

УДК: 639.3.043.2

ПРИЖИЗНЕННОЕ ФОРМИРОВАНИЕ ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ КАРНОЗИНА В МЫШЦАХ ГИБРИДОВ ОСЕТРОВЫХ РЫБ

Гершунская Валерия Владимировна, ведущий научный сотрудник отдела кормов и кормовых компонентов ФГБНУ «ВНИРО»

Арнаутов Максим Владимирович, начальник отдела кормов и кормовых компонентов ФГБНУ «ВНИРО»

Артемов Андрей Викторович, главный специалист отдела кормов и кормовых компонентов ФГБНУ «ВНИРО»

Аннотация. Представлены данные по зависимости содержания карнозина в мышечной ткани гибридов осетровых рыб от компонентного и аминокислотного состава комбикормов при выращивании в условиях УЗВ.

Ключевые слова: осетровые рыбы, гибриды, карнозин, комбикорма, аминокислотный состав

В соответствии со статистическими сведениями в 2020 году выращивание осетровых рыб в мире превысило 120 тыс. т. и в несколько раз превзошло их промышленный вылов в 20 веке [4]. В настоящее время товарным осетроводством занимаются более чем в 30 странах; крупнейшими производителями являются Китай, Россия, Армения, Иран, страны Европейского союза. В последние годы все больший интерес вызывает целенаправленная гибридизация осетровых, благодаря которой возможно получение пород, характеризующихся высокой выживаемостью, быстрым ростом, большим выходом съедобной части, накоплением питательных веществ в мышечной ткани [2]. При переработке гибридов увеличиваются возможности для получения пищевой продукции определённого ассортимента или с заданными свойствами.

Согласно литературным данным [1, 3], мышечная ткань осетровых рыб естественной популяции содержит довольно высокий уровень карнозина – 200-300 мг%. В мясе различных гибридов осетровых рыб, выращиваемых в условиях аквакультуры, обнаружено от 127 до 240 мг этого вещества [1; 5]. Карнозин – это дипептид, состоящий из аминокислот β-аланина и гистидина, который обладает антиоксидантным и иммуномодулирующим действием, повышает выносливость организма при интенсивной мышечной работе за счет поддержания уровня рН внутри клеток [3]. Адекватный уровень суточного потребления карнозина составляет 200 мг/сутки [6] и таким образом производство специализированной пищевой продукции из осетровых рыб и их гибридов, содержащей высокий уровень карнозина, является весьма перспективным.

В ряде работ было показано, что комбикорма, содержащие кровяную муку, способствуют накоплению до 350 мг% карнозина в мышечной ткани птиц

и свиней. Такой эффект могло оказать высокое содержание аминокислот аланина и гистидина (прекурсоров карнозина) в этом компоненте.

В связи с вышеизложенным, целью наших исследований было изучение возможности регулирования уровня карнозина в мышечной ткани гибридов осетровых рыб путем использования комбикормов с высоким содержанием кровяной муки.

Для проведения исследований было смоделировано три рецепта комбикормов с различным количеством кровяной муки: без данного компонента (КМ-0), с 5 и 7 % кровяной муки (КМ-5 и КМ-7 соответственно).

Комбикорма изготавливали на полупромышленной линии Amandus Kahl (Германия) методом экструдирования при использовании матрицы с отверстиями диаметром 4 мм.

Биологические испытания экспериментальных кормов проводили в аквариальном комплексе ВНИРО в условиях УЗВ на двухлетних гибридах калуги с амурским осетром (далее К×АО). Рыб содержали в бассейнах объемом 3 м³ с начальной плотностью посадки около 11,5 кг/м³. Температура воды в бассейнах в среднем была 21,6 °С, содержание растворённого в воде кислорода – 8,5 мг/л. Продолжительность эксперимента составила 50 суток. Для оценки эффективности определяли ростовые показатели и кормовые затраты [7].

Исследования аминокислотного состава белков проводили с помощью автоматического аминокислотного анализатора Aracus (membraPure, Германия) методом постколоночной дериватизации с нингидрином. Для определения связанных аминокислот образцы комбикормов предварительно подвергали гидролизу в 6 N соляной кислоте при 110 °С в течение 24 часов. Карнозин в мышечной ткани, определяли в водном экстракте, полученном после осаждения белка.

Оценку влияния аминокислотного состава комбикормов на накопление карнозина в мышечной ткани гибридов осетровых проводили с применением метода многофакторного анализа данных и их статистической обработки с помощью программы Statistica.

При моделировании рецептов продукционных комбикормов для гибридов осетровых рыб были использованы различные источники белка – рыбная и кровяная мука, соевый концентрат, пшеничный и кукурузный глютен. Анализ аминокислотного состава компонентов выявил, что кровяная мука отличалась максимальным содержанием аланина (7,5 г/100 г белка) и гистидина (6,2 г/100 г белка) по сравнению с другими компонентами.

