

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА КОРМОВОЙ БЕЛКОВОЙ ДОБАВКИ ИЗ РЫБЬЕЙ ЧЕШУИ

Р. Гуртмередов, С. Абдусаламов, Е.В. Крякунова, М.А. Поливанов
ФГБОУ ВО «Казанский национальный исследовательский технологический университет», г. Казань, Россия
e-mail: pimp-kstu@mail.ru

Аннотация. Производство кормов для животных и аквакультуры является одним из наиболее эффективных способов утилизации рыбных отходов. В работе приводится анализ химического состава чешуи леща по содержанию основных питательных веществ: белков, липидов, минеральных веществ. Установлено, что чешуя леща содержит высокие концентрации белков и липидов, представленных как насыщенными, так и ненасыщенными жирными кислотами. Показана возможность применения чешуи леща для изготовления белковой кормовой добавки для сельскохозяйственных животных.

Ключевые слова: отходы переработки рыбы, чешуя, кормовая добавка, белковая добавка, корма для животных

ANALYSIS OF THE POSSIBILITY OF FEED PROTEIN ADDITIVE PRODUCING FROM FISH SCALES

R. Gurtmeredov, S. Abdusalamov, E.V. Kryakunova, M.A. Polivanov
Kazan National Research Technological University, Kazan, Russia
e-mail: pimp-kstu@mail.ru

Abstract. The production of feed for animals and aquaculture is one of the most effective ways to utilize fish waste. The work provides an analysis of the chemical composition of bream scales based on the content of basic nutrients: proteins, lipids, minerals. It has been established that bream scales contain high concentrations of proteins and lipids, represented by both saturated and unsaturated fatty acids. The possibility of using bream scales for the production of protein feed additives for farm animals has been shown.

Keywords: fish processing waste, scales, feed additive, protein additive, animal feed.

Рыба богата такими полезными для здоровья человека и животных макро- и микронутриентами, как аминокислоты, ненасыщенные жирные кислоты (ω -3, ω -6 и ω -9), витамин D, цинк, йод, селен и др. Рыбная мука как продукт

переработки рыбы характеризуется отличным аминокислотным и жирнокислотным составом, высокими вкусовыми качествами и усвояемостью, отсутствием антипитательных факторов. Однако из-за изменений климата и чрезмерного вылова видов рыб, используемых для производства кормовой муки, образовалась необходимость поиска новых сырьевых источников для производства данного продукта. Таким сырьем могут стать отходы переработки рыбы, которые при существующих в настоящее время технологиях переработки могут достигать 70 % от количества переработанной рыбы, среди которых чешуя составляет до 10 % от общей массы отходов.

Рыбья чешуя – наружный покров тела рыбы, который развивается из мезодермальных клеток эмбриона и защищает тело рыбы от воздействий окружающей среды и механических повреждений. Известно, что рыбья чешуя на 41-45 % состоит из органических веществ (белки, витамины, коллаген, жир, лецитин) и на 38-46 % из неорганических веществ (кальций, магний, железо, цинк и др.). Органическая составляющая чешуи рыбы содержит 30-50 % белка и 30-40 % гидроксиапатита, которые способствуют образованию кальций-связывающих пептидов [1].

Поскольку отходы переработки рыбы, включая чешую, богаты питательными веществами, то они должны рассматриваться как ценный ресурс для производства кормов для сельскохозяйственных животных, включая аквакультуру. На сегодняшний день около 70 % производимой в мире рыбной муки предназначается для выращивания объектов аквакультуры, а оставшиеся 30 % расходуются на иные нужды. В 2022 г. в РФ наблюдался рост производства рыбной муки на 12,6 %, а в 2023 г. – на 9 %, что свидетельствует о развитии аквакультуры в стране – основного потребителя рыбной кормовой муки. Однако не всякая кормовая мука подходит для выращивания аквакультуры. В качественной рыбной муке для выращивания объектов аквакультуры кроме повышенного содержания протеина и минеральных веществ (табл. 1) должно содержаться 100-120 мг/100 г азота летучих оснований и 7,5-10,0 % свободных жирных кислот.

Таблица 1 – Требования к химическому составу рыбной кормовой муки

Наименование показателя	Нормируемый показатель согласно ГОСТ 2116–2000	Показатель, требуемый для объектов аквакультуры
Протеин, %	Не менее 50	67-69
Жир, %	Не более 14	Не более 10
Влажность, %	Не более 12	Не более 10
Зольность, %	14,7	16-17

Целью настоящего исследования было определение возможности получения рыбной кормовой муки из чешуи леща.

Чешую, собранную при чистке тушек леща, дважды промывали дистиллированной водой, подсушивали на воздухе и замораживали в морозильной камере при температуре - 18 °С.

