

ПОТРЕБИТЕЛЬНАЯ ЦЕННОСТЬ КОМБИКОРМА ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ В СОСТАВЕ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ ПРЕСНОВОДНОЙ РЫБЫ

Ж. В. Кошак¹, Л. В. Рукшан², А. Э. Кошак¹, А. Н. Русина¹

¹*РУП «Институт рыбного хозяйства», Минск, Республика Беларусь.*

²*Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь*

АННОТАЦИЯ

Введение. Комбикорма для осетровых рыб являются дорогостоящими из-за внесения в их состав до 50 % импортной рыбной муки. В целях импортозамещения и повышения качества комбикормов перспективным их компонентом может стать гидролизат из отходов переработки пресноводной рыбы. Научная задача – обоснование потребительной ценности комбикорма для осетровых рыб с использованием в составе гидролизата из отходов переработки пресноводной рыбы, выращиваемой прудовым способом.

Материалы и методы. Рыбный гидролизат; комбикорм с 5–25 %-м его содержанием в составе. Оценивали влияние комбикорма на обмен веществ и физиологическое состояние рыб в 23-дневном эксперименте. Комбикорм для контроля – по ТУ BY100035627.016-2015.

Результаты. Рыбный гидролизат содержит 61,1 % сырого протеина, соответствующего по составу аминокислот потребности. Белок в составе опытного комбикорма усваивается на 18,1 % эффективнее; показатель накопления веществ и энергии в теле рыбы на 54,3 % больше по сравнению с контролем. При этом содержание основных пищевых веществ в теле рыбы больше на 32,8 %.

Заключение. Замена в комбикорме 10 % рыбной муки рыбным гидролизатом из отходов переработки пресноводной рыбы, выращиваемой прудовым способом, повышает его потребительскую ценность и все показатели эффективности кормления осетровых рыб.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *рыбный гидролизат; комбикорм; осетр; ростовые показатели; качество; усвояемость.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Кошак, Ж. В. Потребительная ценность комбикорма для осетровых с использованием в составе отходов переработки пресноводной рыбы / Ж. В. Кошак, Л. В. Рукшан, А. Э. Кошак [и др.] // Вестник МГУП. – 2019. – № 2(27). – С. 79–88.

THE USE VALUE OF COMPOUND FEED FOR STURGEON WITH THE USE OF WASTE PROCESSING OF FRESHWATER FISH

J. V. Koshak¹, L. V. Rukshan², A. E. Koshak¹, A. N. Rusina¹

¹*Fish Industry Institute, Minsk, Republic of Belarus,*

²*Mogilev State University of Food Technologies, Republic of Belarus*

ABSTRACT

Introduction. Compound feeds for sturgeon are expensive due to the introduction of up to 50 % of imported fish meal into their composition. In order to solve the problem of import substitution and improve the quality of feed, hydrolysate from freshwater fish processing wastes can be used as a promising component. The scientific task is to substantiate the use value of feed for sturgeon with the use of hydrolysate from waste processing of freshwater fish raised by pond fish-farming method.

Materials and methods. Fish hydrolysate; compound feed with 5...25 percent of its content in the composition. The effect of compound feed on the metabolism and physiological state of fish was evaluated in a 23-day experiment. Compound feed according to TS BY100035627.016-2015 was used for control.

Results. Fish hydrolysate contains 61,1 % crude protein, which corresponds to the composition of amino acids required. Protein in the composition of the experimental compound feed is absorbed by 18,1 % more efficiently; the indicator of accumulation of substances and energy in the body of fish is by 54,3 % higher than that of the control sample. At the same time, the content of basic nutrients in the body of fish is 32,8 % higher.

Conclusions. Replacement of 10 % of fish meal in compound feed with fish hydrolysate from wastes of processing of freshwater fish raised by pond fish-farming method increases its consumer value and all indicators of efficiency of feeding sturgeon.

KEY WORDS: *fish hydrolysate; compound feed; sturgeon; growth indicators; quality; digestibility.*

FOR CITATION: Koshak Z. V., Rukshan L. V., Koshak A. E., Rusina A. N. The use value of compound feed for sturgeon with the use of waste processing of freshwater fish. *Bulletin of Mogilev State University of Food Technologies.* – 2019. – No. 2(27). – P. 79–88. (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Государственной программой развития аграрного бизнеса Республики Беларусь 2016–2020 гг. предусмотрено совершенствование рыбохозяйственной деятельности нашей страны за счет увеличения объемов производства товарной рыбы и ценных ее пород, а для этого требуется уделять большое внимание составу комбикормов [1–4].

Основной компонент комбикормов для осетровых рыб – рыбная мука зарубежного происхождения (Россия, Германия, Польша, Перу, Марокко), количество которой в рецептурах составляет 35–50 %.

