

ВЛИЯНИЕ ДОБАВКИ ИЗОЛЕЙЦИНА В РАЦИОН РЫБ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАЗНЫХ ВИДОВ В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ

*Салех Хатем, аспирант кафедры кормления животных ФГБОУ ВО
РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

*Шаповалов Сергей Олегович, профессор кафедры кормления животных
ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева*

Аннотация: Рассмотрена основная роль изолейцина как важной аминокислотой с разветвленной цепью в рационе рыб в условиях замкнутого водоснабжения. Была собрана последняя информация о функциональной роли изолейцина и его влияние на рост и развития разных видов рыб.

Ключевые слова: протеин, аминокислоты с разветвленной цепью, изолейцин, рыбы, параметры роста.

На рост и развитие рыб может влиять ряд факторов, включая питание (КУ-МАНС; АКСТЕР, 1995).

Аминокислоты обычно представляют собой самый дорогой компонент в рационе рыб. Кроме того, разработка экономичных кормов, которые удовлетворяют потребности в незаменимых аминокислотах, может быть сложной задачей [1]. Это связано с тем, что использование высококачественных белков для удовлетворения этих требований, как правило, ограничивается их ценой [2,3]. Оптимальное питание рыб должно иметь потребность в хорошо сбалансированной смеси незаменимых аминокислот (ИАА) и заменимых аминокислот (ДАА) (табл. 1).

ЕАА либо не биосинтезируются, либо биосинтезируются недостаточно, и поэтому должны поступать с пищей. С другой стороны, ДАА эффективно синтезируются организмом из источника аминокислот и предшественника α -кетокислоты, поэтому их не нужно поставлять с пищей, хотя молекулы, необходимые для их синтеза, все же должны быть обеспечены [4].

L-изолейцин — одна из трех аминокислот с разветвленной цепью (ВСАА), остальные — L-валин и L-лейцин. Она является важным питательным веществом для всех изученных видов рыб и в основном откладывается в белке организма, особенно в белке скелетных мышц. Эта аминокислота с разветвленной цепью в настоящее время производится в масштабе около 400 тонн в год либо путем экстракции белковых гидролизатов, либо путем ферментации с мутантами классического происхождения *Serratia marcescens* или мутантами Коринебактерии глютаминкум [5].

У некоторых рыб содержание изолейцина составляет почти 4,2% общего белка мышечной ткани.

Другое исследование показало, что изолейцин будет специфически включаться в белки иммунных клеток, таких как лимфоциты, эозинофилы и нейтрофилы.

Таблица 1

Незаменимые аминокислоты (ЕАА) и заменимые аминокислоты (ДАА), и условно незаменимые аминокислоты, используемые в питании рыб

| Незаменимые ЕАА | Заменимые ДАА | Условно незаменимые |
|-----------------|---------------|---------------------|
| Аргинин | Аланин | Цистеин |
| Гистидин | Аспарагин | Глютамин |
| Изолейцин | Аспарат | Гидроксипролин |
| Лейцин | Глутамат | Пролин |
| Лизин | Глицин | Таурин |
| Метионин | Серин | Тирозин |
| Фенилаланин | | |
| Треонин | | |
| Триптофан | | |
| Валин | | |

У животных изолейцин играет критическую роль в обеспечении иммунитета, включая поддержание развития иммунных органов и клеток, а также стимуляцию секреции веществ, и играют важную роль в синтезе белка и энергетическом обмене скелетных мышц.

В исследовании Wang, L. *et al* (2017) было продемонстрировано интерактивное влияние диетического лейцина и изолейцина на параметры роста (конечная масса тела, прибавка массы тела и удельная скорость роста) а также на гепатосоматический индекс азиатского паралихта, но ни лейцин, ни изолейцин не были значимым фактором, определяющим параметры роста. Таким образом, в группах с низким содержанием лейцина (2,58%) параметры роста могут стимулироваться диетическим изолейцином.

Однако при добавлении диетического изолейцина в диету с высоким содержанием лейцина (5,08%) была обнаружена противоположная реакция. Другими словами, высокое содержание лейцина в рационе (5,08%) действует как фактор антагонизма по отношению к уровню изолейцина в рационе японской камбалы.

Это может быть связано с избытком лейцина в рационе, создающим дисбаланс аминокислот с разветвленной цепью. Судя по данным о параметрах роста, группы рыб с низким содержанием лейцина (2,58%) при кормлении избытком изолейцина в рационе (4,44%) продемонстрировали высокие показатели роста. Однако группы с высоким содержанием лейцина в рационе (5,08%), получавшие корм с низким содержанием изолейцина (1,44%), также продемонстрировали высокие показатели роста.

Настоящие результаты показали, что диетический лейцин и изолейцин интерактивно стимулировали стресс рыб, устойчивых к пресной воде. А

исследования показали, что уровень лейцина и изолейцина может влиять на активность $\text{Na}^+\text{-K}^+\text{-ATФазы}$ [6].

Было обнаружено, что показатели роста мальков *Channa punctatus*, получавших корм с разными концентрациями изолейцина в рационе, значительно улучшились до уровня изолейцина 16 г/кг, после чего с увеличением концентрации была отмечена тенденция к снижению.

