

КАЧЕСТВО ПРОМЫШЛЕННЫХ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ ОСЕТРОВЫХ РЫБ И СОХРАНЕНИЕ В НИХ МЕТИОНИНА ПРИ ЭКСТРУДИРОВАНИИ

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

¹РУП «Институт рыбного хозяйства», Республика Беларусь,

²Могилевский государственный университет продовольствия, Республика Беларусь

АННОТАЦИЯ

Введение. Для повышения в республике продуктивности промышленного рыбоводства осетровых пород рыб требуются корма с заданным составом белка. Сведения об аминокислотном составе комбикормов, используемых в настоящее время, противоречивы. При производстве отечественных комбикормов не оптимизированы температурные режимы процесса экструдирования, обеспечивающие сохранность аминокислот, в частности метионина.

Материалы и методы. Образцы комбикормов зарубежного производства – два стартовых (масса рыб до 50 г) и четыре производционных (масса рыб 50 г и выше), отечественного – один производционный. Откорм рыб осуществлялся в лабораторных условиях в течение трех месяцев.

Результаты. Качество комбикормов отечественного и зарубежного производства существенно различаются. Высокое (свыше 50 %) содержание растительного белка в последнем вызывает нарушения в работе внутренних органов рыб, особенно печени. Установлено, что метионин, одна из основных аминокислот для рыб, которой обычно недостаточно в комбикорме, теряется на 90 % при температуре процесса экструдирования 100 °С и выше.

Заключение. Скорректирована рецептура комбикорма отечественного производства по содержанию белка животного происхождения (свыше 50 %). Процесс экструдирования комбикормов для осетровых рыб с целью сохранения содержания метионина следует проводить при температурах, не превышающих 90 °С.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: *осетр; комбикорм; аминокислоты; экструдирование; метионин; гликоген; печень.*

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Кошак, Ж. В. Качество промышленных комбикормов для осетровых рыб и сохранение в них метионина при экструдировании / Ж. В. Кошак, Л. В. Рукшан, А. Э. Кошак // Вестник МГУП. – 2020. – № 1(28). – С. 49–59.

QUALITY OF COMMERCIAL MIXED FEEDS FOR STURGEON AND RETENTION OF METHIONIN IN THE FEEDS DURING EXTRUSION

Z. V. Koshak¹, L. V. Rukshan², A. E. Koshak¹

¹RUE "Fish Industry Institute", Republic of Belarus

²Mogilev State University of Food Technologies, Republic of Belarus

ABSTRACT

Introduction. To increase the efficiency of industrial sturgeon farming in the republic there is a need for feeds with certain protein content. Information about the amino acid composition of the compound feeds used at present is contradictory. Temperature conditions of the extrusion process that ensure the retention of amino acids, methionine in particular, are not optimized in manufacturing of home produced compound feeds.

Materials and methods. Samples of foreign manufactured compound feeds - two starting ones (fish weight up to 50 g) and four productional ones (fish weight 50 g and more), samples of home produced compound feeds – a productional one. Fish were fed in laboratory conditions for three months.

Results. The quality of home produced and foreign manufactured compound feeds greatly differs. High content of vegetable protein (over 50 %) in the latter causes disturbances in the functioning of the internal organs of fish, especially in liver. It was found that methionine, one of the basic amino acids for fish, which is usually insuffi-

cient in compound feed, is lost by 90 % at an extrusion temperature of 100 °C and higher.

Conclusions. The formula of home produced compound feed in terms of animal proteins content (over 50 %) was modified. Extrusion process of compound feed for sturgeon should be carried out at temperatures not exceeding 90 °C in order to retain the content of methionine.

KEYWORDS: *sturgeon; compound feed; amino acids; extrusion; methionine; glycogen; liver.*

FOR CITATION: Koshak Z. V., Rukshan L. V., Koshak A. E. Quality of commercial mixed feeds for sturgeon and retention of methionin in the feeds during extrusion. Bulletin of Mogilev State University of Food Technologies. – 2020. – No. 1(28). – P. 49–59 . (in Russian).

ВВЕДЕНИЕ

Развитие рыбохозяйственной деятельности в нашей стране предусмотрено Государственной программой развития аграрного бизнеса Республики Беларусь на 2016–2020 годы, где указано, что объемы производства ценных видов рыб должны составить 1077,3 т, которые на 90 % представлены осетровыми видами [1]. Для удовлетворения потребности в комбикормах данного объема рыбы потребуется около 1074–1724 т комбикормов при кормовых коэффициентах 1,0–1,6. В настоящее время 90 % комбикормов для ценных видов рыб в республике импортного производства, где основными поставщиками на наш рынок являются фирмы «Сорренс» и «AllerAqua». Комбикорма отечественного производства занимают на рынке небольшой объем – 10 %.

