,7	9,4	12,0
Зола, %, не более	16,0	26,3	15,0	15,5	11,6	н/н**
Свободные жирные кислоты, %, не более	7,5	8,3	10,1	10,0	9,1	н/н
Гистамин, %, не более	0,05	н/о***	н/о	н/о	н/о	н/н
Азот летучих оснований (АЛО), мг/100г, не более	100,0	н/о	н/о	н/о	н/о	н/н

Примечание: * [3].

** Не нормируется

*** Не определяли

Таблица 2. Содержание аминокислот в белке рыбной муки производства России и Перу, г/100 г белка / **Table 2.** The amino acid content in the protein of fish meal produced in Russia and Peru, g/100 g of protein

Аминокислота	Перу		Россия		
	Super Prime*	из минтая	из иваси	из скумбрии	из лосося
Треонин	4,12	4,29	4,26	4,48	4,26
Изолейцин	4,70	4,08	4,58	4,83	4,02
Лейцин	7,35	7,61	8,32	8,36	7,39
Валин	5,15	5,14	5,60	5,75	4,85
Лизин	7,35	7,44	8,43	8,26	7,34
Гистидин	2,35	2,03	2,97	3,21	2,38
Аргинин	5,59	6,67	6,18	6,20	6,40
Тирозин + Фенилаланин	$\frac{3,24+4,12}{7,36}$	$\frac{3,24+3,94}{7,18}$	$\frac{3,10+4,23}{7,33}$	$\frac{3,25+4,34}{7,59}$	$\frac{3,36+3,76}{7,12}$
Метионин + Цистин	$\frac{0,88+2,94}{3,82}$	$\frac{0,44+0,27}{0,71}$	$\frac{0,54+0,42}{0,96}$	$\frac{0,41+0,36}{0,77}$	$\frac{1,09+2,15}{3,24}$

Примечание: * [3].

Таблица 3. Показатели качества жира комбикормов / **Table 3.** Quality indicators of fat of compound feeds

Показатели	В1М	ЛСИ	ЛСКум	ЛСЛ	К	Норма, не более
Кислотное число, мг КОН/г жира	18,9	27,8	27,4	22,7	24,2	55 *
Перекисное число, % J2	0,06	0,02	0,08	0,09	0,07	0,1 **

Примечание: * – ГОСТ 2116-2000 [6]

** – Единые ветеринарные требования (ЕВТ) [27]



Рисунок 2. Выростные бассейны для содержания молоди кеты на «Рязановском ЭПРЗ»

Figure 2. Growing pools for keeping juvenile chum at the «Ryazanovsky EPRZ»

На стадии стартового кормления лососевых, белок используется не только на рост, но и на производство энергии, около 60% энергии личинки получают за счет катаболизма аминокислот. Белки, как наиболее доступные ингредиенты пищи, характеризуются содержанием заменимых (ЗАК) и незаменимых аминокислот (НАК). При определении аминокислотного состава и аминокислотного баланса исследуемых комбикормов в сравнении с икрой кеты, как исходному источнику питательных веществ организма молоди кеты, принятому в нашем случае за «идеальный белок», были получены следующие данные. Сумма НАК в кормах В1М, ЛСИ, ЛСКум, ЛСЛ и К составила 43,5-45,4 мг/100г белка, что ниже, чем этот показатель для икры кеты (50,1), а сумма ЗАК – 54,6-56,5 мг/100г белка, что выше этого показателя для икры (49,9). Определение аминокислотного баланса выявило, что для ЛСЛ лимитирующей аминокислотой является сумма метионин-цистеин (63,5 %), для В1М, ЛСИ, ЛСКум и К – изолейцин, соответственно 75,4; 77,39; 72,33 и 73,3%. Отмечается высокое содержание метионина в комбикормах ЛСКум и К в сравнении с икрой кеты. Кроме того, во всех вариантах комбикормов повышенное содержание глицина и глутаминовой аминокислот, что может привести к сокращению синтеза мышечной ткани [24].

