

КРУПЯНЫЕ МУЧКИ – ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СЫРЬЕВОЙ КОМПОНЕНТ В СОСТАВЕ КОМБИКОРМОВ ДЛЯ КАРПА

В. Ю. АГЕЕЦ, Ж. В. КОШАК,
Г. В. СЛОБОДНИЦКАЯ, Н. В. ЗЕНОВИЧ

*РУП «Институт рыбного хозяйства»,
ул. Стебенева, 22, 220024, г. Минск, Беларусь,
e-mail: belniirh@tut.by*

FLOUR CEREALS – A PROMISING RAW MATERIAL COMPONENT IN THE COMPOUND FEED FOR CARP

U. AGEYETS, Z. KOSHAK, G. SLOBODNICKAJA, N. ZENOVICH

*RUE “Fish Industry Institute”,
22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Belarus,
e-mail: belniirh@tut.by*

Аннотация. В статье представлена информация о возможности использования в составе комбикормов для карпа крупяных мучек. Составлены четыре композитные смеси, изучен их химический и аминокислотный состав. Осуществлено экспериментальное кормление сеголетков карпа разработанными смесями, установлено их превосходство по сравнению с зерном пшеницы.

Ключевые слова: комбикорм, крупяные мучки, сеголетки, физиологическое состояние, темп роста

Abstract. The article presents information about the possibility of using in the feed for carp cereal flours. Four composite mixtures were composed, their chemical and amino acid composition was studied. Experimental feeding of fingerlings of carp by the developed mixes is carried out, their superiority in comparison with grain of wheat is established.

Keywords: compound feed, cereal flour, fingerlings, physiological state, growth rate

Введение. Для кормления сеголетков карпа в рыбхозах Республики Беларусь используют комбикорма К-110 и К-110-Л с содержанием сырого протеина 24–26 %, содержанием сырого жира 3–6 %, для двух- и трехлетков карпа обычно применяется комбикорм К-111 с содержанием сырого протеина 23 %. При полноценном кормлении карпа указанными комбикормами будет наблю-

даться полноценный рост и развитие карпа. Однако в настоящее время в рыбхозах снижают нормы потребления комбикормов, причем в лучшем случае это 75 % от требуемого количества, а в худшем – не более 25 %. Особенно остро стоит вопрос с кормлением сеголетка, т. к. для уменьшения затрат на покупку комбикормов его часто кормят комбикормом К-111, что снижает темпы роста и развития рыбы. Широко используется при кормлении карпа зерно и отходы его очистки.

Отходы очистки зерна – это кормовые отходы I, II категории, полученные с зерноочистительных сепараторов при приемке зерна с автомобильного транспорта. По сравнению с прошлым веком эффективность этого оборудования существенно увеличилась, и возросли требования к количеству и качеству получаемых отходов. В настоящее время наличие целого зерна в отходах недопустимо, в процессе сепарирования получают 98,4 % очищенного зерна, направляемого на производство, 0,3 % грубой примеси (остья, стебли, колосья), 0,4 % крупной примеси (комочки земли, галька, семена дикорастущих растений), 0,6 % мелкой примеси (песок, изъеденные, испорченные зерна, дробленое зерно, семена культурных растений) и 0,3 % легкой примеси (оболочки зерна и других растений). Очевидно, что отходы очистки зерна не имеют высокой кормовой ценности для карпа, а иногда из-за попадания в отходы вредных примесей (спорынья, головня, угрица (нематода), вязель разноцветный, горчак ползучий, термопсис ланцетный, плевел опьяняющий и др.) могут оказывать токсическое воздействие на организм рыб, вплоть до гибели.

Кормление зерном может частично заменить кормление комбикормом при условии присутствия в рационе естественной пищи. Как правило, при кормлении карпа используют фуражную пшеницу и ячмень. Использование зерна овса затруднено из-за высокой пленчатости и острых оболочек, способных травмировать кишечник карпа. На основании всего вышеизложенного очевиден вывод: необходимо более широко использовать при производстве комбикормов и в качестве дополнительного корма для карпа высокоценные отходы крупяного производства, а именно крупяные мучки.

Результаты исследований и их обсуждение. Современный уровень развития пищевой и перерабатывающей промышленности и состояние их сырьевой базы требуют принципиально нового подхода к проблеме использования вторичных ресурсов.

Крупяное производство является источником вторичных сырьевых ресурсов, в частности крупяной мучки. Так при переработке ячменя в ячневую крупу в качестве побочного продукта получается 18 % мучки, при переработке ячменя в перловую крупу – 40 % мучки, при переработке пшеницы – 40 % кормовой мучки, при переработке овса – до 15,5 % мучки, при переработке гороха – 6,5 % мучки [1].