Осетровые рыбы – одни из древних видов, отличающиеся большим разнообразием. В Республике Беларусь выращивается белуга, ленский осетр, стерлядь и гибриды, например бестер (гибрид белуги и стерляди) и др. Несмотря на то, что осетровые рыбы являются медленнорастущими, они хорошо адаптируются к условиям окружающей среды [2, 3]. Рацион питания осетровых рыб зависит в основном от возраста рыбы и места ее обитания. Большая часть пищи, употребляемой осетровыми, состоит на 80 % из белка. Объектами питания рыб в природе в основном являются мелкие ракообразные, бокоплавцы, различные ветвистоусые, насекомые, все беспозвоночные, креветки и др. [4]. В периоды отсутствия живого корма осетровые могут употреблять растительную пищу, что происходит на протяжении месяца, после чего они вновь возвращаются к привычной пище.

В настоящее время осетровых рыб выращивают в индустриальной аквакультуре (пруды, бассейны или установки замкнутого водоснабжения). Для их кормления используется комбикорм. Комбикорм должен обеспечивать высокие темпы роста рыбы, низкие кормовые коэффициенты и не вызывать нарушения обмена веществ, приводящие к болезням внутренних органов рыб (печени, почкам и т.д.). Эффективность использования комбикормов для рыб зависит в основном от содержания в них белка.

Белок является основным строительным материалом тела рыбы. Белки присутствуют внутри клеток, межклеточных жидкостях, крови и т.д. Наиболее активно процессы белкового обмена протекают в жабрах, печени и желудке, менее – в мышцах, за счет которых обеспечивается основной прирост рыбы. Поэтому из-за некачественного сырья и корма наиболее быстро страдают печень, жабры и желудок, которые являются катализатором неправильного или некачественного кормления рыбы [5, 6].

При расчете рецептур комбикормов для теплокровных животных используют данные о потребности животными более 40 видов питательных веществ. Для рыб, живущих в сильно различающихся условиях (соленость воды, содержание кислорода в воде и ее температура) данные по потребностям в некоторых питательных веществах ограничены, основаны в основном на данных по отдельным видам рыб при выращивании в условиях интенсивной аквакультуры. Имеющиеся данные далеко не полны, иногда противоречивые, что требует изучения влияния основных питательных компонентов комбикорма на жизнедеятельность рыб в условиях индустриальной аквакультуры [5, 7].

Организм рыбы использует не сам белок, а его структурные элементы – аминокислоты. Поэтому их качество в составе комбикормов для рыб должно быть высокое, особенно для ценных видов.

В состав комбикормов, как правило, входят белки животного и растительного происхождения. Аминокислотный профиль таких белков различен по содержанию аминокислот, поэтому состав комбикорма должен быть сбалансирован таким образом, чтобы удовлетворить потребность рыб. Установлено, что при недостатке заменимых аминокислот незаменимые могут расходоваться на их синтез в организме. Так, при недостатке цистеина на его синтез расходуется незаменимая аминокислота – метионин, а при недостатке тирозина – фенилаланин [8]. Недостаток незаменимых аминокислот при кормлении приводит к повышенному потреблению белка (к увеличению затрат корма на единицу прироста рыбы). Поэтому несбалансированность аминокислот по их содержанию и доступности в настоящее время является одной из основных проблем при кормлении рыб комбикормами.

Аминокислотный состав белка может изменяться при производстве комбикормов. В литературе практически отсутствуют данные об изменении аминокислотного состава белка в комбикормах для рыб в процессе экструдирования. Это связано с тем, что в нашей республике единственная на данный момент линия экструдирования по производству комбикормов для ценных видов рыб установлена на ОАО «Жабинковский комбикормовый завод» только в 2013 г. Зарубежные производители выпускают экструдированные комбикорма для осетровых рыб более 20 лет и постоянно внедряют новые технологии, которых в нашей республике на данный момент пока нет, а результаты своих работ не публикуют.

В действующих на территории республики рекомендациях [9] нет дифференциации режимов экструдирования в зависимости от вида животных, птиц и рыб, а рекомендуемая температура комбикормов на выходе из экструдера для всех видов одинакова (105–110 °С).