Таким образом, определение аминокислотного состава и расчет аминокислотного соотношения показал, что все исследованные комбикорма по содержанию ЗАК и НАК близки к этим показателям для икры кеты, однако комбикорм В1М имеет более сбалансированный состав, чем другие варианты комбикормов. Качество кормов в немалой степени зависит не только от входящих в их состав белков, но и липидов, которые легко подвергаются гидролитическому расщеплению и окислению. Продукты окисления и гидролиза липидов отрицательно влияют на сохранность таких важных компонентов кормов как белки, аминокислоты, жирные кислоты [25; 26]. К показателям окисления липидов относится перекисное

число, которое характеризует количество перекисных соединений, образующихся в процессе окисления липидов. В исследованных комбикормах перекисное число находится в пределах нормы (таблица 3). Это свидетельствует о том, что корма имеют высокое качество и могут использоваться для кормления молоди кеты.

Качество кормов в немалой степени зависит не только от входящих в их состав белков, но и липидов, которые легко подвергаются гидролитическому расщеплению и окислению. Продукты окисления и гидролиза липидов отрицательно влияют на сохранность таких важных компонентов кормов как белки, аминокислоты, жирные кислоты [25; 26]. К показателям окисления липидов относится перекисное

и кислотное число (табл. 3). Учитывая, что технический регламент «О безопасности кормов и кормовых добавок» не утвержден, а основным компонентом в составе комбикормов является рыбная мука, оценка качества комбикормов по показателю кислотного числа приравнивалась к требованиям ГОСТ 2116 на муку – не более 55 мг КОН/г, содержание перекисного числа регламентируют единые ветеринарные требования (ЕВТ) – не более 0,1%J2 [27].

Как видно из данных таблицы 3, показатели перекисного и кислотного чисел во всех вариантах комбикормов ниже регламентируемой нормы. Наименьшее значение кислотного числа в комбикорме В1М с минтаевой мукой, по показателю перекисного числа исследуемые корма отличаются незначительно.

Известно, что жир в составе стартовых комбикормов является не только источником энергии, но он также должен содержать оптимальный уровень незаменимых полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), которые не синтезируются организмом рыб [23; 29; 30]. Данные по определению жирнокислотного состава липидов исследованных комбикормов и икры кеты представлены в таблице 4.

Установлено, что жирнокислотный состав липидов исследуемых комбикормов отличается высоким содержанием ПНЖК, близким к таковому у икры кеты. Количество ПНЖК исследованных образцов составляет порядка 40% от суммы жирных кислот, кроме комбикорма ЛСКум, где их менее 38%.

Минеральные вещества не обладают энергетической ценностью как белки и липиды, но без их присутствия невозможна жизнедеятельность организма. При определении минерального состава комбикормов были получены результаты (табл. 5), свидетельствующие о преобладании в исследованных комбикормах натрия, калия, магния, кальция и железа.

Элементы, присутствующие в стартовых комбикормах, играют основополагающую роль при образовании скелета, чешуи, кожи рыб, участвуют в регуляции осмотического давления, активизируют обмен веществ.

Следует отметить, что по гигиеническим требованиям безопасности все исследованные варианты комбикормов соответствуют «Единым ветеринарным (ветеринарно-санитарным) требованиям, предъявляемым к товарам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору)» (ЕВТ, глава 35) [27].

Результаты рыбоводно-биологических испытаний, полученные при проведении производственной проверки комбикормов, представлены в таблице 6 и на рисунках 3 и 4.

Согласно полученным данным, за период подрачивания на «Рязановском ЭПРЗ» Приморского края

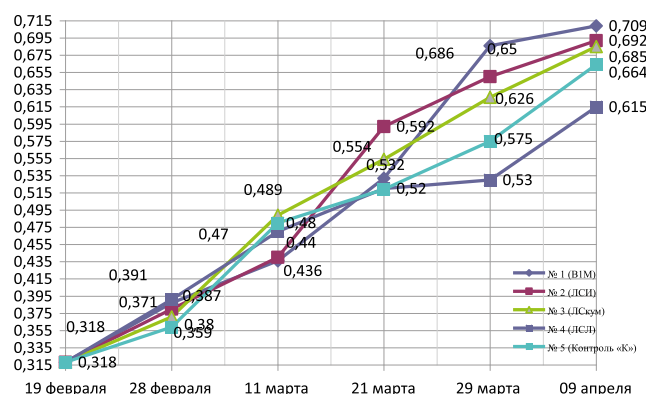


Рисунок 3. Изменение массы молоди кеты при кормлении на «Рязановском ЭПРЗ»

