

АМИНОКИСЛОТНЫЙ ПРОФИЛЬ РЫБНОЙ МУКИ

М. ФИЛИППОВ, А. ГРОЗДОВ, кандидаты биол. наук, **Т. ТУЖИКОВА**, ООО «Провими»
Н. СТРАШИЛИНА, канд. хим. наук, ИЛЦ АНО НТЦ «Комбикорм»

Рыбная мука — важный источник лизина и других незаменимых аминокислот, а также жира, кальция, фосфора в комбикормах для сельскохозяйственных животных и птицы. Протеин рыбной муки усваивается на 93–95%. В то же время это один из самых дорогостоящих макрокомпонентов.

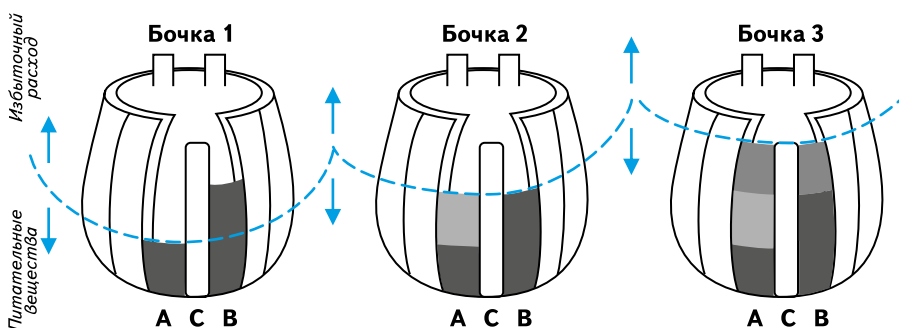
Для нутриционистов из всех показателей наибольший интерес представляет содержание в рыбной муке сырого протеина, которое в конечном счете и определяет основную стоимость продукта. Сам по себе показатель «сырой протеин» достаточно условный и представляет собой определенное лабораторными методами содержание в муке общего азота, умноженное на эмпирический коэффициент (6,25). Причем для лабораторного анализа происхождение общего азота не имеет значения, чем и пользуются недобросовестные поставщики рыбной муки, фальсифицируя ее разными способами, начиная с «классического» применения мочевины (карбамида). Например, 1% мочевины с содержанием 46,64% азота при добавлении в рыбную муку повышает сырой протеин на 2,92%.

Чаще всего рыбную муку фальсифицируют мясной мукой, в том числе птичьей, перьевой мукой, дрожжами, шротами, отходами кожевенного производства, то есть тем, что намного дешевле (при высоком уровне сырого протеина) и имеется в наличии. Иногда добавляют даже сульфат аммония. Фальсифицируют продукт таким образом, чтобы получить желаемое содержание сырого протеина (иногда еще кальция и фосфора) в конечной смеси. Все эти манипуляции негативно сказываются на свойствах продукта, особенно на аминокислотном профиле, наличии и соотношении незаменимых аминокислот, их доступности.

В связи с этим, помимо определения в рыбной муке (или в фальсификате) содержания сырого протеина, необходимо оценивать ее по количеству и доступности аминокислот. Для оценки полноценности протеина по незаменимым аминокислотам очень наглядна модель, известная как «бочка Либиха» (или закон ограничивающего фактора). Здесь одна дощечка бочки представляет одну аминокислоту. Уровень использования полного набора аминокислот для построения собственных белков (мясо, яйцо, молоко) ограничивается аминокислотой с самым низким содержанием. Она является лимитирующей (ограничивающей). Чтобы повысить усвоение остальных аминокислот, которых зачастую избыток, иногда достаточно просто добавить в рецепт некоторое количество синтетической аминокислоты — лимитирующей. На рисунке это показано наглядно.

держание рыбной муки варьировало от 10 до 70%, с добавлением других компонентов животного и растительного происхождения. Образцы были разделены на две основные группы — натуральная рыбная мука различного происхождения и комбинированные продукты (фальсификаты).

Сбор и обработка результатов исследований натуральной рыбной муки по содержанию заменимых и незаменимых аминокислот и массовой доли сырого протеина основных стран-поставщиков данного продукта на российский рынок, а также российского производства показали ряд закономерностей: количество аминокислот в натуральной рыбной муке зависит только от содержания сырого протеина, а их соотношение (аминокислотный профиль) варьирует в узких пределах, и заметных различий по этому показателю между рыбной мукой различного происхождения



А: Лизин **В:** Треонин **С:** Триптофан

Бочка 2: Добавление лизина до уровня треонина

Бочка 3: Добавление лизина и треонина до уровня триптофана

За три последних года нами проведены комплексные исследования около 100 образцов рыбной муки различного происхождения на содержание сырого протеина, аминокислотный состав, натуральность (отсутствие добавок). Более 30% образцов оказались фальсификатами — комбинированными продуктами, в которых со-

не обнаружено. Однако мука российского производства (Калининград, Мурманск, Архангельск, Камчатка, Астрахань) немного отличается от импортной муки. Например, она имеет более низкое содержание протеина с особым аминокислотным профилем. Это возможно при использовании других пород рыбы, в том числе

пресноводной, например, семейства карповых: воблы, жереха, сазана, карпа, карася, красноперки, густера, чехони, сапа, а также сельдевых, окуневых (судак), сомовых, щуковых, то есть частичковых пород рыбы, кроме осетровых и белорыбицы.