Авторами [10, 11] установлено неблагоприятное действие на состояние органов рыб (особенно печень) нитратов и нитритов, содержащихся в растительных компонентах комбикормов. Содержание нитратов в комбикормах для всех видов животных, птицы и рыбы ограничено (не более 500 мг/кг) [8], без учета различий в физиологии между птицей, животными и рыбой, особенно ценных видов, которые являются хищниками со всеми вытекающими особенностями их физиологии.

В настоящее время не нормируемым и не контролируемым показателем в комбикормах для рыб является их общая кислотность. Авторы [12, 13] оценили ее влияние на качество комбикормов и установили, что она отражает степень разложения протеина, углеводов и жиров в совокупности – доброкачественность комбикорма. Ими предложены следующие пределы кислотности комбикорма для рыб: 3,5–4,5 (начинающий процесс порчи комбикорма); 5,5–6,5 (комбикорм нельзя хранить продолжительное время); 7,5–8,5 (комбикорм, не выдерживающий хранения); 9,5 и выше (комбикорм испорчен).

Таким образом, анализ литературных данных показал, что биологическая ценность комбикормов для осетровых рыб в значительной степени определяется аминокислотным составом содержащихся в них белков, что требует необходимость оптимизации технологических параметров при производстве экструдированных комбикормов.

В связи с вышеизложенным целью работы является анализ качества промышленных комбикормов для осетровых рыб и изучение возможности их улучшения. Предполагается, что корректировка состава комбикормов и выявление оптимальных режимов их экструдирования даст положительные результаты по аминокислотному составу.

В ходе исследований необходимо решить следующие задачи: оценить химический и аминокислотный состав промышленных комбикормов для осетровых рыб зарубежного и отечественного производства; скорректировать состав комбикормов и выявить влияние температурных режимов экструдирования на аминокислотный состав комбикормов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись комбикорма для осетровых рыб. Для исследования взяты два стартовых (масса рыб до 50 г) и пять производционных (масса рыб 50 г и выше) образцов комбикормов для осетровых рыб зарубежного производства (страны ЕС) различных производителей и отечественного производства, разработанного лабораторией кормов института, выпускаемого ОАО «Жабинковский комбикормовый завод» и используемые в настоящее время рыбхозами республики. Количество отобранных образцов комбикорма определялось тем, что в данный момент именно эти корма используются для кормления осетровых рыб в рыбхозах республики.

Предметом исследования явились показатели, оценивающие качество комбикормов.

Эксперимент по кормлению рыб проводили в лаборатории кормов РУП «Институт рыбного хозяйства».

Химический состав комбикормов определяли общепринятыми методами. Содержание сырого протеина определяли методом Кьельдаля по ГОСТ 13496.4; сырого жира – методом Сокслета по ГОСТ 13496.15; массовую долю влаги – по ГОСТ 13496.3; сырой клетчатки – по ГОСТ 13496.4; кислотность – по ГОСТ 13496.12. Аминокислотный состав сырья проводился с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии по МВИ.МН 1363-2000.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Стартовые комбикорма в Республике Беларусь не выпускаются, так как отсутствуют специализированные технологические линии. Состав отечественных и зарубежных производственных комбикормов идентичен (рыбная мука, соевый шрот, рыбный гидролизат, гороховый гидролизат, альбумин, пшеница, рыбий жир, премикс), соотношение компонентов различно. Зарубежные производители приводят только состав комбикорма, отечественные производители изготавливают комбикорм по ТУ ВУ100035627.025-2020 «Комбикорм экструдированный производственный для лососевых и осетровых рыб», где представлена рецептура комбикорма. В настоящее время рецептура является коммерческой тайной как за рубежом, так и в нашей стране. Комбикорма для ценных видов рыб выпускают только в экструдированном виде, так как только данный способ производства позволяет обеспечить поведение гранулы в воде (тонущая) и высокую водостойкость (не менее 12 часов). Отечественный комбикорм выпускается с использованием на 90 % только местного сырья, что позволяет быть ему конкурентоспособным с зарубежными аналогами.

На первом этапе исследований определен химический состав исследуемых образцов комбикормов. В связи с тем, что установлено токсическое действие нитратов на живые биологические объекты, определено также их содержание в исследуемых образцах комбикормов. Значения таких показателей, как содержание сырого протеина, сырой клетчатки, нитратов, нитритов; перекисного и кислотного чисел, общей кислотности комбикормов приведены в табл. 1.

Установлено, что для исследуемых комбикормов все нормируемые показатели качества (влажность, содержание сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки) находятся в допустимых пределах.