Figure 3. The change in the mass of juvenile chum during feeding at the «Ryazanovsky EPRZ»

Таблица 4. Жирнокислотный состав липидов комбикормов и икры кеты, % от суммы жирных кислот / **Table 4.** Fatty acid composition of feed lipids and chum salmon roe, % of total fatty acids

Показатели	В1М	ЛСИ	ЛСКум	ЛСЛ	К	Икра кеты
Насыщенные	23,18	29,79	28,63	21,78	22,47	21,55
Мононенасыщенные	34,61	28,20	31,98	34,51	34,42	36,57
ПНЖК, в том числе:	40,38	40,98	37,69	42,58	42,23	41,87
Сумма n-3	20,66	19,25	18,88	22,92	14,43	38,13
Сумма n-6	18,05	20,44	17,86	17,93	27,44	2,44
Другие	1,67	1,29	0,95	1,73	0,36	1,30

Таблица 5. Минеральный состав комбикормов, мг/кг / **Table 5.** The mineral composition of animal feed, mg/kg

Показатель	В1М	ЛСИ	ЛСКум	ЛСЛ	К
Na	3810,9	2657,6	2853,6	3918,3	5386,6
Ca	330,8	188,4	207,2	353,9	205,1
K	4024,9	3389,2	3396,6	4321,8	3762,9
Mg	868,2	603,4	785,0	972,8	1494,8
Mn	72,1	110,8	91,8	91,6	82,5
Fe	223,9	406,4	316,4	202,9	438,6
Zn	132,1	134,0	154,1	154,0	260,3
Cu	9,9	18,2	13,0	9,9	25,8

Таблица 6. Рыбоводно-биологические показатели при испытании комбикормов на «Рязановском ЭПРЗ» / **Table 6.** Fish-biological indicators when testing feed at the "Ryazanovsky EPRZ"

Показатели	В1М	ЛСИ	ЛСКум	ЛСЛ	«К»
Средняя начальная масса, г	0,318±0,07	0,318±0,07	0,318±0,07	0,318±0,07	0,318±0,07
Средняя конечная масса, г	0,709±0,27	0,692±0,17	0,685±0,26	0,615±0,26	0,664±0,21
Коэффициент массонакопления	0,0120	0,0116	0,0114	0,0096	0,0109
Абсолютный прирост, г	0,379	0,374	0,367	0,285	0,334
Среднесуточный прирост, %	1,54	1,49	1,47	1,25	1,41
Кормовой коэффициент, г корма/г прироста	1,111	1,167	1,189	1,375	1,192
Коэффициент использования белка (КИБ)	0,556	0,465	0,456	0,654	0,599
Динамика роста массы, г			0,32±0,07 0,25 – 0,40		
- начало кормления	0,71±0,27	0,69±0,17	0,69±0,26	0,61±0,26	0,66±0,21
- конец кормления	0,46 – 1,00	0,50-0,85	0,41-0,93	0,40 – 0,91	0,44 – 0,85

в 2019 г. вся молодь кеты, питавшаяся экспериментальными и контрольным комбикормом, имела положительную динамику массы тела (в среднем более 0,5 г, что соответствует нормам при выпуске молоди в естественную среду обитания в Приморском крае). Абсолютный прирост для В1М, ЛСИ и ЛСКум составил порядка 0,37 г, среднесуточный – 1,47-1,54%, КИБ от 0,315 до 0,377 ед., отход не превышал установленной нормы. Кормовой коэффициент (КК) для В1М составил около 1,11 ед., что ниже, чем в контроле на 6,8%. Для комбикормов ЛСИ и ЛСКум – КК составил около 1,17-1,19 ед., что является приемлемым результатом. В то же время стоит отметить, что при расчете КК не учитывался коэффициент поедаемости комбикорма, условная величина которого фиксировалась ежедневно в конце дня. По данным сотрудников завода, средняя поедаемость комбикормов составляла 67-69%, кроме комбикорма ЛСЛ – около 55%.

