

DOI 10.25741/2413-287X-2020-12-3-127

УДК 639.3.043

# ЭФФЕКТИВНОСТЬ БЕЛКОВЫХ КОМПОНЕНТОВ В КОМБИКОРМАХ ДЛЯ МОЛОДИ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

**Р. АРТЕМОВ, М. АРНАУТОВ, В. ГЕРШУНСКАЯ**, кандидаты техн. наук, **И. БУРЛАЧЕНКО**, д-р биол. наук, **К. СУХОВЕР, М. ЕЖКИН**, ФГБНУ «ВНИРО»

E-mail: protein@vniro.ru

*Проведены рыбоводные испытания и выполнена биологическая оценка эффективности применения продукционных комбикормов для молоди осетровых рыб с полным замещением рыбной муки на мясную. Установлено, что такая замена не влияет на рыбоводные показатели, химический состав мышечной ткани и дает положительный экономический эффект при выращивании рыб в установках замкнутого цикла водоснабжения (УЗВ).*

Ключевые слова: комбикорма, мясная мука, молодь осетровых рыб, установки замкнутого цикла водоснабжения (УЗВ).

Рыбная мука традиционно является основным источником белка в комбикормах для объектов аквакультуры. Это связано не только с ее сбалансированным аминокислотным профилем, высокой усвояемостью, но и с тем, что в ее состав входят незаменимые жирные кислоты, фосфолипиды, минеральные вещества и витамины, в наибольшей степени соответствующие пищевым потребностям рыб [5]. Однако в последние годы наблюдается неуклонное снижение уровня рыбной муки в комбикормах для рыб в связи с ее дефицитом на рынке, сопровождающимся ростом цен, а также частыми случаями фальсификации [1]. Кроме того, рыбная мука сильно варьирует по составу и качеству в зависимости от вида, возраста, ареала, сезона добычи рыбы, используемой для производства рыбной муки, технологии ее производства. В связи с этим вопрос об альтернативных источниках полноценного белка для замены рыбной муки в комбикормах для объектов аквакультуры сохраняет свою актуальность на протяжении последних десятилетий.

В Российской Федерации мясная мука — один из перспективных высокобелковых компонентов. Годовые объемы производства мясной и мясокостной муки стабильны и превышают 450 тыс. т [2]. В настоящее время мясная мука производится либо по варочной технологии с содержанием протеина 60–64% и низкой усвояемостью, либо с использованием процесса экструзии, подразумевающего глубокую переработку высокобелковых отходов животно-

*The aquacultural test of the nutritional and biological value of the commercial compound feeds for juvenile acipenserid fishes with full substitution of meat meal for fishmeal was performed. It was found that this substitution did not affect the productive performance and chemical composition of muscular tissue in growing fishes and resulted in better profitability of the rearing of the fishes in closed-cycle production units.*

Keywords: compound feeds, meat meal, juvenile acipenserid fishes, closed-cycle production units.

го происхождения. Экструзионная технология переработки отходов убоя и мясопереработки в качестве альтернативы варочной технологии позволяет получать безопасный высокоусвояемый и высокобелковый кормовой продукт, стоимость которого на российском рынке в два–три раза ниже стоимости рыбной муки [4, 6].

Ранее уже была показана перспективность применения мясной и мясокостной муки в кормах для рыб [5]. Однако ее использование было лимитировано из-за отсутствия эффективных способов стабилизации качества, в частности торможения процессов окисления липидов, что негативно сказывалось на росте и выживаемости рыб. Применение современных технологий обеспечивает высокое качество продукта, в котором уровень окисленных липидов значительно ниже. По данным последних зарубежных исследований [8, 9], ввод мясной муки в комбикорма для ценных видов рыб не оказывает негативного влияния на их ростовые показатели.

Осетровые рыбы — традиционные ценные объекты аквакультуры. В настоящее время в товарном осетроводстве используются преимущественно комбикорма импортного производства, которые в текущей экономической ситуации значительно снижают рентабельность отечественной аквакультуры. Затраты на специализированные корма для ценных видов рыб составляют более 40% от общей структуры расходов, что в свою очередь приводит к высоким ценам на товарную продукцию. Таким образом, поиск экономически

Таблица 1. Химический состав основных белковых компонентов

Компонент	Содержание, %					
	сырого протеина	сырого жира	БЭВ	сырой клетчатки	сырой золы	влаги
Рыбная мука	64,68 ± 0,98	10,07 ± 0,14	0,39 ± 0,02	—	21,70 ± 0,15	3,16 ± 0,05
Мясная мука	84,58 ± 0,89	0,20 ± 0,02	—	0,53 ± 0,03	8,86 ± 0,21	7,14 ± 0,11

выгодных видов сырья, способных заменить рыбную муку в производственных отечественных комбикормах для осетровых рыб без ухудшения рыбоводных и качественных показателей является актуальным.