Анализ данных табл. 1 показал, что комбикорма зарубежного производства из-за долгих сроков хранения и биохимических процессов, протекающих в них при хранении, имеют повышенные значения общей кислотности (7,5–12,7 °Н). Повышение кислотности происходит не только из-за процессов прогоркания и прокисания жиров, которые в современных комбикормах замедлены из-за использования консервантов понижающих pH. Ранее авторами установлено, что сроки хранения критично влияют на состав комбикорма в целом [14], и получено, что чем дольше хранится комбикорм, тем менее сбалансирован его состав и ниже биологическая ценность. В то же время следует обратить внимание, что нормируемые качественные показатели для всех исследуемых комбикормов находятся в норме и для кормов со сроком хранения 1,5 года и для корма со сроком хранения 4 месяца. Поэтому в 21 веке недостаточно контролировать комбикорма для ценных видов рыб по нескольким показателям, тре-

буется расширить список показателей и внести туда аминокислотный, витаминный и жирнокислотный состав в обязательном порядке. В противном случае содержание сырого протеина, сырого жира, сырой клетчатки и показатели безопасности не отображают полную картину эффективности комбикормов для осетровых рыб.

Табл. 1. Показатели качества исследуемых образцов комбикорма

Table 1. Indicators of the quality of the compound feed samples under study

Наименование, номер образца комбикорма	Содержание, %				Общая кислот- ность, °Н	Кис- лотнос- число, мг КОН/г	Пере- киснос- число, мг J ₂ /г	Количество, мг/кг	
	влага	сырой жир	сырой про- теин	сырая клет- чатка				нит- раты	нит- риты
Зарубежное производство									
Стартовый № 1	6,60 ±0,02	17,02± 0,04	43,3 ±0,04	1,12 ±0,01	6,18 ±0,04	12,66 ±0,03	0,053 ±0,001	107,2 ±0,12	0,20 ±0,03
Стартовый № 2	7,50± 0,01	14,20± 0,03	52,20± 0,08	1,07± 0,05	4,79± 0,06	10,72 ±0,02	0,042 ±0,002	245,50 ±0,17	0,80 ±0,01
Производственный № 3	6,20± 0,05	16,54± 0,04	43,20 ±0,01	1,60 ±0,06	3,82 ±0,04	7,49 ±0,03	0,043 ±0,001	81,20 ±0,14	0,20 ±0,01
Производственный № 4	6,46 ±0,07	14,62± 0,02	48,11 ±0,08	2,04 ±0,02	9,41 ±0,04	10,47 ±0,01	0,01 ±0,001	107,20 ±0,15	0,20 ±0,02
Производственный № 5	5,07 ±0,09	12,47± 0,04	49,38 ±0,05	2,35 ±0,03	9,32 ±0,02	6,25 ±0,04	0,01 ±0,009	120,10 ±0,2	0,20 ±0,01
Производственный № 6	5,85 ±0,12	12,32± 0,07	49,33 ±0,10	2,14 ±0,02	9,12 ±0,04	8,97 ±0,02	0,02 ±0,001	190,30 ±0,1	0,20 ±0,03
Отечественное производство									
Производственный № 7	7,32 ±0,06	14,58± 0,05	51,10 ±0,04	2,04 ±0,02	2,80 ±0,01	7,58 ±0,03	0,05 ±0,001	54,00 ±0,14	0,18 ±0,07

Замечено, что стартовый комбикорм для осетровых рыб № 2 имеет высокое содержание нитратов в своем составе, что может оказать токсическое воздействие и гибель рыбы (особенно молоди рыб). Нитраты в составе комбикормов содержатся в растительном сырье (зерно, шроты) и появляются в процессе выращивания на полях с использованием азотных удобрений. В состав данного комбикорма входит пшеница, соевый концентрат, гороховый гидролизат, их количество это коммерческая тайна производителя, но нитраты могли попасть в корм только из данного сырья. Остальные образцы комбикормов отечественного и зарубежного производства имеют невысокие значения содержания нитратов.

Потребность осетровых рыб в незаменимых аминокислотах изучена крайне мало, представленные различными авторами данные очень сильно разнятся между собой [3, 6, 15, 16]. Поэтому на последующем этапе исследований все семь образцов комбикормов для осетровых рыб проанализировали на содержание незаменимых аминокислот, особенно критичных для роста и развития рыбы. Определен аминокислотный скор для образцов комбикормов, показывающий на сколько процентов удовлетворяется потребность осетровых рыб в незаменимых аминокислотах, который приведен в табл. 2.

Аминокислотный скор рассчитан с использованием данных по потребности осетровых рыб в незаменимых аминокислотах по Halver J. E. [17].