В настоящее время мучки в комбикормах для рыб у нас в стране не используются. За рубежом гороховая, ячменная, овсяная и пшеничная мучки используют в комбикормах для рыб как ценные источники протеина, жира и витаминов. Белковый комплекс крупяных мучек с точки зрения незаменимых аминокислот более полноценен, чем белки целого зерна.

Для научных исследований нами были отобраны образцы крупяных мучек с различных предприятий Республики Беларусь. Химический состав исследуемых крупяных мучек в сравнении с целым зерном представлен в табл. 1 [2].

Т а б л и ц а 1. **Химический состав зерна и мучек**

Сырье	Сырой протеин, %	Сырой жир, %	Сырая клетчатка, %	Сырая зола, %
Пшеница	11,5	2,2	2,7	1,6
Мучка пшеничная	14,2	3,0	4,0	2,3
Ячмень	11,0	2,2	5,5	2,4
Мучка ячменная	14,0	3,0	5,0	6,2
Горох	20,4	1,5	5,4	2,6
Мучка гороховая	22,2	1,8	7,3	3,6
Овес	10,5	4,5	10,3	3,0
Мучка овсяная	11,6	4,2	10,2	4,0

На следующем этапе исследований были составлены четыре композитные смеси из крупяных мучек с разным процентом содержания каждой из них. Состав данных смесей представлен в табл. 2.

Т а б л и ц а 2. Состав композитных смесей

Наименование смеси	Процент ввода крупяных мучек, %			
	ячменная	пшеничная	гороховая	овсяная
Композитная смесь № 1	50	30	10	10
Композитная смесь № 2	30	50	10	10
Композитная смесь № 3	30	50	15	5
Композитная смесь № 4	40	40	15	5

При определении качества пищевой ценности и потребительских достоинств композитных смесей важным является химический состав. Именно от большего или меньшего содержания и физико-химических свойств веществ, находящихся в смеси, зависят наиболее важные показатели их питательности и качества: усвояемость, энергетическая и биологическая ценность, пригодность для хранения, а также технологические достоинства.

На рис. 1 представлен внешний вид исследуемых образцов композитных смесей.



Композитная смесь № 1



Композитная смесь № 2



Композитная смесь № 3



Композитная смесь № 4

Рис. 1. Внешний вид исследуемых образцов композитных смесей

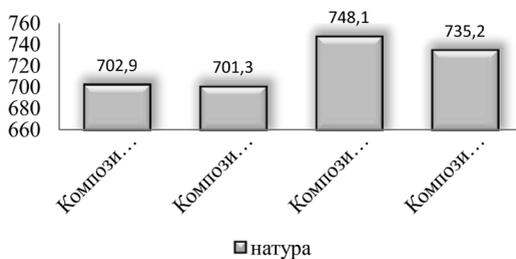


Рис. 2. Значение натурности образцов композитных смесей

Анализируя рис. 1 можно заметить, что цвет композитных смесей кремовый с оттенком серого, с видимыми вкраплениями частиц оболочек светло-коричневого цвета. Цвет композитных смесей напоминает цвет и структуру измельченного зерна.

В исследуемых образцах композитных смесей были определены физико-химические характеристики, такие как влажность, натурность, содержание протеина, жира, клетчатки и содержание микро- и макроэлементов. Значение натурности образцов композитных смесей представлены на рис. 2.

Из рис. 2 видно, что наибольшим значением натурности обладает композитная смесь № 3 из-за высокого содержания в ней пшеничной и ячменной муки, на втором месте композитная смесь № 4. Значения натурности композитных смесей близко к натурности зерна пшеницы (750 г/л) и ячменя (710 г/л).

Химический состав композитных смесей представлен в табл. 3.

Таблица 3. Химический состав композитных смесей

Наименование образца	Влажность, %	Содержание жира, %	Содержание протеина, %	Содержание клетчатки, %
Композитная смесь № 1	9,25	3,9	13,0	4,41
Композитная смесь № 2	8,2	3,7	13,9	3,81
Композитная смесь № 3	9,26	3,46	14,9	3,86
Композитная смесь № 4	10,6	3,21	15,0	3,91

В табл. 3 обращает на себя внимание невысокое содержание клетчатки в смесях, содержание протеина на уровне зерна пшеницы, причем продовольственного назначения, а содержание сырого жира выше, чем у зерна пшеницы.