Основная проблема рыбных комбикормов – это недостаток перевариваемого протеина и его качество [5–16]. Традиционно в мире в качестве основного источника протеина в рыбных комбикормах используется рыбная мука, но объемы ее производства постоянно сокращаются и повышается стоимость.

Для получения рыбной муки с высокими показателями питательности необходимо использовать качественное сырье и точно соблюдать технологию ее приготовления. Это требует больших затрат, поэтому рыбная мука на сегодняшний день является наиболее дорогим сырьем на рынке кормов.

Авторами [9, 12, 15, 16] проведена проверка качества рыбной кормовой муки российских производителей. Выявлено, что, например, в России многие производители изготавливают рыбную муку низкого качества, что связано с применением устаревшего оборудования для переработки рыбы, которое установлено на прибрежных предприятиях или на самих кораблях. Низкое качество российской рыбной муки обусловлено также требованиями стандартов. Так, российский стандарт требует, чтобы содержание сырого протеина в рыбной муке было не ниже 50 %; а во многих других странах порог составляет 65 % и даже выше. В связи с этим ряд производителей рыбной муки повышают уровень протеина за счет ввода неорганических азотсодержащих соединений (карбамида, аммонийных солей и т.д.). Подобного рода замена недопустима в рационах животных и рыб, так как может вызвать симптомы аммиачного отравления [10–12, 15, 16].

Необходимость частичной замены рыбной муки в комбикормах стимулирует поиск и испытания альтернативных источников протеина, которые ведутся в исследовательских лабораториях многих стран.

В настоящее время на современном рынке помимо рыбной муки появился ряд товаров на ее основе. В большинстве случаев – это смеси животных и/или растительных компонентов с рыбной мукой. Встречаются также их смеси с синтетическими аминокислотами, витаминами и микроэлементами. Состав таких смесей искусственно приближен к натуральной рыбной муке и проходит под названием «аналог рыбной муки» [9, 11, 15]. Реже встречаются, так называемые, «протеиновые (белковые) концентраты на основе рыбной муки» и «комбинированные продукты на основе рыбной муки», в состав которых входит около 50 % рыбной муки и смесь растительных и животных белков.

Поэтому появились аналоги рыбной муки, протеиновые (белковые) концентраты на основе рыбной муки и комбинированные продукты на основе рыбной муки.

Сравнительный анализ способов получения рыбных гидролизатов показал, что их получают различными методами (щелочной, щелочно-солевой, ферментативный гидролиз) [17–27]. При этом замечено, что получение рыбных гидролизатов осуществляется из разного сырья (каспийская анчоусовидная килька, маломерное и малоценное сырье Волго-Каспийского бассейна, отходы переработки дальневосточной рыбы и т.д.). Применение рыбных гидролизатов также различно. Так, авторы [21, 22] получают полнорационные корма для кур-несушек, авторы [23] – в рационах свиней, авторы [24] – для кормления норок, авторы [25–27] – в составе комбикормов для осетровых рыб. Данные о гидролизатах из пресноводной рыбы отсутствуют.

Отсутствие качественного протеина в кормах для рыбы замедляет ее рост и существенно снижает рыбопродуктивность. Особенно остро стоит этот вопрос для осетровых рыб, составляющих около 90 % всех ценных видов, выращиваемых в Республике Беларусь. Поэтому сотрудниками РУП «Институт рыбного хозяйства» разработан способ утилизации отходов из пресноводной рыбы. Выявлено, что аминокислотный состав гидролизата на 90 % соответствует содержанию аминокислот в рыбной муке [28–30].

Таким образом, анализ литературных данных показал, что производство рыбных гидролизатов является перспективным направлением, так как решает проблемы комплексной переработки малоценной рыбы и ее отходов, способствует снижению дефицита кормового белка на рынке кормопроизводства, способствует утилизации отходов. В то же время анализ промышленных рецептов комбикормов для рыб, вырабатываемых в Республике Беларусь, показал, что до сих пор рыбный гидролизат в составе комбикормов не используется.

В связи с вышеизложенным, целью работы является изучение эффективности использования рыбного гидролизата из отходов пресноводной рыбы. Предполагается, что использование рыбного гидролизата в комбикормах для осетра даст положительные результаты роста рыбы.