Табл. 2. Аминокислотный скор продукционных комбикормов для осетровых рыб (образцы № 1–7)

Table 2. Amino acid score of productional compound feeds for sturgeon (samples No. 1–7)

Аминокислота	Аминокислотный скор, %						
	номер образца						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Лизин	218	278	304	356	256	428	277
Треонин	115	109	104	106	112	104	133
Метионин+цистеин	1	1	1	3	2	9	12
Валин	153	137	143	163	154	171	266
Фенилаланин+ тирозин	112	107	85	86	96	83	118
Лейцин	125	139	122	115	113	155	182
Изолейцин	153	145	117	136	154	142	174

Анализ данных табл. 2 показал, что основная проблема в низком содержании метионина и цистеина в комбикормах, причем в отечественном комбикорме наблюдается максимальный процент удовлетворения потребности осетровых рыб – 12 %.

Многими авторами установлено, что недостаток в рационе метионина и цистеина вызывает увеличение размеров печени (Остроумова И. Н., 2001; Гусева Ю. А., Васильев А. А., 2013). Метионин способствует росту и размножению клеток, увеличивает синтез эритроцитов и гемоглобина, благоприятно влияет на работу печени и щитовидной железы, активно участвует в окислительно-восстановительных процессах обмена 25 веществ. Недостаток метионина приводит к нарушению азотистого обмена, снижению прироста массы, развитию анемии, снижению оплодотворяемости, ухудшению работы печени и почек. Так, например, недостаток в рационе метионина и цистеина в ряде случаев вызывает увеличение размеров печени (индекс 4,2 % при норме до 2,0 %). Поэтому при выращивании сеголетков и годовиков в рыбхозах республики наблюдается нарушение обмена веществ, ухудшение состояния внутренних органов, в частности печени. Обращает внимание на себя тот факт, что в составе комбикормов суммарное содержание метионина и цистеина в соответствии с требованиями ГОСТ 10385-2014 «Комбикорма для рыб. Общие технические условия» в стартовых комбикормах для осетровых и лососевых рыб должно быть не менее 3,0 %, а в продукционных – не менее 2,1 %. В то же время по данным Halver J.E. [16], потребность осетровых рыб в метионине составляет 2,5–2,9 %, а в цистеине 1,5–1,6 %, т.е. суммарно потребность составляет от 4 до 4,5 %. Получается, что в состав комбикормов вносится заведомо меньше метионина и цистеина, чем требуется осетровым рыбам для их развития.

Все кормления и исследования комбикормов и осетровых рыб осуществлялись в один и тот же период (июль – сентябрь 2019 г).

Внешний вид печени осетровых рыб представлен на рис. 1.

Видно, что печень осетровых рыб изменила свой цвет и стала бледной с точечными кровоизлияниями на поверхности, при этом она сильно увеличилась в размерах.

Определены показатели (индекс печени, содержание гликогена в печени), характеризующие состояние печени в целом (табл. 3).

Данные в табл. 3 приведены в виде выборки за три месяца, так как ситуация примерно одинаковая за весь период кормления. Анализ данных табл. 3 показал, что при выращивании рыбы на несбалансированных комбикормах наблюдается патологическое нарушение работы печени, индекс печени высокий. Печень увеличена в 2 и более раза, а содержание гликогена увеличено в 2–5 раз. При дальнейшем использовании несбалансированных по аминокислотному составу комбикормов печень рыбы будет постепенно разрушаться, что в конечном итоге приведет к ее смерти.



Рис. 1. Внешний вид печени осетровых рыб при кормлении несбалансированными по аминокислотному составу комбикормами

Fig. 1. Appearance of the liver of sturgeon when fed with unbalanced in amino acid composition compound feed

Табл. 3. Индекс печени осетровых рыб, выращенных на комбикормах (образцы № 1–6), и содержания гликогена в печени. Период кормления июль – август 2019 г.

Table 3. Liver index of sturgeon fed with compound feeds (samples No. 1–6) and glycogen content in the liver. Feeding period: July – August 2019

Наименование рыбы	Масса рыбы, г	Масса печени, г	Индекс печени (ИД), %	Норма ИД, %	Гликоген, %	Норма содержания гликогена в печени, %
Стерлядь	22	0,952	4,33	Не более 2,0	11,17	1,7–4,0
	31	1,663	5,36		10,99	
	49	2,147	4,38		11,24	
Бестер	15	0,680	4,53		20,27	
	25	0,880	3,52		13,57	
	29	1,468	5,06		11,35	
	37	1,516	4,10		12,05	
	37	1,814	4,90		11,95	
	42	1,766	4,20		12,45	
	60	3,811	6,35		12,60	

Кормление комбикормом отечественного производства (образец № 7) дало лучший результат (табл. 4). Для кормления выбран сеголеток ленского осетра, который кормился отечественным комбикормом в течение трех месяцев. При этом на эксперимент отобрана не имеющая патологических изменений печени рыба, которая не кормилась до этого комбикормами зарубежного производства.