Проведены исследования по определению содержания микро- и макроэлементов в образцах композитных смесей. Данные представлены в табл. 4.

Т а б л и ц а 4. Содержание микроэлементов в композитных смесях

Наименование образца	Микроэлементы, мг/кг				
	Zn	Mn	Cu	Co	I
Композитная смесь № 1	28,2	33,6	2,84	0,1	0,017
Композитная смесь № 2	40,8	38,2	2,84	0,096	0,021
Композитная смесь № 3	40,65	34,05	2,73	0,063	0,0026
Композитная смесь № 4	34,35	31,75	2,73	0,065	0,024

Потребность карпа в микроэлементах, таких как цинк, марганец, медь, кобальт и йод соответственно равны 15–30, 13–20,3, 0,1–1,2, 1,6 мг/кг. Из данных табл. 4 видно, что все композитные смеси полностью удовлетворяют потребность карпа в таких микроэлементах как цинк, марганец, медь. В табл. 5 представлено содержание макроэлементов в композитных смесях.

Т а б л и ц а 5. Содержание макроэлементов в композитных смесях

Наименование образца	Макроэлементы, %				
	K	Mg	Fe	S	Cl
Композитная смесь № 1	0,42	0,12	0,003	0,28	0,2
Композитная смесь № 2	0,44	0,12	0,003	0,29	0,2
Композитная смесь № 3	0,46	0,122	0,0025	0,28	0,17
Композитная смесь № 4	0,45	0,124	0,0025	0,28	0,17

Содержание макроэлементов в исследуемых смесях достаточно высокое и полностью удовлетворяет потребности карпа в этих элементах.

Белки являются одним из главных элементов клеток и тканей и выполняют широкий диапазон функций. Они входят в состав

клеточных мембран и обеспечивают структурную эластичность и жесткость мышц, эластичность скелета и тканей других органов. Внутри клеток, в межклеточных жидкостях и крови белки принимают участие в транспортных и каталитических процессах, входя в состав ферментов. Они обеспечивают защитную функцию, являясь основой антител, и принимают участие в процессах регуляции обмена веществ в составе гормонов. В процессе роста белки являются главной составной частью синтезируемого органического вещества. При организации кормления рыб количеству и качеству белка в корме как основному фактору, обеспечивающему рост, уделяется особое внимание [3, 4, 5].

В количественном отношении основная масса белка откладывается в белых мышцах. Кроме того, у рыб отложение протеина в белых мышцах идет быстрее и в большем количестве используется на рост. Белки не откладываются в запас, они являются структурным элементом тканей. Их расход в организме при недостаточном поступлении с пищей или голодании приводит к разрушению протоплазмы клеток и в первую очередь клеток мышц и печени. Поэтому количество и качество белка, степень его переваримости и усвоения в организме животного во многом определяют питательную ценность корма. Организм 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 [6]. Поэтому биологическая ценность любого корма зависит от состава и содержания аминокислот.

Оптимальные соотношения протеина и энергии для большинства объектов аквакультуры находятся в пределах 12–30 мг переваримого протеина на 1 кДж переваримой энергии, а протеина и жира – 36:18 [7, 8, 9, 10, 11]. При недостатке незаменимых аминокислот в корме тормозится рост рыб, снижается усвояемость пищи, это негативно отражается на аппетите и жизнестойкости. Дефицит некоторых аминокислот вызывает патологические отклонения. Например, недостаток триптофана в раци-

оне радужной форели через 4 недели приводит к искривлению позвоночника (лордоза, сколиоза) более чем у половины особей; при недостатке метионина наблюдалась катаракта глаз и снижалась жизнестойкость рыб, недостаток метионина и цистина вызывает увеличение размеров печени [12, 13]. Недостаток лизина приводит к нарушению азотистого и минерального обмена, что нарушает формирование костей, наступает истощение мышц тела, уменьшается концентрация эритроцитов и гемоглобина.

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. Триптофан способствует синтезу гемоглобина и образованию белков плазмы крови. При недостатке его нарушается синтез некоторых витаминов, например, РР (никотиновая кислота), понижается активность пищеварительных процессов, некоторых гормонов, нарушается деятельность половых органов рыб. Лейцин и изолейцин способствуют гормональной деятельности желез внутренней секреции, участвуют в синтезе белков и образовании каротиноидов. Фенилаланин и тирозин участвуют в образовании гормонов щитовидной железы, повышают активность ферментов пищеварительного тракта [13, 14].