Расчет коэффициента использования белка (КИБ) показывает эффективность применения кормов и подтверждается данными рыбоводных показателей. Так, КИБ в экспериментальных комбикормах составляет 0,46-0,56, кроме ЛСЛ – 0,65, в контрольном – комбикорме около 0,60. Чем ниже КИБ, тем больше свободной энергии и пластического материала может быть задействовано для роста мышечной ткани.

По совокупности данных приоритетным комбикормом следует признать В1М, т.к. он имеет более высокие рыбоводные показатели (наибольший среднесуточный и абсолютный прирост, среднюю конечную массу, кормовой коэффициент на 6,8% ниже, чем в контроле).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Все исследованные образцы КРМ отечественного производства из сардины иваси, скумбрии, лососей, минтая соответствуют требованиям ГОСТ 2116, однако уступают требованиям КРМ для производства комбикормов аквакультуры зарубежных аналогов, в частности, муке перуанского производства из анчуса, что согласуется с данными ряда авторов [2; 22]. Анализ аминокислотного состава белков образцов

муки из исследованных рыб показывает, что исследованные варианты КРМ имеют достаточно близкие значения.

Установлено, что все изученные комбикорма по рецептам ТИПРО отличаются высоким содержанием ПНЖК; определение минерального состава комбикормов свидетельствует о преобладании в исследованных комбикормах натрия, калия, магния, кальция и железа, однако не показало существенных различий в их содержании; показатели безопасности во всех вариантах комбикормов соответствуют регламентируемым значениям. Химический анализ по балансовому соотношению незаменимых аминокислот выявил преимущество по этому показателю комбикорма В1М из минтая разработки ТИПРО.

Согласно полученным в 2019 г. данным, на «Рязановском ЭПРЗ» вся молодь осенней кеты, питавшаяся контрольным и экспериментальными комбикормами, имела положительную динамику массы тела, кормовой коэффициент составил от 1,11 до 1,37 ед.

Учитывая весь комплекс полученных данных, приоритетным из исследованных комбикормом следует признать В1М из минтая, т.к. он имеет сбалансированный состав и более высокие рыбоводные показатели.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Пономарёв С.В., Гамыгин Е.А., Канидьеv А.Н. Физиологические основы создания полноценных комбинированных кормов с учетом этапности развития организма лососевых и осетровых рыб // Вестник АГТУ. Сер. «Рыбное хозяйство». 2010. №1. С. 132-139.
1. Ponomarev S. V., Gamygin E. A., Kanidev A. N. physiological basis for creating full-fledged combined feeds taking into account the stages of development of the body of salmon and sturgeon fish // Bulletin of AGTU. Ser. «Fish industry». 2010. no. 1. pp. 132-139.
2. Артемов Р.В., Бурлаченко И.В., Бочкарев А.И., Баскакова Ю.А. О путях повышения качества кормовой рыбной муки для нужд аквакультуры в Российской Федерации // Труды ВНИРО. 2019. Т. 176. С. 152-159.
2. Artemov R. V., Burlachenko I. V., Bochkarev A. I., Baskakova Yu. a. On ways to improve the quality of feed fish meal for the needs of aquaculture in the Russian Federation // proceedings of VNIRO. 2019. Vol. 176. Pp. 152-159.