Объектами исследования в нашей работе стали рыбная и мясная мука, а также комбикорма на их основе, которые в эксперименте получала молодь осетровых рыб. Характеристика основных белковых компонентов, включенных в рецепты комбикормов, приведена в таблице 1.

Комбикорма вырабатывались по следующей технологии: измельчение компонентов, смешивание, увлажнение кормовой смеси, экструдирование, сушка, ожиривание (нанесение жира на экструдат), охлаждение и упаковка. Экструдировали комбикорма в двухшнековом экструдере марки TSH-32 при использовании матрицы с отверстиями диаметром 3 мм. Сушку экструдированных гранул и нанесение на них жировых компонентов выполняли на многофункциональной сушилке марки DPI-II в псевдооживленном слое.

Рецепты экспериментальных производственных комбикормов для молоди осетровых рыб с различными источниками протеина представлены в таблице 2. Поскольку содер-

жание сырого протеина в мясной муке было несколько выше, ее ввод был снижен на 3%. Помимо исследуемых рыбной и мясной муки, в составе комбикормов вводили традиционные компоненты растительного и животного происхождения.

В качестве контроля использовали производственный корм для осетров европейского производства, в составе которого рыбная мука, соевая мука, кукурузный глютен, пшеница, концентрированный белок подсолнечника, концентрированный соевый белок, дрожжи, рыбный жир, рапсовое масло.

Рыбоводно-биологические испытания экспериментальных комбикормов проходили в аквариальном комплексе ФГБНУ «ВНИРО» в условиях установки с замкнутым циклом водоснабжения (УЗВ) на трех группах сеголеток бестера аксайской породы. Средняя масса рыб в начале опыта составляла 148,8 г. Сеголеток по 100 шт. распределили в три пластиковые бассейна объемом по 3 м<sup>3</sup> с начальной плотностью посадки 5 кг/м<sup>3</sup>. Температура воды в бассейнах поддерживалась на уровне 21°C, растворенного в ней кислорода содержалось на уровне 7,8 мг/л. Суточный рацион кормления составлял 2,1% и рассчитывался в зависимости от массы тела рыб и температуры воды. Кормили рыб вручную, три раза в сутки. Эксперимент продолжался 46 суток.

Для оценки влияния экспериментальных комбикормов на молодь рыб определяли следующие рыбоводно-биологические показатели: выживаемость, абсолютный, относительный и среднесуточный прирост, удельную скорость роста, кормовой коэффициент, индекс упитанности по Фультону [5]. Эффективность кормов также оценивали по их влиянию на обмен веществ, для этого определяли содержание влаги, белка, жира, золы в образцах мышечной ткани рыбы.

Согласно проведенным исследованиям по компонентному и химическому составу, по обеспеченности энер-

Таблица 2. Рецепты комбикормов с различными источниками протеина

Компонент, %	Шифр комбикорма	
	KOP-PM	KOP-MM
Рыбная мука	28,0	—
Мясная мука	—	25,0
Жир рыбный*	6,0	6,0
Масло подсолнечное*	2,0	2,0
Монокальцийфосфат	0,8	0,8
Премикс	1,0	1,0
Растительные компоненты (пшеница, соевый шрот, подсолнечный жмых, кукурузный глютен)	62,2	65,2

\* Данный компонент наносился после экструзии.

Таблица 3. Химический состав и валовая энергия комбикормов

Вариант комбикорма	Содержание, %						Валовая энергия, МДж/кг
	влаги	сырого протеина	сырого жира	сырой золы	БЭВ	клетчатки	
Контроль	6,59 ± 0,04	45,48 ± 0,50	12,82 ± 0,15	6,33 ± 0,09	26,47 ± 0,31	2,90 ± 0,09	20,5
KOP-PM	5,42 ± 0,12	46,39 ± 0,33	12,53 ± 0,23	10,18 ± 0,20	25,49 ± 0,18	4,91 ± 0,10	20,5
KOP-MM	5,74 ± 0,16	44,01 ± 0,43	10,85 ± 0,26	7,45 ± 0,10	27,58 ± 0,21	4,47 ± 0,08	20,5

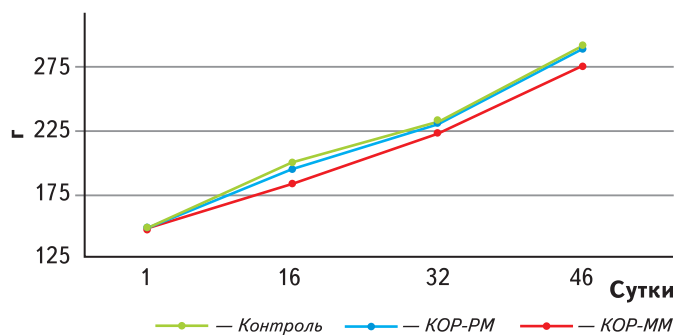
гией экспериментальные комбикорма были близки к контрольному комбикорму (табл. 3). Содержание сырого жира в комбикорме с мясной мукой (КОР-ММ) было на 2% меньше по сравнению с другими вариантами, что обусловлено практически полным отсутствием липидов в этом белковом компоненте.