Не менее значительна роль заменимых аминокислот. Главное внимание следует уделять глутаминовой кислоте, так как она принимает активное участие в качестве донора аминокрупп при биосинтезе большинства других заменимых аминокислот [15, 16]. Неоднократно отмечалось участие аминокислот, особенно заменимых, в энергетическом обмене рыб и использование их углеродных остатков в качестве субстратов для глюконеогенеза – образовании глюкозы из неуглеводных соединений [12, 17].

Отличаясь по видовому разнообразию, рыбы отличаются и по потребности в аминокислотах. Последние исследования в области нормирования комбикормов по аминокислотному со-

ставу были проведены в 1990-е гг., этими данными ученые пользуются до настоящего времени. В монографии W. Steffens (1985) отмечена роль аргинина и гистидина: в молодом возрасте для теплокровных 26 животных они незаменимы, по мере же затухания роста данные аминокислоты становятся заменимыми [18]. Для таких рыб, как лосось, форель, карп, канальный сом и другие, данные неизменны для всех возрастов. Постоянная незаменимость аргинина и гистидина в питании рыб объясняется их способностью к росту в течение всей жизни и является характерной чертой аминокислотного обмена среди других позвоночных животных. Наибольшее значение для рыб из незаменимых аминокислот по мнению зарубежных ученых К. Коуи и Дж. Сарджент (1983) имеют аргинин, лизин и валин [19]. При этом оптимальный уровень ряда аминокислот в рационе с возрастом снижается – это объясняют постепенным падением темпа роста в связи с накоплением биомассы и с факторами его определяющими. Есть мнение, что изменение с возрастом необходимого количества аминокислот в комбикормах связано с тем, что молодь более активна, в старшем возрасте увеличивается доля участия липидов и углеводов в энергетическом обмене и потребности в аминокислотах снижаются [12]. Аминокислотный состав разработанных комбинированных смесей представлен в табл. 6.

Т а б л и ц а 6. Аминокислотный состав комбинированных смесей

Аминокислота	Содержание АК, мг/100 г	мг АК/1 г белка	АК в идеальном белке (FAO/ВОЗ)	Аминокислотный скор, %
<i>Комбинированная смесь № 1</i>				
Лизин	516	39,69	55	72,17
Треонин	1932,3	148,64	40	371,60
Метионин + Цистеин	20	1,54	35	4,40
Валин	606,7	46,67	50	93,34
Фенилаланин + тирозин	788,3	60,64	60	101,06
Лейцин	316,8	24,37	70	34,81
Изолейцин	681,6	52,43	40	131,08
<i>Комбинированная смесь № 2</i>				
Лизин	525,2	37,78	55	68,70
Треонин	1975,4	142,12	40	355,29

Аминокислота	Содержание АК, мг/100 г	мг АК/1 г белка	АК в идеальном белке (ФАО/ВОЗ)	Аминокислотный скор, %
Метионин + цистеин	20	1,44	35	4,11
Валин	649,1	46,70	50	93,40
Фенилаланин + тирозин	808,1	58,14	60	96,89
Лейцин	315,7	22,71	70	32,45
Изолейцин	680	48,92	40	122,30
<i>Композитная смесь № 3</i>				
Лизин	597,5	40,10	55	72,91
Треонин	1585,6	106,42	40	266,04
Метионин + цистеин	20	1,34	35	3,84
Валин	710,6	47,69	50	95,38
Фенилаланин + тирозин	897,8	60,26	60	100,43
Лейцин	337,2	22,63	70	32,33
Изолейцин	782,2	52,50	40	131,24
<i>Композитная смесь № 4</i>				
Лизин	597,4	39,83	55	72,41
Треонин	1625,4	108,36	40	270,90
Метионин + цистеин	20	1,33	35	3,81
Валин	721,4	48,09	50	96,19
Фенилаланин + тирозин	989,3	65,95	60	109,92
Лейцин	366,4	24,43	70	34,90
Изолейцин	882,8	58,85	40	147,13

Анализ табл. 9 показывает, что во всех композитных смесях лимитирующей аминокислотой является метионин совместно с цистеином, аминокислотный скор которых составляет от 3 до 5 %.

Поэтому для повышения биологической ценности композитной смеси было увеличено содержание гороховой мучки до 40 % за счет снижения процента ввода ячменной и пшеничной мучек, что сбалансировало композитную смесь по содержанию лизина и валина, а также аргинина.

Было проведено кормление сеголетков карпа разработанными композитными смесями в условиях аквариальной. Эксперимент показал, что при кормлении композитной смесью № 2 удельная скорость роста рыб была максимальной и соста-

вила 0,45 % в сутки. Кормовой коэффициент при этом был равен 6,2 ед., что ниже на 23 % по сравнению с зерном пшеницы.