Научная задача исследования – обоснование потребительной ценности комбикорма для осетровых рыб с использованием в составе гидролизата из отходов переработки пресноводной рыбы, выращиваемой прудовым способом. В ходе исследований планируется оценить химический и аминокислотный состав рыбного гидролизата; составить рецепты и оценить качество комбикормов для осетра; определить ростовые показатели и кормовые затраты при кормлении осетра комбикормами с использованием рыбного гидролизата.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В опытных комбикормах заменяли 5, 10; 15; 20 и 25 % рыбной муки рыбным гидролизатом из отходов переработки пресноводной рыбы, выращиваемой прудовым способом в рыбоводческих хозяйствах Республики Беларусь. В качестве контрольного взят комбикорм, в состав которого входили такие компоненты, как пшеница, жмых рапсовый, шрот соевый, дрожжи кормовые, рыбная и гемоглобиновая мука, крахмал, альбумин, масло подсолнечное и премикс (ТУ ВУ100035627.016-2015).

Эксперимент по кормлению рыб проводили в лаборатории кормов РУП «Институт рыбного хозяйства». В шесть аквариумов объемом по 60 л помещали по 10 рыб (осетр). Температура воды в аквариумах была 20–22 °С. Рыбу кормили в течение 23 дней контрольным и опытными комбикормами. Комбикорм рыбе давали 2 раза в сутки в количестве 1,5–3,0 % от массы. Учет комбикорма проводили ежедневно. Потерь рыбы и комбикорма во время эксперимента не наблюдалось.

В контрольном и опытных комбикормах определялись влажность, содержание сырого протеина, жира и клетчатки. Показатели качества рыбного гидролизата, комбикормов и рыбы определялись стандартными методами и методиками.

Для оценки эффективности использования рыбного гидролизата при кормлении осетра комбикормами рассчитывали соответствующие коэффициенты [7], определяли эффективность использования веществ и энергии корма рыбами, оценивали влияние корма на обмен веществ и физиологическое состояние рыб.

Коэффициент эффективности использования корма в организме рыб \mathcal{E}_H , %, рассчитывали по формуле

$$\mathcal{E}_H = \frac{M_t P_t - M_0 P_0}{(M_t - M_0) \cdot Z_H}, \quad (1)$$

где M_0 , M_t и P_0 , P_t – средняя масса рыб и содержание питательного вещества или энергии в их теле в начале и конце экспериментов, %;

Z_H – затраты съеденного корма, отдельных питательных веществ или энергии на единицу прироста массы рыб, г.

Коэффициент эффективности белка $K_{\text{сб}}$ определяли по формуле

$$K_{\text{сб}} = \frac{M_t - M_0}{E_{\text{сб}}}, \quad (2)$$

где M_0 , M_t – средняя масса рыб в начале и конце экспериментов, %;

$E_{\text{сб}}$ – количество внесённого или съеденного рыбами белка, %.

Накопление веществ и энергии в теле рыб H , г или кДж на 100 г, рассчитывали по формуле

$$H = \frac{M_t P_t - M_0 P_0}{M_0}, \quad (3)$$

где M_0 , M_t и P_0 , P_t – средняя масса рыб и содержание питательного вещества или энергии в их теле в начале и конце экспериментов, %.

Концентрацию органических и минеральных веществ в единице прироста рыб P_k , г на 1 кг прироста рыб, рассчитывали по формуле

$$P_k = \frac{M_t P_t - M_0 P_0}{(M_t - M_0) \cdot 10}, \quad (4)$$

где M_0 , M_t и P_0 , P_t – средняя масса рыб и содержание питательного вещества или энергии в их теле в начале и конце экспериментов, %.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

На первом этапе исследований в лаборатории кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» из отходов переработки пресноводной рыбы, вырабатываемых в рыбохозяйствах Республики Беларусь, получали жидкий, а затем сухой рыбный гидролизат. Технологический процесс производства рыбного гидролизата включал следующие операции: очистка и механическое измельчение отходов переработки пресноводной рыбы, экстракция из них целевых и антипитательных веществ, солюбилизация белка, очистка белкового раствора, концентрирование или осаждение белка, регулирование его функциональных свойств, сушка (или замораживание) и т.д.

Полученный сухой гидролизат представлял собой однородный мелкодисперсный порошок от светло-бежевого до темно-коричневого цвета, хорошо растворимый в воде. Замечено, что цвет гидролизата зависел от вида отходов и рыбы, из которой он получался. Так, при получении гидролизата из внутренностей толстолобика или белого амура цвет сухого рыбного гидролизата был зеленоватый, так как эта рыба в большинстве своем питается зоопланктоном и водной растительностью. Светло-бежевый цвет был свойственен гидролизату, получа-

емому из отходов переработки карпа, темно-бежевый – из другой прудовой рыбы.

На последующем этапе исследований определили химический состав рыбного гидролизата. Отмечено, что при влажности 3,6 % рыбный гидролизат содержал 61,1 % протеина. Это сравнимо с содержанием сырого протеина в рыбной муке некоторых российских и марокканских производителей (40–65 %) [15, 26].