Анализ результатов кормления рыбы показал, что состояние печени сеголеток ленского осетра и содержание гликогена находится в норме. Однако наблюдаются незначительные колебания индекса печени. Следует также отметить, что даже при неудовлетворении потребности осетровых рыб в метионине и цистеине, рыба имеет хорошие темпы роста. Данный эффект может быть объяснен тем, что состав отечественного комбикорма существенно отличается от импортных аналогов. Осетровые рыбы являются хищниками, и в пищу им требуется протеин животного происхождения, как правило, это рыбная мука.

В последние годы зарубежные производители комбикормов для рыб стали активно заменять рыбную муку на другие источники протеина, а именно соевые шроты и концентраты, гороховые гидролизаты, которые в наибольшем количестве имеют протеин растительного происхождения.

Протеин растительного происхождения при своем содержании в составе комбикорма более 50 % при длительном кормлении вызывает также нарушения обмена веществ (ожирение внутренних органов и др.).

Замечено, что растительный протеин, содержащийся в большом количестве в составе образцов № 1–6, о чем свидетельствуют определенные нами значения содержания аминокислот, вызвал физиологические нарушения в работе внутренних органов рыб и в первую очередь – печени.

Табл. 4. Динамика изменения состояния печени осетровых рыб при кормлении отечественным комбикормом (образец № 7)

Table 4. Dynamics of changes in the liver of sturgeon when fed with home produced compound feeds (sample No 7)

Месяц, год	Индекс печени, %	Содержание гликогена в печени, %	Норма индекса печени, %	Норма содержания гликогена в печени, %
Июль	2,85	3,42	Не более 2,0	1,7–4,0
	2,35	4,18		
2019	2,15	4,22		
	Август	1,85		
2,00		3,87		
2019	2,14	4,15		
	Сентябрь	2,61		
2019		2,52		
		2,45		

Рецептура комбикорма для осетровых рыб (образец № 7) включает в большом количестве белки животного и в меньшем количестве – растительного происхождения. Для этого в состав комбикорма вносили более 50 % рыбной муки и рыбного гидролизата и менее 20 % шротов. Исследованиями установлено, что подобный состав комбикормов, произведенных по традиционной технологии, даже при некоторой несбалансированности аминокислотного состава комбикорма не приводит к патологическим изменениям печени осетровых рыб.

Одной из причин пониженного содержания метионина и цистеина в составе комбикормов являются технологические режимы его производства – процесса экструдирования. Поэтому далее нами изучено влияние температуры экструдирования на содержание аминокислот в продукционном комбикорме для осетровых рыб. Состав экспериментальных образцов соответствовал образцу № 7. При этом комбикорм был сбалансирован по потребностям осетровых рыб по незаменимым аминокислотам перед экструдированием. Для этого выбраны три температурных режима экструдирования, которые наиболее часто встречаются на производстве и при которых температура продукта после экструдирования равна 80, 90 и 100 °С. Влажность и температура комбикорма перед экструдированием при разных температурах была одинаковой – 28 % и 75 °С соответственно.

Замечено, что в связи с пониженным содержанием сырья растительного происхождения в составе разработанных нами комбикормов в них снизилось содержание нитратов и нитритов (табл. 1), уменьшилась общая кислотность в 3–4 раза независимо от режима экструдирования.

В качестве примера в табл. 5 представлено содержание аминокислот в комбикорме до и после экструдирования при температуре процесса экструдирования 80 и 100 °С.

Анализ данных табл. 5 показал, что при увеличении температуры продукта до 100 °С содержание большинства аминокислот снижается, за исключением лейцина и фенилаланина, содержание которых несущественно увеличивается. Наибольшее снижение содержания характерно для одной из важных аминокислот для осетровых рыб – метионина, так при температуре процесса экструдирования 80 °С содержание метионина снижается на 35 %, а при 100 °С – на 92 %.

Замечено, что наибольшее снижение содержания аминокислот (в 1,2–1,5 раза) наблюдается при температуре процесса экструдирования 100 °С. Это связано с нативной конформацией белковой молекулы при воздействии высокой температуры.