В таблице 1 приведено среднее содержание заменимых и незаменимых аминокислот в рыбной муке различного происхождения.

Усредненные данные по содержанию аминокислот в привязке к стране-производителю дают только общую

Таблица 1. Содержание аминокислот в рыбной муке различного происхождения

| Аминокислота | Марокко | Мавритания | Россия |
|-----------------------|---------|------------|--------|
| <i>Незаменимые</i> | | | |
| Аргинин | 3,89 | 3,90 | 3,89 |
| Лизин | 5,22 | 5,11 | 4,08 |
| Фенилаланин | 2,56 | 2,60 | 2,13 |
| Гистидин | 1,90 | 1,67 | 1,47 |
| Лейцин | 4,75 | 4,71 | 4,02 |
| Изолейцин | 2,63 | 2,63 | 2,11 |
| Метионин | 1,88 | 1,80 | 1,65 |
| Валин | 3,19 | 3,12 | 2,56 |
| Цистин | 0,60 | 0,58 | 0,56 |
| Треонин | 2,74 | 2,85 | 2,51 |
| <i>Заменимые</i> | | | |
| Тирозин | 2,19 | 2,14 | 1,89 |
| Пролин | 2,84 | 3,07 | 3,11 |
| Серин | 2,61 | 2,55 | 2,77 |
| Аланин | 4,02 | 4,07 | 3,82 |
| Глицин | 4,00 | 4,89 | 5,30 |
| Глутаминовая кислота | 8,61 | 8,90 | 7,54 |
| Аспарагиновая кислота | 6,10 | 6,05 | 5,26 |

Таблица 2. Отношение незаменимых аминокислот к сырому протеину и к сумме незаменимых аминокислот

| н-АК | Марокко | | Мавритания | | Россия | |
|-------------|---------|-------------------|------------|-----------------|--------|-----------------|
| | к СП* | к Σ н-АК** | к СП | к Σ н-АК | к СП | к Σ н-АК |
| Аргинин | 5,81 | 12,66 | 5,83 | 13,08 | 6,33 | 14,54 |
| Лизин | 5,50 | 7,89 | 7,65 | 16,47 | 6,89 | 15,89 |
| Фенилаланин | 3,88 | 8,42 | 3,91 | 8,72 | 3,50 | 8,12 |
| Гистидин | 2,93 | 6,33 | 2,78 | 6,13 | 2,37 | 5,89 |
| Лейцин | 7,15 | 15,60 | 7,01 | 15,63 | 6,67 | 15,42 |
| Изолейцин | 3,97 | 8,69 | 3,90 | 8,68 | 3,57 | 8,25 |
| Метионин | 2,80 | 6,16 | 2,76 | 6,13 | 2,98 | 6,75 |
| Валин | 4,80 | 10,41 | 4,66 | 10,39 | 4,28 | 9,84 |
| Треонин | 3,39 | 9,15 | 4,24 | 9,46 | 4,16 | 9,72 |
| Цистин | 0,91 | 1,98 | 0,90 | 2,00 | 0,91 | 2,14 |

* СП — сырой протеин; ** Σ н-АК — сумма незаменимых аминокислот.

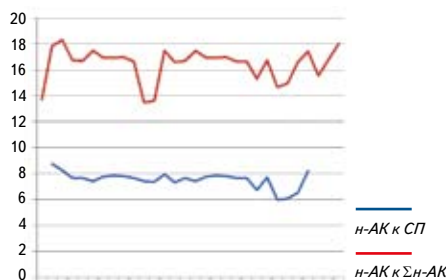


Рис. 1. Отношение лизина к сырому протеину и сумме н-АК в натуральной рыбной муке

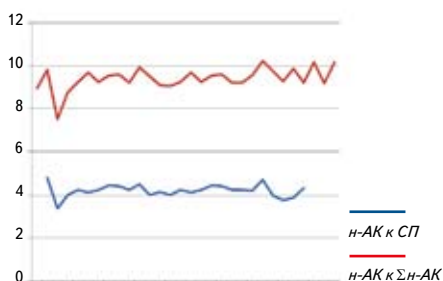


Рис. 3. Отношение треонина к сырому протеину и сумме н-АК в натуральной рыбной муке