Аминокислотный анализ показал, что контрольный и экспериментальные комбикорма близки по содержанию незаменимых аминокислот (табл. 4). Корм с рыбной мукой (КОР-РМ) отличался высоким содержанием лизина и метионина. В комбикорме с мясной мукой из незаменимых аминокислот отмечено преобладание аргинина, а из заменимых — глицина, пролина, глутаминовой и аспарагиновой аминокислот.

Результаты, представленные на рисунке, свидетельствуют, что динамика изменения массы молоди осетровых рыб при всех вариантах кормов была высокой и сопоставимой с известными литературными данными [3, 7, 9]. Молодь, получавшая комбикорм с мясной мукой, немного отставала по темпам роста от контрольной группы и группы КОР-РМ. При статистическом анализе установлено, что в конце исследования по средней массе молодь осетровых рыб, выращенная на экспериментальных комбикормах с рыбной и мясной мукой, существенно не различалась между собой и контрольной группой ( $P > 0,05$ ). При этом следует отметить, что выживаемость во всех бассейнах была 100%-ной.

Таблица 4. Аминокислотный состав комбикормов

Аминокислота	Содержание в 100 г комбикорма, г		
	контроль	КОР-РМ	КОР-ММ
Лизин	2,17	2,41	2,73
Метионин	1,02	2,03	1,77
Аргинин	1,99	1,91	2,90
Гистидин	0,80	1,84	0,33
Фенилаланин	1,62	1,09	1,53
Треонин	1,02	1,26	1,40
Валин	1,55	1,44	1,59
Лейцин	2,82	1,72	2,60
Изолейцин	1,11	1,24	1,39
Триптофан	0,36	0,13	0,26
<i>Сумма незаменимых аминокислот</i>	14,46	15,07	16,50
Аспарагиновая кислота	3,00	2,14	3,24
Глутаминовая кислота	4,38	3,1	5,45
Серин	1,24	1,43	1,89
Глицин	1,48	1,81	3,83
Аланин	1,83	0,95	2,75
Тирозин	1,17	1,34	0,82
Пролин	1,89	1,58	3,62
Цистин	0,54	0,49	0,35
<i>Сумма заменимых аминокислот</i>	15,53	12,84	21,95



Динамика средней массы молоди осетровых рыб

Анализ результатов опыта показал, что замена в рационе молоди осетровых рыб рыбной муки на мясную незначительно влияет на комплекс рыбоводно-биологических показателей (табл. 5). По удельной скорости роста рыбы из группы, получавшей корм с мясной мукой, на 5–6% уступали контролю и опытной группе, выращенной на комбикорме КОР-РМ. Все группы были близки между собой по коэффициенту упитанности и кормовому коэффициенту.

Для оценки влияния комбикормов с различными источниками протеина на показатели качества и пищевой ценности мяса осетровых рыб исследован химический состав их мышечной ткани (табл. 6).

По мере роста в теле рыб изменилось соотношение влаги и липидов: в начале эксперимента мышечная ткань была более обводненной и менее жирной. Увеличение общего содержания жира характеризует особенности физиологических процессов, происходивших в мышцах молоди под влиянием кормов различного состава. В теле гибридов, выращенных на корме КОР-ММ, количество липидов снижено на 1,2–2,4%, что может быть связано

Таблица 5. Рыбоводно-биологические показатели выращивания осетровых рыб

Показатель	Вариант комбикорма		
	контроль	КОР-РМ	КОР-ММ
Средняя начальная масса, г	148,8 ± 2,7	149,2 ± 3,1	147,8 ± 3,3
Средняя конечная масса, г	291,1 ± 7,0	289,5 ± 7,4	276,1 ± 8,2
Абсолютный прирост, г	142,3	140,3	128,3
Среднесуточный прирост, г	3,09	3,05	2,79
Удельная скорость роста, %	1,40	1,39	1,32
Коэффициент массонакопления, ед.	0,087	0,086	0,079
Коэффициент упитанности по Фультону, ед.	0,97	1,04	1,01
Кормовой коэффициент, г корма/г прироста	1,3	1,3	1,4

с меньшим уровнем жира в экспериментальном комбикорме. Содержание белка в мышечной ткани рыб, получавших контрольный и опытные корма, достоверно не различалось ( $P > 0,05$ ).