3. Производство рыбной муки из перуанского анчоуса / Фураж Он-Лайн. 12.03.2008. URL: <https://www.furazh.ru/dictoth?data=19432> (дата обращения: 12.09.2019).
3. production of fishmeal from Peruvian anchovy / Forage Online. 12.03.2008. URL: <https://www.furazh.ru/dictoth?data=19432> (accessed 12.09.2019).
4. Акулин В.Н., Никулин Ю.П., Покровский Б.И., Ярочкин А.П. Технологические проблемы развития производства кормовых продуктов из гидробионтов // Рыбное хозяйство, 2014. №1. С. 113-116.
4. Akulin V. N., Nikulin Yu. P., Pokrovsky B. I., Yarochkin A. P. technological problems of development of production of feed products from hydrobionts // Fisheries, 2014, no. 1, pp. 113-116.
5. Производство рыбной муки в России за 9 месяцев 2019 года составило 103,9 тыс.тонн URL: <https://fishretail.ru/news/proizvodstvo-ribnoy-muki-v-rossii-za-402060> (дата обращения 02.12.2019).
5. fishmeal production in Russia for 9 months of 2019 amounted to 103.9 thousand tons.: <https://fishretail.ru/news/proizvodstvo-ribnoy-muki-v-rossii-za-402060> (accessed 02.12.2019).
6. ГОСТ 2116-2000. Мука кормовая из рыбы, морских млекопитающих, ракообразных и беспозвоночных. Технические условия. Минск. ИПК Изд-во стандартов. 2001. 11 с.
6. GOST 2116-2000. Feed flour from fish, marine mammals, crustaceans and invertebrates. Technical conditions. Minsk. IPK Publishing house of standards. 2001. 11 p.
7. Баштовой А.Н., Ярочкин А.П., Валова В.Н., Тимчишина Г.Н., Павел К.Г., Якуш Е.В., Павловский А.М. Сравнительная оценка стартовых традиционных и ферментированных комбикормов для молоди тихоокеанских лососей // Известия ТИНРО. 2017. Т. 191. С. 223-234.
7. Bashtovoi A. N., Yarochkin A. P., Valova V. N., Timchishina G. N., Pavel K. G., Yakush E. V., Pavlovsky a.m. comparative evaluation of starter traditional and fermented compound Feeds for young Pacific salmon // TINRO news. 2017. Vol. 191. Pp. 223-234.
8. Винберг Г.Г. Интенсивность обмена и пищевые потребности рыб. Минск. Изд-во Белорусского ун-та. 1956. 226 с.
8. Vinberg G. G. intensity of exchange and food needs of fish. Minsk. Belarusian University publishing house, 1956, 226 p.
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая пром-сть. 1966. 372 с.
9. Pravdin I. F. Guide to the study of fish. M.: Food industry. 1966. 372 p.
10. Стандартная модель массонакопления рыб / В.Ф. Резников, С.А. Баранов, Е.А. Стариков, Г.И. Толчинский // Механизация и автоматизация рыбоводства и рыболовства во внутренних водоемах: сборник научных трудов. М.: ВНИИПРХ. 1978. Вып. 22. С. 182-196.
10. Standard model of fish mass accumulation / V. F. Reznikov, S. A. Baranov, E. A. Starikov, G. I. Tolchinsky // Mechanization and automation of fish farming and fishing in internal reservoirs: collection of scientific works. 1978. Issue 22, Pp. 182-196.
11. ГОСТ 7636-85. Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа. М.: Изд-во стандартов. 1985. 139 с.
11. GOST 7636-85. Fish, marine mammals, marine invertebrates and products of their processing. Methods of analysis. Moscow : publishing house of standards. 1985. 139 p.
12. ГОСТ 7631-2008. Рыба, нерыбные объекты и продукция их них. Методы определения органолептических и физических показателей. М.: Стандартинформ, 2001. 16 с.
12. GOST 7631-2008. Fish, non-fish objects and their products. Methods for determining organoleptic and physical parameters. Moscow: STANDARTINFORM, 2001. 16 p.
13. Bligh E.G., Dyer W.J. A rapid method of total lipid extraction // Canad. J. Biochem. Physiol. 1959. № 37. P. 911-917.
14. ГОСТ 5476-80. Масла растительные. Методы определения кислотного числа. Технические условия
14. GOST 5476-80. Vegetable oils. Methods for determining the acid number. Technical conditions
15. Carreau J.P., Dubacq J.P. Adaption of macro-scale method to the micro-scale for fatty acid methyl transesterification of biological lipid extracts // J. Chromatogr. 1978. Vol. 151. P. 384-390.