Табл. 5. Содержание аминокислот в составе комбикорма при различной температуре продукта после экструдирования

Table 5. Content of amino acids in compound feeds at different product temperatures after extrusion

Аминокислота	Содержание, мг/100 г			
	Температура экструдирования 80 °С		Температура экструдирования 100 °С	
	до экструдирования	после экструдирования	до экструдирования	после экструдирования
Аспарагиновая	1809	2161	2161	2100
Глютаминовая	5294	5558	5557	5320
Серин	2622	1920	1794	1523
Трсонин	2340	1536	1346	1247
Глицин	2996	2721	2554	2432
Аланин	2378	2286	2101	2101
Аргинин	3901	3420	3212	3145
Пролин	1772	2041	2041	2015
Валин	2201	1895	1868	1856
Метионин	286	186	120	10
Изолейцин	2622	2320	1999	1952
Лейцин	3438	3520	3756	3797
Фенилаланин	1738	2254	2258	2262
Цистеин	349	296	273	256
Лизин	6968	6020	5794	5623
Гистидин	4679	4420	4210	4152
Тирозин	1325	1102	1104	1089

Для установления более точной картины изменения содержания метионина в комбикорме после экструдирования проведена серия экспериментов при температуре экструдирования 90, 110 и 120 °С. При таких параметрах получали экструдированный комбикорм из рассыпного комбикорма, содержащего разное содержание метионина.

Связь содержания метионина ($C_{мет}$) в одном из комбикормов и температуры экструдирования представлена на рис. 2.

Как видно на рис. 2, корреляционная связь между изучаемыми факторами высокая. Отмечено также, что при увеличении температуры процесса экструдирования содержание метионина уменьшается независимо от его содержания в исходном рассыпном комбикорме. При этом при увеличении температуры комбикорма более 90 °С этот процесс укоряется и уже при температуре 100 °С теряется более 90 % метионина. По этой причине при производстве экструдированных комбикормов для осетровых рыб рекомендуется придерживаться низкотемпературных режимов экструдирования – температура процесса не должна быть выше 90 °С. Это позволит снизить потери других аминокислот в процессе экструдирования и тем самым повысить биологическую ценность комбикорма.

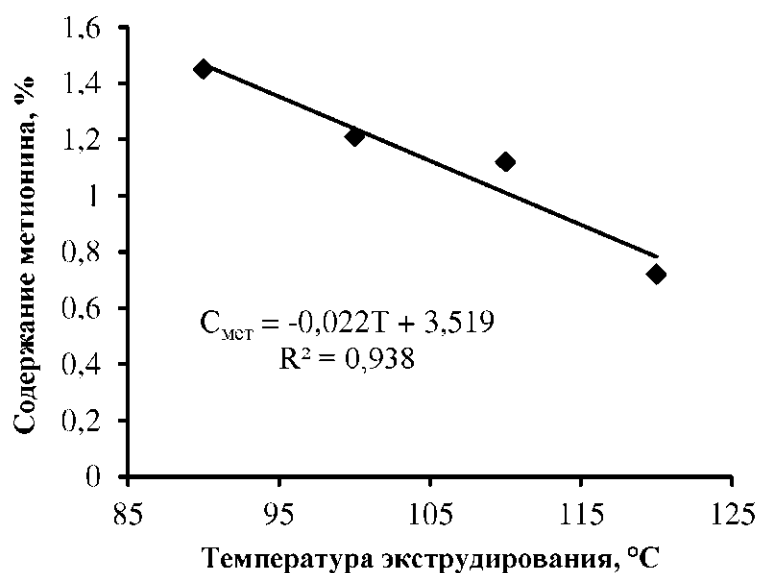


Рис. 2. Связь содержания метионина в комбикорме и температуры экструдирования

Fig. 2. Relationship between methionine content in compound feed and extrusion temperature

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получены новые данные о химическом и аминокислотном составе комбикормов для осетровых рыб зарубежного и отечественного производства, об аминокислотном составе комбикормов при различных температурных режимах экструдирования.

Установлен недостаток метионина и цистеина в комбикормах зарубежного производства, пагубно влияющий на состояние печени осетровых рыб, что подтверждено исследованиями состояния печени рыб.

Установлена связь содержания метионина от температуры процесса экструдирования. Установлено, что метионин, основная аминокислота для рыб, которой обычно недостаточно в комбикорме, теряется на 90 % при повышении температуры процесса экструдирования на 20 °C. Рекомендовано процесс экструдирования комбикормов для осетровых рыб проводить при температурах, не превышающих 90 °C.

Скорректирована рецептура комбикорма отечественного производства по содержанию белка животного происхождения (свыше 50 %).