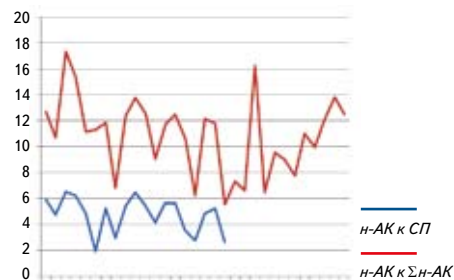


Рис. 2. Отношение лизина к сырому протеину и сумме н-АК в фальсифицированной рыбной муке

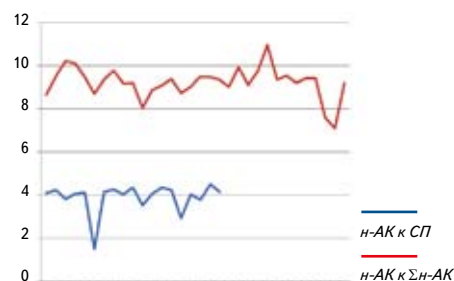


Рис. 4. Отношение треонина к сырому протеину и сумме н-АК в фальсифицированной рыбной муке

рыночную картину качества рыбной муки, что недостаточно ни для специалистов по закупке, ни для нутриционистов и составителей рецептов. Тем более что, вне зависимости от происхождения содержание сырого протеина (от которого и зависят количества аминокислот) в натуральной рыбной муке может варьировать от 60 до 75%.

Для получения более детальной информации, которая тесно связана с уровнем сырого протеина, мы провели дополнительную статистическую обработку результатов. Для этого рас-

считали содержание незаменимых аминокислот по отношению к массовой доле сырого протеина и для каждой незаменимой аминокислоты к сумме всех незаменимых аминокислот (табл. 2). Зная страну происхождения и содержание в рыбной муке сырого протеина, можно сделать прогноз по незаменимым аминокислотам в ней и рассчитать ориентировочную потребность в синтетических аминокислотах для балансирования рецептов комбикормов и БВМК.

Перейдем к сравнению натуральной рыбной муки и комбинированных продуктов на ее основе (фальсификатов). По нашим сведениям, в России всего две-три лаборатории могут определить, какими продуктами фальсифицирована рыбная мука. Поэтому многие наши коллеги вынуждены использовать комбинированные продукты, ориентируясь только на содержание сырого протеина, иногда — небелкового азота. Здесь может помочь только аминокислотный анализ, то есть определение содержания «аминокислотного» протеина.

Поскольку нам был интересен «аминокислотный» протеин главным образом в высокобелковых продуктах, мы

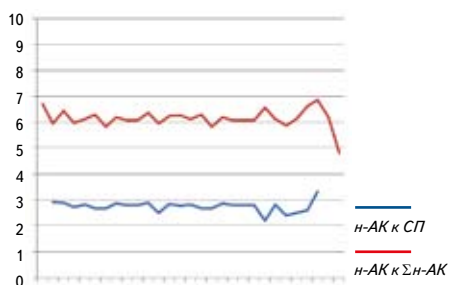


Рис. 5. Отношение метионина к сырому протеину и сумме н-АК в натуральной рыбной муке

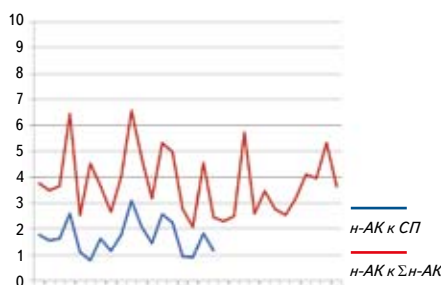


Рис. 6. Отношение метионина к сырому протеину и сумме н-АК в фальсифицированной рыбной муке

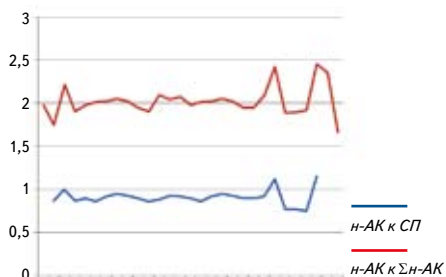


Рис. 7. Отношение цистина к сырому протеину и сумме н-АК в натуральной рыбной муке

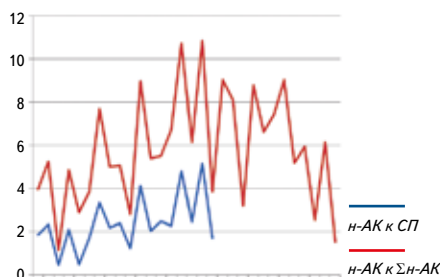


Рис. 8. Отношение цистина к сырому протеину и сумме н-АК в фальсифицированной рыбной муке

сравнили содержание незаменимых аминокислот, как в натуральной рыбной муке, так и в комбинированных продуктах, декларируемых как рыбная мука. С этой целью все образцы натуральной рыбной муки объединили, независимо от ее происхождения, и сравнили их с фальсификатами, тоже не учитывая, какие компоненты

использованы в данных продуктах кроме рыбной муки.