16. Laggai S., Simon Y., Ransweiler T., Kiemer A.K., Kessler S.M. Rapid chromatographic method to decipher distinct alterations in lipid classes in NAFLD/NASH // World J. Hepatol. 2013. Vol. 5, Issue 10. P. 558-567
17. Славин У. Атомно-адсорбционная спектрометрия. М.: Химия. 1971. 254 с.
17. Slavin U. Atomic adsorption spectrometry. M.: Chemistry. 1971. 254 p.
18. Остерман Л.А. Хроматография белков и нуклеиновых кислот. М.: Наука. 1985. 536 с.
18. Osterman L. A. Chromatography of proteins and nucleic acids. Moscow: Nauka. 1985. 536 p.
19. Урбах В.Ю. Математическая статистика для биологов и медиков. М.: АН СССР. 1963. 323 с.
19. Urbach V. Yu. Mathematical statistics for biologists and physicians. Moscow: an SSSR. 1963. 323 p.
20. Урбах В.Ю. Статистический анализ в биологических и медицинских исследованиях. М.: Медицина. 1975. 296 с.
20. Urbach V. Yu. Statistical analysis in biological and medical research. M.: Medicine. 1975. 296 p.
21. Кенуй М.Г. Быстрые статистические вычисления. М.: Статистика. 1979. 70 с.
21. Kenui M. G. Fast statistical calculations. M: Statistics. 1979. 70 p.
22. Бурлаченко И.В., Артемов Р.В. Развитие научного обеспечения производства комбикормов для рыб в современных условиях // Рыбоводство. 2017. № 1-4. С. 32-34.
22. Burlachenko I. V., Artemov R. V. development of scientific support for fish Feed production in modern conditions // Pisciculture. 2017. no. 1-4. Pp. 32-34.
23. Остроумова И.Н. Биологические основы кормления рыб. Изд-е 2-е, испр. и доп. СПб.: ГосНИОРХ. 2012. 564 с.
23. Ostroumova I. N. Biological bases of fish feeding. 2nd ed., ISPR. and additional St. Petersburg: SRIoLRE. 2012. 564 p.
24. Yoshida S., Yunoki T., Aoyagi K., Ohta J., Ishibashi N., Noake T., Kakegawa T. Effect of glutamine supplement and hepatectomy on DNA and protein synthesis in the remnant liver // J. Surg. Res. 1995. V.59. №4. P. 475-481.
25. Бузлама В.С., Рецкий М.И., Мещеряков Н.П., Рогачева Т.Е. Методическое пособие по изучению процессов перекисного окисления липидов и системы антиоксидантной защиты организма у животных. Воронеж. 1997. С. 27-29.
25. Buzlama V.C., Retsky M. I., Meshcheryakov N. P., Rogacheva T. E. Methodological guide for studying the processes of lipid peroxidation and the system of antioxidant protection of the body in animals. Voronezh, 1997, Pp. 27-29.
26. Естественный ингибирующий фактор и его связь с иммунологической резистентностью, процессами ПОЛ и АОЗ / Ильина Н.А., Масьянов Ю.Н., Пасько Н.В. // Материалы междуна. научно-практической конференции. Воронеж. 2004. С.52-55.
26. Natural inhibitory factor and its relation to immunological resistance, processes of POL and AOZ / ilina N. A., Masyanov Yu. N., Pasko N. V. // materials of the international journal of medicine. scientific and practical conferences. Voronezh. 2004. P. 52-55.
27. Единые ветеринарно-санитарные требования (Единые ветеринарные требования), предъявляемые к товарам, подлежащим ветеринарному контролю (надзору), с изменениями от 02 марта 2011 г. Утверждены Решением комиссии Таможенного союза от 18 июня 2010 г. № 317 (с изменениями от 24.12.14 № 244).
27. Unified veterinary and sanitary requirements (Unified veterinary requirements) for goods subject to veterinary control (supervision), as amended on March 02, 2011. Approved by the decision of the Customs Union Commission No. 317 of June 18, 2010 (as amended on 24.12.14 No. 244).
28. Пономарев С.В., Пономарева Е.Н. Технологические основы разведения и кормления лососевых рыб в промышленных условиях. Астрахань: Изд-во АГТУ. 2003. 188 с.
28. Ponomarev S. V., Ponomareva E. N. Technological bases of salmon breeding and feeding in industrial conditions. Astrakhan: AGTU publishing house, 2003, 188 p.
29. Пономарев С.В., Грозеску Ю.Н., Бахарева А.А. Корма и кормление рыб в аквакультуре. М.: Моркнига. 2013. 417 с.
29. Ponomarev S. V., Grozescu Yu. N., Bakhareva A. A. Feed and feeding of fish in aquaculture. M.: Morkniga. 2013. 417 p.