Отмечено, что сырой жир в рыбном гидролизате отсутствовал, в то время как в промышленной рыбной муке его содержание доходит до 15 % [12, 15, 16], а в полученных авторами [13, 26] гидролизатах – 10–15 %. Это обстоятельство позволит предположить, что гидролизат можно дольше хранить (более 3 месяцев).

Клетчатки в рыбном гидролизате не обнаружено. Отсутствие клетчатки в рыбном гидролизате делает его наиболее пригодным в качестве одного из компонентов комбикормов для ценных видов пресноводных рыб.

Учитывая химический состав и структуру сухого рыбного гидролизата из отходов переработки пресноводной рыбы, разработан оптимальный способ его производства и подана заявка на изобретение [28].

Организм рыб использует для питания не сам белок, а его структурные элементы – аминокислоты, поэтому полноценность пищевых белков во многом зависит от их химического состава, то есть набора и количественного соотношения аминокислот, а также их доступности для организма в процессах переваривания [8]. Несмотря на то, что данные по потребности рыб в аминокислотах неоднозначны, а для осетровых рыб они практически отсутствуют, можно выделить некоторые их диапазоны. Так, потребность лососевых рыб в аминокислотах должна быть следующая: лизин – 4,1–4,3 г/100 г корма; метионин – 0,97–1,02; триптофан – 0,39–0,41; треонин – 1,56–1,64; аргинин – 4,87–5,1,2; валин – 2,9–3,07; лейцин – 2,92–3,07; изолейцин 1,95–2,05; фенилаланин – 3,9–4,1; гистидин – 1,25–1,31 г/100 г корма. В корме для карпа ими предлагается увеличение аминокислот: лизин – 2,2–2,4 г/100 г корма; метионин – 0,6–0,8; триптофан – 0,2–0,3; треонин – 1,46–1,5; аргинин – 0,9–1,0; валин – 1,37–1,4; лейцин – 1,28–1,3; изолейцин 0,9–1,0; фенилаланин – 1,4–1,5; гистидин – 0,76–0,8 г/100 г корма [12, 26].

Учитывая изложенное выше, на последующем этапе исследований проводили оценку питательности белков рыбного гидролизата по лимитирующим аминокислотам. Определено, что рыбный гидролизат из отходов пресноводной рыбы содержал аминокислоты в следующем количестве: лизин – 11,5 %; треонин – 4,9; метионин – 1,1; валин – 6,2; лейцин – 9,1; фенилаланин – 3,9; изолейцин – 4,3; цистеин – 0,8; аланин – 7,3; аргинин – 6,2; глицин – 6,6; серин – 4,2; пролин – 5,3; гистидин – 1,1; тирозин – 1,8; глютаминовая кислота – 16; аспаргиновая кислота – 9,7 %. Это свидетельствует о полноценности белка рыбного гидролизата из отходов пресноводной рыбы по аминокислотному составу. В то время, как гидролизат, полученный авторами [13, 14, 21, 22], имеет ряд лимитирующих аминокислот (триптофан, метионин, цистин, валин).

Биологическая ценность любого кормового продукта определяется соотношением аминокислот. Поэтому для определения степени аминокислотной полноценности белка рыбного гидролизата определяли его аминокислотный скор.

Содержание незаменимых аминокислот и аминокислотный скор рыбного гидролизата представлены в табл. 1.

Принято за оптимальное принимать такое количество и соотношение аминокислот, которые удовлетворяют потребности организма и обеспечивают оптимальный рост рыб при минимальном уровне потребляемого белка. Так, из данных, приведенных в табл. 1, видно, что аминокислотный скор рыбного гидролизата по сравнению с рыбной мукой дефицитен по суммарному содержанию метионина и цистеина, фенилаланина и тирозина, а также по изолейцину. В то же время аминокислотный скор по потребностям осетровых рыб имеет значения больше 100 %, т.е. не содержит лимитирующих аминокислот.

Сравнительный анализ содержания аминокислот в рыбном гидролизате с потребностью в них рыбы показал, что он содержит на 62,6 % больше лизина, метионина – на 7,2 %.

Табл. 1. Содержание незаменимых аминокислот и аминокислотный скор рыбного гидролизата

Table. 1. Essential amino acid content and amino acid score of fish hydrolysate

Аминокислота	Содержание аминокислоты, мг/г		Аминокислотный скор	
	рыбный гид-ролизат	идсальный блок (рыбная мука)	рыбная мука	по потребности осетровых рыб
Лизин	110,95	69	160	792
Треонин	47,58	42	112	280
Метионин + цистсин	18,77	33	57	82
Валин	59,84	49	121	399
Фенилаланин + тирозин	37,59	63	60	107
Лейцин	87,77	41	215	313
Изолейцин	41,53	46	90	297

Содержание всех остальных аминокислот в рыбном гидролизате также превышает известные потребности рыб в них. Так, рыбный гидролизат превосходит рыбную муку по содержанию лизина в 2 раза, по содержанию лейцина – в 1,6 раза. Суммарное содержание фенилаланина и тирозина в рыбном гидролизате выше, чем в рыбной муке на 25 %.