Заключение. Для повышения эффективности кормления карпа при одновременном снижении стоимости кормов созданы варианты научно-обоснованных рецептов с использованием вторичных продуктов пищевых производств, в данном случае крупяных мучек. Были составлены четыре варианта композитных смесей из пшеничной, ячменной, гороховой и овсяной мучек.

Установлено, что данные смеси имеют более сбалансированный аминокислотный состав, нежели целое зерно пшеницы. По результатам лабораторного кормления сеголетка карпа установлено, что при использовании композитной смеси № 2 (ячменная мучка – 30 %, пшеничная мучка – 50 %, гороховая мучка – 10 %, овсяная мучка – 10 %) кормовой коэффициент составил 6,2 ед., удельная скорость роста – 0,45 %/сут., что превосходит зерно пшеницы на 16 % и 23 % соответственно. Остальные композитные смеси дали худшие результаты. Поэтому оптимальной композитной смесью из рассмотренных вариантов является смесь со следующим соотношением крупяных мучек: ячменная – 30 %, пшеничная – 50 %, гороховая – 10 % и овсяная – 10 %.

Список использованных источников

1. Правила организации и ведения технологического процесса на крупяных предприятиях ВНПО «Зернопродукт». – М. : ЦНИИТЭИ хлебопродуктов, 1990. – Ч. 1. – 78 с.
2. Петрухин, И. В. Корма и кормовые добавки : справ. / И. В. Петрухин – М.: Росагропромиздат, 1989. – 526 с.
3. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – 360 с.
4. Brummett, R. E. Aquaculture for African smallholding / R. E. Brummett, R. P. Noble. – ILARM Tech Rep 46, World Fish centre, Penang, Malaysia, 1995. – P. 143–154.
5. Brummett, R. E. African aquaculture: Realizing the potential. Food Policy / R. E. Brummett, J. Lazard, J. Moehl. – 2008. – P. 371–385.
6. Ketola, H. G. Amino acid nutrition of fishes: Requirements and supplementation of diets / H. G. Ketola // Comparative Biochemistry and Physiology. Part B: Biochemistry and Molecular, 1982. – P. 17–24.

7. Kaushik, S. Nutrition et alimentation des poissons et contre-jal des écloseries piscicoles / S. Kaushik // *Pise. Franc.* – 1990. – № 101. – P. 14–23.
8. Kaushik, S. Protein nutrition and metabolism in fish / S. Kaushik // *Protein metabolism and Nutrition : Proc. of the 7th Intern. Symp., Vail de Santarew (PRT) /05/ – 1995.* – P. 47–56.
9. Threne, M. Energy consumption in the Danish fishery. Identification of key factors / M. Threne // *J. of Ind. Ecol.* – 2004. – P. 223–239.
10. Threne, M. LCA of Danish fish products. New methods and insight / M. Threne // *Int: J. LCA*, 2006. – P. 66–74.
11. Schau, E. M. Energy consumption in Norwegian fisheries / E. M. Schau [et al.] // *J. of Cleaner Production*, 2009. – P. 325–334.
12. Остроумова, И. Н. Биологические основы кормления рыб / И. Н. Остроумова. – СПб., 2001. – 372 с.
13. Гусева, Ю. А. Инновационное выращивание ленского осетра в садках / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев. – Saarbrucken : LAP Lambert Academic publishing, 2013. – 128 с.
14. Желтов, Ю. А. Кормление разновозрастных ценных видов рыб в фермерских рыбных хозяйствах / Ю. А. Желтов. – Киев: «ИНКОС», 2006. – С. 191–192.
15. Макарец, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных / Н. Г. Макарец. – Калуга, 2007. – 608 с.
16. Comparative effect of sesamin and episesamin on the activity and gene expression of enzymes in fatty acid oxidation and synthesis in rat liver / M. Kushiro [et al.]. *J. Nutri Biochem*, 2002. – P. 289–295.
17. Ланинджер, А. Биохимия. Молекулярные основы структуры и функции клетки / А. Ланинджер. – Москва: Мир, 1974. – 957 с.
18. Steffens, W. Grundlagen der Fischernahrung / W. Steffens. – VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 1985. – 226 p.
19. Коуи, К. Питание / К. Коуи, Дж. Сарджент // *Биоэнергетика и рост рыб.* – М.: Легкая и пищевая пром-сть, 1983. – С. 8–69.