Измерение размерно-массовых характеристик чешуи леща проводилось с помощью штангенциркуля и аналитических весов. Было установлено, что средний размер чешуи леща составлял $10,1 \pm 0,6$ мм, масса чешуи – около $5,2 \pm 0,5$ % от массы тела леща.

Рыбную чешую сушили при температуре $105,0 \pm 5,0$ °С до достижения постоянного веса, а содержание влаги рассчитывали по разнице между массой свежего и сухого образца согласно ГОСТ 9793-2016. Было установлено, что влажность свежей чешуи леща составляла $49,7 \pm 0,8$ %, подсушенной на воздухе – $15,5 \pm 1,5$ %.

Зольность определяет общее содержание минеральных веществ в тканях, необходимых для развития и роста организма. Зольность чешуи определяли прокаливанием образца в муфельной печи при температуре 600 °С в течение 6 ч согласно ГОСТ 31727-2012. Зольность высушенных образцов чешуи леща составляла $34,6 \pm 1,2$ %.

Белки и липиды – это те классы питательных веществ, содержание которых в продуктах определяют их пищевой статус за счет присутствия заменимых и незаменимых аминокислот и жирных кислот, включая ω -3, ω -6 и ω -9. По сути, аминокислоты и жирные кислоты являются жизненно важными биомолекулами, обеспечивающими физиологический рост, функционирование метаболических путей, регуляцию pH и запасание энергии. Содержание белка в чешуе определяли методом Кьельдаля по ГОСТ 25011-2017, содержание жира – методом Сакслета по ГОСТ 23042-2015. Было установлено, что в чешуе леща содержание белка составляет $48,3 \pm 2,3$ % в пересчете на массу сухих веществ, липидов – $0,14 \pm 0,02$ %. Содержание углеводов в теле рыб незначительно, рассчитывалось как разница содержания белков, липидов, минеральных веществ и воды от 100 %. Содержание углеводов в чешуе леща составляло $1,41 \pm 0,2$ %.

Следующие физико-химические параметры чешуи оценивали с помощью титриметрического метода: йодное число определяли согласно ГОСТ ISO 3961-2020, кислотное число по ГОСТ Р 52110-2003, число омыления по ГОСТ ISO 3657-2016.

Йодное число позволяет определить соотношение насыщенных и ненасыщенных жирных кислот в составе липидов: чем выше йодное число, тем выше содержание ненасыщенных жирных кислот, в т.ч ω -3 и ω -6. Установлено, что йодное число чешуи леща составляло $10,2 \pm 0,4$ г I_2 /100 г, что можно назвать невысоким (например, йодное число чешуи рыб сем. Сельдевых достигает 30,0 г I_2 /100 г) [2].

Число омыления позволяет оценить длину жирных кислот в составе липидов: чем ниже число омыления, тем большую длину имеют жирные

кислоты. Число омыления чешуи леща составил $178,8 \pm 1,2$, что свидетельствует о содержании в чешуе леща липидов с относительно короткой жирнокислотной цепью.

Кислотное число позволяет определить наличие свободных жирных кислот в липидах рыбы. Высокое значение кислотного числа может свидетельствовать о начале гидролитического расщепления липидов. Для чешуи леща значение кислотного числа составило $12,4 \pm 0,6$ мг КОН/г, что является крайне высоким.

Технология производства кормовой добавки из рыбьей чешуи включает следующие операции: прием и осмотр замороженного сырья, размораживание, измельчение при низкой температуре, смешивание рыбного сырья с сухим растительным (отруби и спиртовая барда) в равных соотношениях, фракционирование с получением кормовой белковой добавки. Полученная кормовая добавка станет хорошим источником белка, насыщенных и ненасыщенных жирных кислот, минеральных веществ. Также рыбья чешуя совместно с иными коллагенсодержащими отходами переработки рыбы (кожа, кости, тканевая жидкость) может служить для производства кормовой муки путем смешивания компонентов в соответствии с требуемым содержанием белков, липидов и минеральных веществ, их последующим измельчением и высушиванием.

Таким образом, данные о химическом составе чешуи леща, представленные в данном исследовании, могут стать основой будущих исследований в области химии рыбьей чешуи, способствуя оптимизации технологии создания кормов для рыб и сельскохозяйственных животных.

Литература

1. Rifath, M. R. A. Fish waste to fish meal: potential, sustainability and emerging issues related to microplastics and regulations / M. R. A. Rifath, M. G. M. Thariq // Journal of fisheries and environment. – 2023. – Vol. 47. – N 2. – PP. 1-18.
2. Grewia bicolor seed oil: Putative pharmaceutical, cosmetic and industrial uses / T. T. Nyakudya et al. // South African Journal of Botany. – 2015. – Vol. 97. – pp. 154-158.