Таким образом, полная замена в комбикорме для молоди осетровых рыб рыбной муки на мясную

не оказала отрицательного влияния на показатели роста и химический состав мышечной ткани. В этой связи можно говорить о том, что качественная мясная мука может использоваться в комбикормах для ценных объектов аквакультуры, полностью заменяя рыбную муку. Это снизит себестоимость комбикормов в среднем на 20% и повысит экономическую эффективность выращивания рыб.

#### Литература

1. Аминокислотный профиль рыбной муки / М. Филиппов [и др.] // Комбикорма. — 2012. — № 5. — С. 79–81.
2. За 8 месяцев в России произвели 335,4 тыс. тонн мясокостной муки [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [http://soyaneews.info/news/za\\_8\\_mesyatsev\\_v\\_rossii\\_proizveli\\_335-4\\_tys-tonn\\_myasokostnoy\\_muki.html](http://soyaneews.info/news/za_8_mesyatsev_v_rossii_proizveli_335-4_tys-tonn_myasokostnoy_muki.html). — Дата доступа 27.08.2020.
3. Калмыков, В. Г. Использование кормового концентрата «Сарепта» в комбикормах для русского осетра / В. Г. Калмыков, В. Г. Дикусаров // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. — 2017. — № 2. — С. 21–35.

Таблица 6. Химический состав мышечной ткани осетровых рыб

Показатель	Содержание веществ, %			
	В начале опыта	В конце опыта		
		контроль	КОР-РМ	КОР-ММ
Белок	16,01 ± 0,41	16,14 ± 0,48	15,56 ± 0,41	16,01 ± 0,43
Жир	6,61 ± 0,04	10,63 ± 0,08	9,41 ± 0,02	8,22 ± 0,04
Зола	1,05 ± 0,01	1,04 ± 0,01	1,03 ± 0,01	1,08 ± 0,01
Влага	75,69 ± 0,31	72,08 ± 0,57	73,01 ± 0,70	74,19 ± 0,97

4. Немного о мясной муке [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://prodovita.tiu.ru/a148840-nemnogo-myasnoj-muke.html>. — Дата доступа 27.08.2020.
5. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. — ВНИРО, 2006. — 360 с.
6. Экструзионная переработка отходов убоя и мясoperеработки / А. Гарзанов [и др.] // Комбикорма. — 2016. — № 3. — С. 34–35.
7. Эффективность использования белкового концентрата из белого люпина в комплексе с мясокостной мукой в комбикормах при выращивании молоди сибирского осетра / С. И. Николаев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. — 2019. — № 4 (56). — С. 146–152.
8. Feather meals and meat and bone meals from different origins as protein sources in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) diets / D. P. Bureau [et al.] // Aquaculture. — 2000. — № 181. — P. 281–291.
9. Replacement of fish meal with blend of rendered animal protein in diets for Siberian sturgeon (*Acipenser baerii* Brandt), results in performance equal to fish meal fed fish / H. Zhu [et al.] // Aquaculture Nutrition. — 2011. — V. 17. — P. 389–395. ■



#### ИНФОРМАЦИЯ

**Председатель Правительства РФ** Михаил Мишустин подписал распоряжения о внесении в Государственную Думу Российской Федерации проектов изменений в закон «О ветеринарии» и связанных с ними поправках в Налоговый кодекс Российской Федерации.

Принятие данных законопроектов будет способствовать обращению на территории Российской Федерации безопасных кормовых добавок, увеличению финансовой прозрачности процедуры государственной регистрации, переходу к современным механизмам администрирования сферы и снижению нагрузки на

бизнес. Изменения в Федеральный закон «О ветеринарии» устанавливают новый порядок государственной регистрации кормовых добавок.

В перечень продуктов, подлежащих регистрации, вошли добавки с новым составом действующих и вспомогательных веществ, а также впервые производимые или ввозимые в страну.

От государственной регистрации будут освобождены добавки, предназначенные для экспорта, научных исследований, созданные из уже зарегистрированных веществ, произведенные гражданами или подсобными хозяйствами не для продажи,

а также содержащиеся в техническом регламенте о безопасности пищевых добавок.

Также изменениями устанавливаются типы организаций, которые участвуют в оценке образцов и проведении экспертизы кормовых добавок.

Документ предусматривает введение госпошлины за процедуру регистрации. Соответствующие изменения будут внесены в Налоговый кодекс Российской Федерации.

[mcs.gov.ru/press-service/news/pravitelstvom-rf-odobreny-izmeneniya-v-zakon-o-veterinariiv-chasti-registratsii-kormovykh-dobavok/](https://mcs.gov.ru/press-service/news/pravitelstvom-rf-odobreny-izmeneniya-v-zakon-o-veterinariiv-chasti-registratsii-kormovykh-dobavok/)