Все экспериментальные корма содержали в среднем 48 % белка и 11 % жира. Данные по аминокислотному составу комбикормов (табл. 1) свидетельствуют о присутствии в них всех незаменимых аминокислот, на уровне соответствующем физиологическим потребностям осетровых рыб. В кормах выявлено различное содержание аминокислот - предшественников карнозина: аланин находился в диапазоне от 2,3 до 2,9 г, а гистидин от 1,2 до 1,4 г. Минимальным количеством данных аминокислот отличались комбикорма, в состав которых входила только рыбная мука и растительные

компоненты (КМ-0), максимальным – комбикорма, содержавшие 7 % кровяной муки.

Таблица 1

Аминокислотный состав белков комбикормов для осетровых рыб

Наименование аминокислоты	Шифр комбикорма		
	КМ-0	КМ-5	КМ-7
Лизин	3,0	2,8	2,9
Метионин	0,9	1,0	0,9
Аргинин	2,9	2,7	2,7
Лейцин	4,4	4,0	4,0
Изолейцин	2,0	1,8	1,8
Валин	2,6	2,2	2,5
Фенилаланин	2,6	2,4	2,4
Треонин	1,9	1,6	1,8
Аспарагиновая кислота	4,7	4,2	4,4
Серин	2,5	2,1	2,3
Глутаминовая кислота	9,8	8,2	8,7
Глицин	2,3	1,9	2,2
Тирозин	1,7	1,5	1,5
Гистидин	1,2	1,3	1,4
Аланин	2,3	2,5	2,9
Цистин+цистеин	0,8	0,6	0,7
Пролин	2,9	2,5	2,6

Рыбоводно-биологическая оценка эффекта применения комбикормов с кровяной мукой представлена в табл. 2.

Таблица 2

Показатели роста гибридов К×АО на комбикормах с кровяной мукой

Показатели	КМ-0	КМ-5	КМ-7
Средняя начальная масса, кг	3,14±0,10	3,04±0,21	2,88±0,12
Средняя конечная масса, кг	4,34±0,33	4,31±0,64	4,08±0,18
Абсолютный прирост, кг	1,20	1,27	1,20
Относительный прирост, %	38,22	41,78	41,67
Среднесуточный прирост, %	0,65	0,71	0,70
Кормовой коэффициент	1,19	1,09	1,15
Выживаемость, %	100	100	100

Анализ результатов биологических испытаний свидетельствует о том, что показатели скорости роста гибридов на кормах с кровяной мукой лучше, чем в контрольной группе. Низкие кормовые затраты показывают, что данные гибриды эффективно использовали корм при выращивании в УЗВ. Наименьший кормовой коэффициент (1,09) при лучшем темпе роста установлен для рыб,

получавших корм с 5% кровяной муки.

По результатам исследований содержания свободных аминокислот (рис. 1) в мышечной ткани гибридов, выращенных в условиях УЗВ на искусственных кормах, выявлено увеличение уровня карнозина: от 215 мг% в рыбе до начала кормления до 350 мг%, в мясе осетра, получавшего корма с 7 % кровяной муки. Уровень карнозина, накопленного гибридом К×АО в результате питания кормами с кровяной мукой в течение 2-х месяцев, превышал средние значения величины этого показателя для осетровых рыб естественной популяции - 252 мг/100 г сырой ткани [3]. В форме свободных аминокислот в мышечной ткани присутствовали прекурсоры карнозина аланин, β-аланин и гистидин.

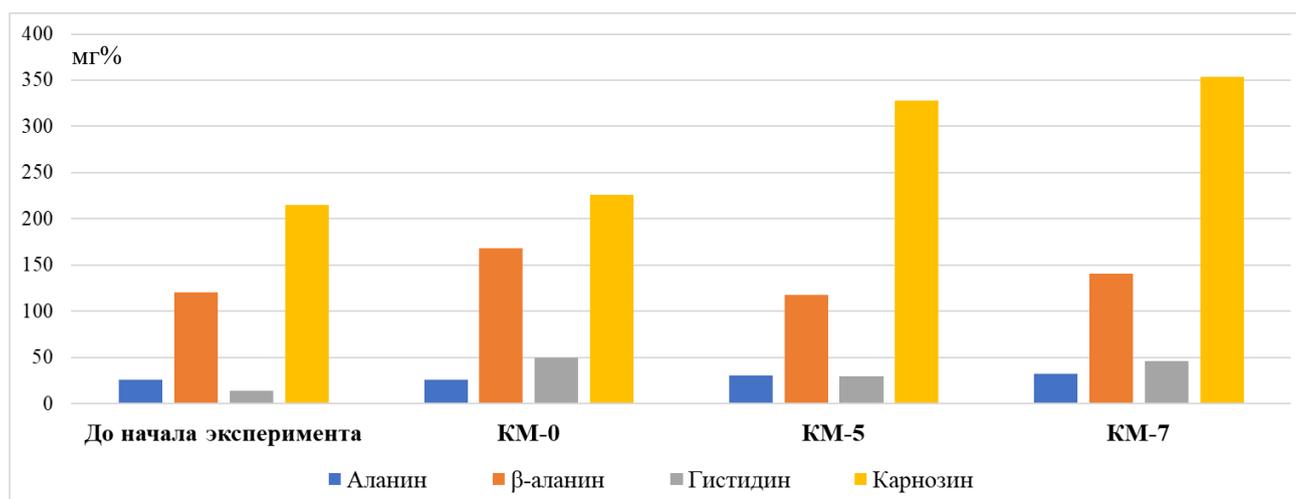


Рисунок 1 – Содержание свободных аминокислот в мышечной ткани К×АО

Для оценки влияния содержания аланина и гистидина в комбикормах на содержание карнозина в мышечной ткани гибридов осетровых был произведен многофакторный анализ, который представлен в виде графической интерпретации на рисунке 2.