Таким образом, исследуемый рыбный гидролизат из отходов пресноводной рыбы может использоваться в составе полнорационных комбикормов для осетра.

На следующем этапе исследований разработаны рецептуры комбикорма для осетровых рыб с использованием в ее составе рыбного гидролизата в количестве 5 %, 10, 15, 20; 25 % и определено их качество. Анализ результатов исследований показал, что оптимальным по качеству является опытный комбикорм с заменой 10 % рыбной муки рыбным гидролизатом.

Пределы вариации влажности, содержания сырого протеина, жира и клетчатки в контрольном комбикорме были соответственно равны $5,00 \pm 0,32$ %; $52,73 \pm 0,33$; $13,56 \pm 0,15$ и $2,62 \pm 0,01$ %. Пределы вариации этих показателей в опытном комбикорме были соответственно равны $5,63 \pm 0,52$ %; $46,55 \pm 0,45$; $9,11 \pm 0,02$ и $2,61 \pm 0,01$ %. Выявлено, что при замене рыбной муки рыбным гидролизатом разница по содержанию протеина в контрольном и опытном комбикорме составляет 6,5 %, это объясняется более высоким содержанием сырого протеина в рыбной муке (выше на 7 %), чем в гидролизате. Содержание сырого жира в опытном комбикорме было на 4,45 % меньше по сравнению с контрольным образцом из-за отсутствия жира в составе гидролизата.

Для установления эффективности кормления осетра использовали контрольный комбикорм и опытные комбикорма с использованием рыбного гидролизата. Замечено, что все комбикорма рыба поедала охотно. Однако ростовые показатели и удельная скорость роста при кормлении осетра были различными. Кормовые затраты существенных различий не имели. Так, затраты контрольного и опытного комбикорма соответственно равны 1,16 и 1,22 г корма на 1 г прироста массы рыбы.

В качестве примера в табл. 2 представлены ростовые показатели, удельная скорость роста и кормовые затраты при кормлении осетра контрольным и опытным, оптимальным по составу (10 % рыбного гидролизата), комбикормами.

Анализ данных табл. 2 показал, что несмотря на меньшее содержание сырого протеина в опытном комбикорме (на 11,7 %) и сырого жира (на 32,8 %), среднесуточный прирост и кормовые затраты практически одинаковые, что свидетельствует о хорошей усвояемости опытного комбикорма. Среднесуточный прирост осетра равен 6,6 %, а выживаемость осетра – 100 %. В то время как при таком же количестве рыбного гидролизата в составе комбикорма при среднесуточном приросте осетра 8,74 % при его кормлении авторами [13, 14, 26, 28], выживаемость рыбы была равна соответственно 78 и 41 %. Это свидетельствует об оптимальном соотношении аминокислот в предложенных нами рыбном гидролизате и опытном комбикорме.

Отмечено, что дальнейшее увеличение количества гидролизата в составе комбикорма не привело к существенным изменениям темпа роста рыбы.

Табл. 2. Ростовые показатели, удельная скорость роста и кормовые затраты при кормлении осетра оптимальным опытным и контрольным комбикормами

Table. 2. Growth indicators, specific growth rate and feed costs when feeding sturgeon with optimal experimental and control compound feed

Показатели	Единицы измерения	Значения	
		контрольный комбикорм	опытный комбикорм
Среднештучная масса			
- начало опыта	г	41,33±8,17	73,67±4,33
- конец опыта	г	65,33±17,95	99,33±7,42
Прирост осетра			
- среднештучный	г	24,00±10,97	25,67±3,84
- к первоначальной массе	%	53,60±18,31	34,70±4,05
Прирост массы	г	72	76
Удельная скорость роста	%/сутки	1,44	0,93
Общие затраты корма	г	83,6	92,4
Кормовой коэффициент	ед.	1,2	1,2

Потери сухих веществ корма во всех случаях кормления осетра не наблюдалось. В то время как авторами [13, 14, 26, 27] обнаружена потеря сухих веществ корма (4–5 % за 20 мин нахождения комбикорма в воде), приводящая к значительному уменьшению роста рыб.

Таким образом, выявлено, что лучшие результаты выращивания осетра были получены при замене 10 % рыбной муки в составе комбикорма рыбным гидролизатом из отходов пресноводной рыбы.