На графиках отражено соотношение четырех основных незаменимых аминокислот — лизина, метионина, треонина и цистина к сырому протеину и к сумме незаменимых аминокислот, как для натуральной рыбной муки, так и для фальсификатов. Для натуральной

рыбной муки соотношение каждой из четырех незаменимых аминокислот, как к сырому протеину, так и к сумме незаменимых аминокислот, — величина предсказуемая и находится в достаточно узких границах, независимо от происхождения рыбной муки. Что касается фальсификатов, то здесь из-за различия состава компонентов (мясная и/или перьевая мука, шрот и др.) разброс данных очень большой.

Еще нагляднее этот разброс виден при расчете содержания каждой аминокислоты по отношению к лизину (табл. 3). Так, уровень аргинина в импортной рыбной муке несколько ниже, чем в отечественной; в фальсифицированной — нижняя и верхняя границы находятся намного выше, чем в отечественной. Аналогично для лейцина, изолейцина, валина, пролина, треонина, серина, аланина, глицина, цистина, глутаминовой и аспарагиновой кислот. Отношение фенилаланина к лизину в фальсифицированной рыбной муке выше по сравнению с импортной и отечественной; аналогичная зависимость и для триптофана.

Таким образом, для большинства заменимых и незаменимых аминокислот их отношение к лизину в импортной рыбной муке ниже, чем в муке российского происхождения. В фальсификатах это отношение выше, а диапазон, как правило, шире.

Все изложенное выше подтверждает тот факт, что показатель «сырой протеин» перестал быть достаточным при оценке сырья для производства комбикормов. Сейчас для оценки ожидаемого содержания лизина в рыбной муке иногда практикуется эмпирический пересчет путем умножения процентного содержания сырого протеина на коэффициент 0,08. Так, для натуральной рыбной муки с сырым протеином 64% содержание лизина должно составлять 5,12%. Однако это схоже с гаданием на кофейной гуще, особенно если натуральность муки вызывает сомнения. Чтобы действительно оценить качество белкового сырья, а затем грамотно составить рецепт, нужно знать реальное содержание «аминокислотного», а не «сырого» протеина, а также незаменимых аминокислот, особенно в высокопротеиновых макрокомпонентах, таких как рыбная мука. ■

Таблица 3. Содержание аминокислот по отношению к лизину в рыбной муке, %

| Аминокислота | Марокко | Мавритания | Россия | Фальсификат |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Лизин | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |
| Аргинин | 67,55–84,88 | 72,34–82,20 | 76,26–107,93 | 86,32–342,01 |
| Тирозин | 37,09–47,02 | 39,60–47,13 | 38,63–49,61 | 35,24–105,92 |
| Фенилаланин | 43,62–53,02 | 43,03–53,74 | 47,83–55,18 | 52,99–161,05 |
| Гистидин | 33,27–42,44 | 27,13–38,59 | 29,12–52,89 | 23,74–71,60 |
| Лейцин | 85,64–97,29 | 86,68–96,06 | 90,41–105,41 | 94,44–269,47 |
| Изолейцин | 46,38–54,84 | 45,29–55,31 | 49,04–57,01 | 50,85–167,46 |
| Метионин | 33,27–41,47 | 31,39–39,57 | 36,45–41,60 | 22,82–47,64 |
| Валин | 53,72–67,00 | 54,46–65,16 | 55,89–68,60 | 61,75–242,01 |
| Пролин | 45,98–86,88 | 46,74–72,34 | 46,10–103,35 | 67,52–340,24 |
| Треонин | 40,96–56,57 | 51,39–60,63 | 52,86–66,46 | 54,90–171,01 |
| Серин | 46,32–52,32 | 45,62–51,91 | 53,55–74,42 | 54,39–377,51 |
| Аланин | 71,10–83,62 | 62,15–87,50 | 68,46–115,24 | 81,60–234,36 |
| Глицин | 33,27–90,64 | 85,36–162,74 | 72,44–171,65 | 99,57–502,20 |
| Цистин | 9,74–12,21 | 10,66–12,77 | 11,51–15,11 | 7,54–195,86 |
| Глутаминовая кислота | 148,23–173,47 | 149,44–193,11 | 163,60–200,00 | 184,40–400,00 |
| Аспарагиновая кислота | 110,82–119,57 | 111,29–123,43 | 114,56–136,67 | 110,98–261,54 |
| Триптофан | 17,09–21,28 | 17,64–21,28 | 17,33–30,49 | 21,37–103,09 |