Практическая значимость исследований заключается в улучшении качества комбикормов для осетровых рыб за счет использования местного сырья, социальная значимость – население республики получит более дешевую рыбу.

ЛИТЕРАТУРА

- 1 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.
- 2 Гершанович, А. Д. Экология и физиология молоди осетровых / А. Д. Гершанович, В. А. Пегасов, М. И. Шатуновский. – М.: ВО «Агропромиздат», 1987. – 215 с.
- 3 Пономарев, С. В. Биологические основы разведения осетровых и лососевых рыб на интенсивной основе: монография / С. В. Пономарев, Е. Н. Пономарев. – Астрахань: Изд-во АГТУ, 2003 (Информационно-издат. центр АГТУ). – 255 с.
- 4 Аминсва, В. А. Физиология рыб / В. А. Аминсва, А. А. Яржомбек. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1984. – 200 с.
- 5 Клейменов, И. Я. Химический и весовой состав рыб в водоемах СССР и зарубежных стран / И. Я. Клейменов. – М.: Рыбное хозяйство, 1962. – 143 с.
- 6 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.

- 7 Kaushik, S. Nutrition et alimentation des poissons et contrejeu des déchets piscicoles // Pise. Franc. № 101., 1990. – pp. 14–23.
- 8 Ветеринарно-санитарные правила обеспечения безопасности в ветеринарно-санитарном отношении кормов и кормовых добавок, утвержденные Постановлением Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь от 10.02.2011 г. – № 10.
- 9 Правила организации и ведения технологического процесса производства продукции комбикормовой промышленности: РДРБ 02150.019-2004 – Минск: ГУ «НИПТИхлебопродукт». – 297 с.
- 10 Черкасова, Д. У. Токсическое воздействие нитратов на организм рыб / Д. У. Черкасова, А. Б. Шахназарова // Юг России: экология, развитие. – 2009. – № 4. – С. 148–152.
- 11 Фильчакова О. А. Влияние разной концентрации нитратов и нитритов в комбикормах на содержание их в органах и тканях цыплят-бройлеров: автореф. дис. ... канд. сельхоз. наук: 06.02.02 / О. А. Фильчакова; ФГОУ ВПО «Курск. госуд. сельхоз академия им. проф. И.И. Иванова. – Курск. 2005. – 24 с.
- 12 Васильева Л. М. Кормление осетровых рыб в индустриальной аквакультуре / Л. М. Васильева, С. В. Пономарев, Н. В. Судакова. – Астрахань: БИОС, 2000. – 86 с.
- 13 Сергеева, Н. Т. Особенности липидного питания радужной форели // Сб. научных трудов Калининград. гос. техн. ун-та. Физиолого-биохим. основы кормления рыб в аквакультуре, 1995. – С. 4–16.
- 14 Кошак, Ж.В. Влияние продолжительности хранения экструдированного комбикорма для осетровых рыб на его качество / Ж. В. Кошак, Л. В. Рукшан, Н. Н. Гадлевская, Н. В. Зенович, А. Н. Русина // Вестник МГУП. – 2018. – № 2(25). – С. 59–64.
- 15 Кошак, Ж. Комбикорма для радужной форели с различными видами протеина / Ж. Кошак, А. Кошак, Д. Долгая [и др.] // Комбикорма. – 2019. – № 7–8. – С. 64–68.
- 16 Кошак, Ж. В. Протеин как основа комбикормов для рыб. / Ж. В. Кошак, Л. В. Рукшан, А. Н. Русина [и др.] // Вестник МГУП. – 2017. – № 2(23). – С. 94–99.
- 17 Halver, J. E. Gold-waterfish nutritional requirements: Report of the 1970 workshop on Fish feed technology and nutrition. FAO / EIFAC and USDI/BSFW, Washington, 1970. – P. 141–152.

Поступила в редакцию 20.05.2020

ОБ АВТОРАХ:

Кошак Жанна Викторовна, кандидат технических наук, доцент, заведующий лабораторией кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси, e-mail: Koshak.zn@gmail.com.

Рукшан Людмила Викторовна, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры технологии хлебопродуктов, Могилевский государственный университет продовольствия, e-mail: rukshanl@mgup.by.

Кошак Артур Эдуардович, кандидат технических наук, доцент, старший научный сотрудник лаборатории кормов РУП «Институт рыбного хозяйства» НАН Беларуси, e-mail: 8849619@gmail.com.

ABOUT AUTHORS:

Zhanna V. Koshak, PhD (Engineering), Associate Professor, Head of the Laboratory of Feeds of RUE «Fish Industry Institute» of the National Academy of Sciences of 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:rukshanl@mgup.by.

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