На последующем этапе определена эффективность применения оптимального опытного комбикорма при кормлении рыб посредством расчета коэффициентов, количества использованных веществ и энергии корма рыбами, оценено влияние корма на обмен веществ и физиологическое состояние рыб.

Пределы вариации биохимических показателей мышц осетра, эффективность использования им веществ и энергии корма представлены в табл. 3.

Табл. 3. Пределы вариации биохимических показателей мышц осетра, эффективность использования им веществ и энергии корма

Table. 3. Limits of biochemical parameters variation of sturgeon muscles, efficiency of its use of substances and compound feed energy

Показатели	Единицы измерения	Значения	
		контрольный комбикорм	опытный комбикорм
Массовая доля влаги,	%	80,29±0,445	73,04±0,092
Массовая доля сухого вещества	%	19,71±0,445	26,96±0,092
Массовая доля сырого протеина	%	13,03±0,368	21,32±0,474
Массовая доля сырого жира	%	5,30±0,021	3,17±0,219
Массовая доля золы	%	1,39±0,099	2,49±0,162
E_H	%	14,38	41,97
$K_{об}$	–	0,46	0,55
H	г	9,69	17,84
P_k	г	166,81	512,07

Замечены некоторые изменения, произошедшие в теле осетра при кормлении комбикормом с вводом в его состав рыбного гидролизата. Как видно из данных, приведенных в табл. 3, содержание влаги в теле осетра, которому скармливался комбикорм с вводом в его состав рыбного гидролизата в количестве 10 % уменьшилось на 7,25 %, а сухого вещества и сырого протеина (на 8,29 %) – увеличилось.

Несмотря на то, что произошло некоторое отложение зольных элементов в мышцах осетра при использовании опытного комбикорма с заменой рыбной муки на 10 % рыбного гидроли-

зата (на 1,1 % выше, чем при использовании контрольного комбикорма), потребительские свойства рыбы улучшились [24]. Из данных, представленных в табл. 3, видно, что белок, содержащийся в опытном комбикорме с вводом в его состав 10 % рыбного гидролизата, лучше усвоился рыбой ($K_{\text{ус}} = 0,55$) по сравнению с кормлением контрольным комбикормом ($K_{\text{ус}} = 0,45$).

Отмечено также, что кормление рыб опытным комбикормом оказало существенное влияние на обмен веществ и физиологическое состояние рыбы. Об этом свидетельствует показатель накопления веществ и энергии в теле рыб ($H = 0,55$), питающихся опытным комбикормом, который на 54,3 % больше, чем при кормлении рыб контрольным комбикормом. Содержание питательных веществ в теле рыб, питающихся опытным комбикормом, по сравнению с контрольным вариантом было также больше (на 32,6 %).

Таким образом, выявлена возможность замены 10 % зарубежной рыбной муки в составе комбикормов для осетра рыбным гидролизатом из местного сырья – отходов пресноводной рыбы.

По результатам исследований разработаны технические условия «Гидролизат из отходов переработки пресноводной рыбы» (ТУ ВУ 100035627.023-2019) и утверждена оптимальная рецептура комбикорма для осетра.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получен новый кормовой компонент комбикормов – рыбный гидролизат из отходов переработки пресноводной рыбы. Установлено, что по сравнению с промышленной рыбной мукой в рыбном гидролизате содержание лизина выше в 2 раза, лейцина – в 1,6 раза, суммарное содержание фенилаланина и тирозина больше на 25 %, что соответствует потребности осетровых рыб в аминокислотах.

Установлено, что замена рыбной муки в составе комбикорма для осетра на рыбный гидролизат в количестве 10 % является хорошей альтернативой животному протеину, о чем свидетельствуют показатели усвояемости, накопления питательных веществ в теле рыбы, коэффициенты эффективности использования комбикорма и белка: показатель накопления веществ и энергии в теле рыбы на 54,3 % больше по сравнению с контролем, основных пищевых веществ в теле рыбы больше на 32,8 %.

В результате исследований получены новые данные о химическом и аминокислотном составе рыбного гидролизата из отходов пресноводной рыбы. Практическая значимость исследований заключается в возможности замены импортной рыбной муки в комбикормах для осетра на рыбный гидролизат из местного сырья, социальная значимость – население республики получит более дешевую рыбу.