Увеличение производительности роста было в основном связано с улучшением эффективности использования корма, что привело к снижению коэффициента конверсии корма и более высокому коэффициенту эффективности протеина у рыб, получавших оптимальный уровень изолейцина

в одно и то же время более высокий уровень изолейцина в рационе вызвал снижение показателей роста в этом и других исследованиях, что может быть связано с чрезмерным потреблением аминокислот, что приводит к расходу энергии на дезаминирование, снижению вкусовых качеств, избыточному накоплению и окислению кетонов и других токсичных метаболитов, было замечено что содержание белка в туше увеличивалось с увеличением содержания изолейцина в рационе до оптимального уровня изолейцина-16, после чего стабилизировалось. Содержание жира в организме постоянно увеличивалось с повышением уровня изолейцина у всех. также гематологические параметры, такие как гемоглобин, гематокрит и количество эритроцитов, постоянно улучшались с увеличением количества изолейцина до изолейцина 16 в сухой диете, что указывает на важность изолейцина для поддержания состояния здоровья *Channa punctatus* [7].

В исследовании Ахмада и Хана для количественной оценки потребностей малька *Cirrhinus mrigala* в пищевых аминокислотах с разветвленной цепью валине, изолейцине и лейцине. результаты показали, что максимальная прибавка массы тела (312 %), лучший коэффициент конверсии корма (FCR; 1.45) и лучший коэффициент эффективности белка (PER; 1.72) были получены при добавлении 12.5 г изолейцина в рацион/кг, но количество жира в организме увеличивалось с увеличением уровня аминокислот с разветвленной цепью [8].

Качественные характеристики мяса рыб зависят от содержания белка и жира. Доказано, что высокобелковые корма обеспечивают увеличение содержания всех аминокислот в мясе африканского сома. Тем не менее содержание белка и жира в мышцах исследованных рыб более чем в 2 раза превышает аналогичный показатель у рыб на низкобелковом и обезжиренном рационе. Проведенные исследования показали, что использование в сомоводстве высокобелковых кормов стимулирует белковый обмен, обогащая аминокислотный состав мышечной ткани и повышая пищевую ценность рыбы как пищевого продукта. Было найдено что аминокислотный индекс мышц африканского сома на высокобелковых кормах составляет 0,48, что значительно превышает показатель рыб, выращенных на кормах с пониженным содержанием белка [9].

В другом исследовании изучалось влияние различных уровней белка на репродуктивную функцию *Channa striatus*. Результаты показали, что рост, гонадосоматический индекс (GSI) и абсолютная плодовитость увеличивались с увеличением уровня белка. Содержание протеина и липидов в яичниках было самым

высоким у рыб, получавших 450 г/кг - 1 протеина. Процент зрелых ооцитов, диаметр яиц, скорость выклева и длина личинок были самыми высокими в группе, получавшей 450 г/кг белка. Не было существенной разницы между аминокислотными профилями мышечной ткани во всех вариантах лечения. Аминокислотный профиль в печени показал, что содержание изолейцина было значительно выше у рыб, которым давали белковую диету 450 г/кг [10].

Библиографический список

1. Kaushik, S. J., & Seiliez, I. (2010). Protein and amino acid nutrition and metabolism in fish: current knowledge and future needs. *Aquaculture research*, 41(3), 322-332.
2. Yimer, A., Dagne, A., & Tadesse, Z. (2018). Effects of Feed Additives on Growth of *Oreochromis Niloticus* in Concrete Ponds. *Results of Livestock Research* 2015.
3. El-sayed, A.-F. M. (2006). *Tilapia culture*, CABI publishing, ISBN: 13-978-0-85199-014 9(alk.paper).
4. Kirimi, J. G., Musalia, L. M., Magana, A., & Munguti, J. M. (2020). Protein quality of rations for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) containing oilseed meals.
5. Morbach, S., H. Sahm, and L. Egg8. Eggeling, I., C. Cordes, L. Eggeling, and H. Sahm. 1987. Regulation of acetoxy acid synthase in *Corynebacterium glutamicum* during fermentation of α -ketobutyrate to L-isoleucine. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 25: 346–351. eling. 1995. Use of feedback-resistant
6. Wang, L., Han, Y., Jiang, Z., Sun, M., Si, B., Chen, F., & Bao, N. (2017). Interactive effects of dietary leucine and isoleucine on growth, blood parameters, and amino acid profile of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Fish physiology and biochemistry*, 43(5), 1265-1278.
7. Sharf, Y., & Khan, M. A. (2020). Effect of dietary isoleucine level on growth, protein retention efficiency, haematological parameter, lysozyme activity and serum antioxidant status of fingerling *Channa punctatus* (Bloch). *Aquaculture Nutrition*, 26(3), 908-920.
8. Ahmed I, Khan MA. Dietary branched-chain amino acid valine, isoleucine and leucine requirements of fingerling Indian major carp, *Cirrhinus mrigala* (Hamilton). *Br J Nutr.* 2006 Sep;96(3):450-60. PMID: 16925849.
9. Shadieva, L. A., Romanova, E. M., Lyubomirova, V. N., Romanov, V. V., & Shlenkina, T. M. (2020). Effect of feed composition on the nutritional value of meat of African catfish. In *BIO Web of Conferences* (Vol. 27, p. 00134). EDP Sciences.
10. Ghaedi, A., Hosseinzadeh, H., & Hashim, R. (2019). Effect of different protein levels on reproductive performance of snakehead murrel *Channa striatus* (Bloch 1793).