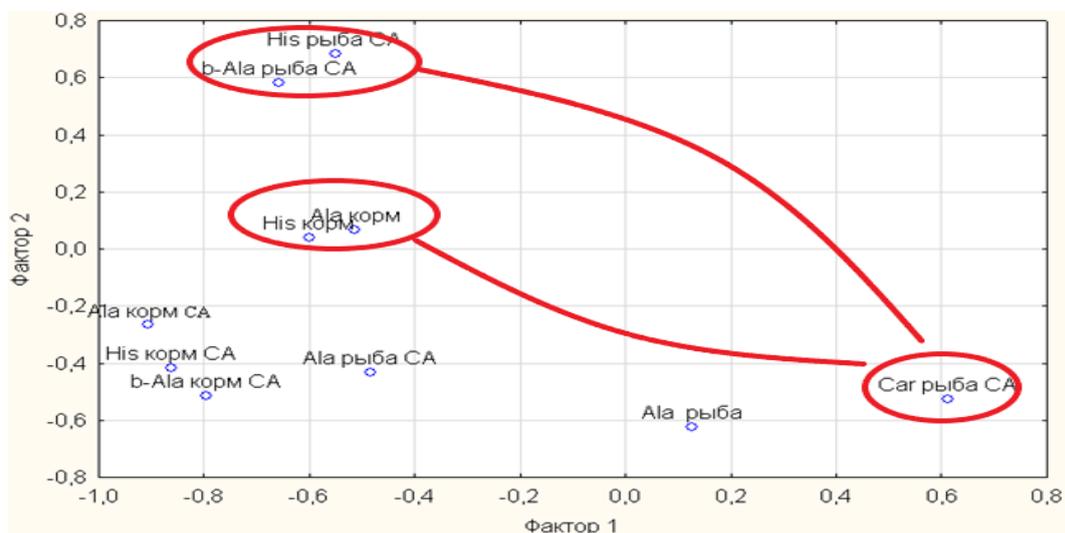


Рисунок 2 – Графическая интерпретация многофакторного анализа аминокислотного состава белков комбикормов и гибридов К×АО

Многофакторной анализ данных показал взаимосвязь между содержанием аланина и гистидина в корме и карнозином в мышечной ткани гибридов К×АО, а также значимое присутствие в рыбе свободных аминокислот β-аланина и гистидина, которые могут выступать исходным материалом в синтезе карнозина в мышечной ткани под действием фермента карнозинсинтетазы.

Таким образом, работы по направленному прижизненному формированию качественных характеристик продукции, а именно карнозина в мышечной ткани осетровых рыб являются актуальными и требуют дальнейших исследований при балансировании рецептов комбикормов с оптимальным содержанием и соотношением аланина и гистидина за счет использования определенных кормовых компонентов.

Библиографический список

1. Абрамова Л. С. Козин А. В. Перспективы использования рыбного сырья для создания специализированной пищевой продукции// Функциональные продукты питания: научные основы разработки, производства и потребления: Сборник докладов III Международной научно-практической конференции, Москва, 30–31 октября 2019 года. – Москва: ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН, 2019. – С. 46-52.
2. Арнаутов М.В., Артемов Р.В., Бурлаченко И.В., Артемов А.В., Гершунская В.В., Сафронов А.С. Исследование пищевой ценности и функционально- технологических свойств гибрида бестера с русским осетром// Труды ВНИРО. – 2018. – Т. 171. – С. 170-179.
3. Болдырев А.А. Карнозин: новые концепции для функций давно известной молекулы// Биохимия. – 2012. – Т.77. – Вып. 4. – С. 403-418.
4. Мировое производство аквакультуры в 2016-2020 гг. М.: ВНИРО, 2022. 252 с.
5. Михайлова М. В., Прозоровский В. Н., Золотарев К. В., Ипатова О.М., Михайлов А.Н., Харенко Е.Н., Артемов А.В. Содержание карнозина в мышечной ткани осетровых и их гибридов// Прикладная биохимия и микробиология. – 2020. – Т. 56, № 3. – С. 301-304.
6. Рекомендуемые уровни потребления пищевых и биологически активных веществ: Методические рекомендации. - М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.—46 с.
7. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре – Изд-во ВНИРО. 2006. – 360 с. Щербина М.А., Гамыгин Е.А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре – Изд-во ВНИРО. 2006. – 360 с.