По результатам исследований разработаны и утверждены технические условия «Гидролизат из отходов переработки пресноводной рыбы» (ТУ ВУ 100035627.023-2019) и оптимальная рецептура комбикорма.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Агесц, В. Ю. Проблемы и перспективы производства биологически полноценных комбикормов для рыб в Республике Беларусь / В. Ю. Агесц, Ж. В. Кошак, А. Э. Кошак // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2017. – № 2. – С. 91–99.
- 2 Барулин, Н. В. Стратегия развития осетроводства в Республике Беларусь / Н. В. Барулин // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2017. – № 2. – С. 82–90.
- 3 Гамыгин, Е. А. Проблемы разработки и качества комбикормов для рыб / Е. А. Гамыгин, А. Н. Канидьев, В. И. Турецкий // Труды ВНИИПРХ. Вопросы разработки и качества комбикормов. – 1989. – Вып. 57. – С. 3–8.
- 4 Васильева, О. Б. Влияние комбикормов различного состава на ростовые процессы радужной форели *Parasalmo Mykiss* / О. Б. Васильева, М. А. Назарова, Р. О. Рипатти [и др.] // Труды Карельского научного центра РАН. – 2015. – № 11. – С. 99–108.
- 5 Кошак, Ж. В. Протеин как основа комбикормов для рыб. / Ж. В. Кошак, Л. В. Рукшан, А. Н. Русина [и др.] // Вестник МГУП. – № 2(23). – 2017. – С. 94–99.
- 6 Кошак, Ж. Комбикорма для радужной форели с различными видами протеина / Ж. Кошак, А. Кошак, Д. Долгая [и др.] // Комбикорма. – № 8. – 2019. – С. 64–68.
- 7 Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М: Изда-

- тельство ВНИПРО, 2006. – 360 с.
- 8 Wilson, R. P. Amino Acid and protein // In: Halver J.E. ed., Fish nutrition., 2nd ed. Academic Press, San Diego (USA), 1989. – P. 111–151.
- 9 Абросимова, Н. А. Кормовое сырье для объектов аквакультуры / Н. А. Абросимова, С. С. Абросимов, Е. М. Саенко. – Ростов-на-Дону: Эверест, 2005. – 144 с.
- 10 Остроумова, И. Н. Потребность рыб в белке и ее особенности у личинок в связи с этапами развития пищеварительной системы // Сборник научных трудов ГосНИОРХ «Вопросы физиологии и кормления рыб». Вып. 194. Л.: Промрыбвод, 1983. – С. 3–19.
- 11 Остроумова, И. Н. Теоретические основы использования высокобелковых и высокопротеиновых продуктов микробиосинтеза для замены рыбной муки в кормах для рыб / И. Н. Остроумова, Т. И. Абросимова // Сб. науч. трудов ГосНИОРХ. Актуальные проблемы кормления рыб индустриального рыбоводства. – 1981. – Вып. 176. – С. 3–28.
- 12 Остроумова, И. Н. Проблема качества рыбной муки и других компонентов в кормах рыб / И. Н. Остроумова, А. К. Шумилина, А. В. Козымина // Материалы междунар. науч. конф. Актуальные проблемы аквакультуры в современный период, г. Санкт-Петербург. – СПб., 2012. – С. 127–129.
- 13 Сергазиева, О. Д. Повышение эффективности выращивания молоди осетровых рыб на стартовых комбикормах с гидролизатом повышенной биологической ценности / Авт. ... канд. сельскохозяйств. наук: 06.02.08 / О. Д. Сергазиева. – Волгоград, 2015. – 24 с.
- 14 Сергазиева, О. Д. Повышение эффективности выращивания молоди осетровых рыб на стартовых комбикормах с гидролизатом повышенной биологической ценности / О. Д. Сергазиева // Вестник АГТУ, Сер. Рыбное хозяйство, 2011. – №1. – С. 69–74.
- 15 Пономаренко, Ю. Результаты исследования качества рыбной муки / Ю. Пономаренко // Комбикорма: производство и использование. – 2009. – № 6. – С. 69–70.
- 16 Лозоватская, К. Ю. Проверка качества рыбной кормовой муки одного из производителей / К. Ю. Лозоватская // Вестник современных исследований. – 2019. – № 12(29). С. 45–47.
- 17 Неклюдов, А. Д. Свойства и применение белковых гидролизатов (обзор) / А. Д. Неклюдов, А. Н. Иванкин, А. В. Бердугина // Прикладная биохимия и микробиология. – 2000. – Т. 35. № 5. – С. 525–534.
- 18 Ивашов, В. И. Получение и применение белковых гидролизатов / В. И. Ивашов, А. Д. Неклюдов, Н. В. Федорова, Р. А. Хромова. – М.: НИИТЭИММП, 1991. – 44 с.
- 19 Неклюдов, А. Д. Получение и очистка белковых гидролизатов (обзор) / А. Д. Неклюдов, А. Н. Иванкин, А. В. Бердугина // Прикладная биохимия и микробиология. – 2000. – Т. 36. № 4. – С. 371–379.
- 20 Максимюк, Н. Н. О преимуществах ферментативного способа получения белковых гидролизатов / Н. Н. Максимюк, Ю. В. Марьяновская // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 1. – С. 34–35.
- 21 Цибизова, М. Е. Исследование возможности использования рыбных гидролизатов в составе полнорационных кормов повышенной биологической доступности для птицеводства / М. Е. Цибизова, К. В. Костюрина // Вестник АГТУ. – 2009 – № 1 (48) – С. 32–37.
- 22 Цибизова, М. Е. Рыбные гидролизаты как один из компонентов полнорационных кормов для птицеводства / М. Е. Цибизова, К. В. Костюрина // Вестник АГТУ. – 2006. – № 3 (32) – С. 243–248.
- 23 Никулин, Ю. П. Эффективность скормливания пороссятам ферментированного рыбного гидролизата / Ю. П. Никулин, В. В. Подвалова // Свиноводство. – 2012. – № 2 – С. 34–36.
- 24 Ермоленкова, И. Д. Перспективы использования нового кормового продукта (рыбного белкового гидролизата) в звероводстве / И. Д. Ермоленкова, С. В. Бекетов, В. Н. Куликов [и др.] // Кролиководство и звероводство. – 2017. – № 4. – С. 24–26.
- 25 Китаев, И. А. Эффективность использования гидролизата соевого белка в кормлении рыб семейства «Осетровые» в установках замкнутого водоснабжения: дис. ... канд. сельскохозяйств. наук: 06.02.08 / И. А. Китаев. – Саратов, 2015. – 121 с.
- 26 Аламдари, Х. Результаты разработки стартового комбикорма для личинок осетровых рыб на основе использования килечного белкового гидролизата и пробиотика «Бифитрилак» / Х. Аламдари, Н. В. Долганова, С. В. Пономарев [и др.] // Вестник АГТУ, 2013. – № 2. – С. 172–177.
- 27 Аламдари, Х. Использование гидролизата рыбного белка для кормления осетровых рыб / Х. Аламдари, С. В. Пономарев // Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2013 – № 11. – С. 49–59.
- 28 Русина, А. Н. Биологическая ценность рыбного гидролизата из отходов переработки пресноводной рыбы // Русина А.Н. // Молодежь в науке. – 2018. Сб. материалов междунар. конф. молодых ученых. – 2019. – С. 216–221.
- 29 Рукшан, Л. В. Улучшение потребительских свойств ценных видов рыбы / Л. В. Рукшан, А. Г. Кохович, Ж. В. Кошак // Качество и безопасность товаров: от производства до потребления: материалы междунар. научн.-практ. конф. – М.: Российский университет кооперации, 2019. – 504 с. – С. 411–416.
- 30 Рукшан, Л. В. Анализ состава и качества комбикормов для рыб / Л. В. Рукшан, А. Н. Русина, Н. В. Зенович [и др.] // Комбикорма для рыб XXI века: тезисы доклада научн.-практ. семинара. Минск, 22–24 ноября 2017 г. / Национальная академия наук Беларуси: науч. практ. центр по животноводству; Институт рыболовного хозяйства; Беларуская навука. – Минск, 2017. – С. 55–57.

Поступила в редакцию 22.11.2019 г.

ОБ АВТОРАХ:

Кошак Жанна Викторовна, к.т.н., доцент, заведующий лабораторией кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь, e-mail: koshak.zn@gmail.com.

Рукшан Людмила Викторовна, доцент, к.т.н., профессор кафедры технологии хлебопродуктов, Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь, e-mail: rukshanludmila@mgup.by.

Кошак Артур Эдуардович, к.т.н., доцент, старший научный сотрудник лаборатории кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь, e-mail: 8849619@gmail.com.

Русина Анна Николаевна, младший научный сотрудник лаборатории кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси, Минск, Республика Беларусь, e-mail: annarusina80@gmail.com.

ABOUT AUTHORS:

Zhanna V. Koshak, PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Laboratory of Feed of RUE «Fish Industry Institute», Minsk, Belarus, e-mail: koshak.zn@gmail.com.

Lyudmila V. Rukshan, PhD (Engineering), Associate Professor, Professor of the Department of Grain Products Technology, Mogilev State University of Food Technologies, e-mail: rukshanludmila@mgup.by.

Arthur E. Koshak, PhD (Engineering), Associate Professor, senior researcher of the Laboratory of Feed of RUE «Fish Industry Institute», Minsk, Belarus, e-mail: 8849619@gmail.com.

Panna N. Rusina, junior researcher of the Laboratory of Feed of RUE «Fish Industry Institute», Minsk, Belarus, e-mail: annarusina80@gmail.com.