

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ L-ИЗОЛЕЙЦИНА В КОРМОВЫХ СМЕСЯХ НА РОСТ ТИЛЯПИИ

Салех Хатем, аспирант кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУМСХА имени К.А. Тимирязева, hatemsaleh193@gmail.com

Научный руководитель: Шаповалов Сергей Олегович, профессор кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, s.sharovalov@cherkizovo.com

Аннотация: В этой статье исследована ключевая роль изолейцина как важного компонента рациона рыб в системах замкнутого водоснабжения. Представлен актуальный обзор данных о функциональной значимости изолейцина и его влиянии на ускорение роста рыб.

Ключевые слова: L-изолейцина, аминокислоты, мышечная, рыбы, протеин.

Аквакультура является ключевой отраслью в ряде стран и продолжает развиваться вместе с ростом спроса на рыбу и морепродукты [1]. Она играет важную роль для многих прибрежных сообществ вдоль побережья Гибралтара, охватывая территорию от южного побережья Великобритании до Фарерских островов, Исландии, Балтийского моря и российской границы на севере. В условиях растущего спроса на качественную рыбу значение аквакультуры, вероятно, будет только увеличиваться в ближайшие годы [2].

Согласно прогнозам, потребление рыбы в развивающихся странах увеличится на 57%, поднявшись с 62,7 млн метрических тонн в 1997 году до 98,6 млн тонн к 2020 году [3]. В то же время, по данным Tacon A. и Halwart M. (2007), в развитых странах потребление рыбы вырастет приблизительно на 4%, с 28,1 млн метрических тонн в 1997 году до 29,2 млн тонн к 2020 году [3].

Как и в традиционном животноводстве, кормление рыб является ключевым аспектом интенсивной аквакультуры, так как оно влияет не только на производственные расходы, но и на количество отходов [4]. Знание питательных потребностей конкретных видов рыб и обеспечение их сбалансированными рационами и правильными методами кормления чрезвычайно важно. За последние двадцать лет исследования значительно углубили наше понимание потребностей культивируемых рыб в питательных веществах [5].

Материалы и методы исследований. Экспериментальная работа проводилась на кафедре аквакультуры и пчеловодства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Мальки нильской тиляпии (*Oreochromis niloticus*) для исследования были получены с кафедры ихтиологии и рыбоводства МГУТУ им. К.Г. Разумовского. Перед началом эксперимента рыбы проходили акклиматизацию в течение двух недель. В исследовании

участвовали 200 сеголетков *O. niloticus* средней массой тела $12,0 \pm 0,63$ г и длиной тела $9,0 \pm 0,37$ см.

Рыбы были разделены на четыре группы с одинаковым количеством особей. С момента зарыбления аквариумов проводился регулярный мониторинг массы рыбы. Рыб выращивали в прямоугольных стеклянных аквариумах объемом 100 литров, заполненных дехлорированной водой. Суточную норму кормления определяли в зависимости от массы тела рыбы и температуры воды, следуя установленной технологии выращивания [6, 7]. Кормление проводилось вручную четыре раза в день.

Во всех группах условия эксперимента включали поддержание одинаковой плотности посадки и уровня чистоты как внутренней, так и внешней среды. Над каждым аквариумом устанавливались индивидуальные светильники. В течение всего эксперимента обеспечивалась аэрация воды с помощью насосов Hidom AP-1200, мощностью 13 Вт и производительностью 800 л/ч (Китай).

Остатки корма, накапливающиеся на фильтрах, удалялись вручную несколько раз в день. Ежедневно проводился мониторинг гидрохимического состояния воды. Воду в аквариумах заменяли ежедневно на уровне 10-20% вручную. Температура воды поддерживалась на уровне $28 \pm 1^\circ\text{C}$ с помощью погружных нагревателей с термостатическим управлением, таких как регулируемый стеклянный нагреватель мощностью 300 Вт SHANDA SDH-318 (Китай). Содержание кислорода, температура и pH воды регистрировались ежедневно с помощью профессионального цифрового измерителя растворенного кислорода (оксиметр) AR8406 (Chanfong, Китай).

Схема основных параметров опыта представлена в таблице 1.

Таблица 1

Схема основных параметров опыта

Показатель	объем воды, л	Период исследований, сут.	Начальная масса молоди, г	Плотность посадки рыб, шт/м ³	Способ кормления
Вариант 1: К.	100	14/30/40/60	1,5/1,6/18/30	450/300/150	Вручную
Вариант 2 Оп.	100	14/30/40/60	1,5/1,6/18/30	450/300/150	Вручную
Вариант 3 Оп.	100	14/30/40/60	1,5/1,6/18/30	450/300/150	Вручную
Вариант 4 Оп.	100	14/30/40/60	1,5/1,6/18/30	450/300/150	Вручную

Результаты и обсуждение. Было разработано четыре различных рациона, включая контрольный рацион (основной), который содержал 34,00% сырого протеина. Остальные три рациона также содержали белок, максимально приближенный к этому значению с учетом погрешности измерений.

Таблица 2

Содержание и соотношение основных аминокислот с разветвленной боковой цепью белковой составляющей основного рациона и вариантов

Показатель	Массовая доля изолейцина, %	Массовая доля валина, %	Массовая доля лейцина, %	Соотношение Изо:Вал:Лей
Вариант1: К.	1,29 = 1	1,51 = 1	2,31 = 1	1:1:2
Вариант 2 Оп.	4,9 = 3,79	1,51 = 1	2,31 = 1	3:1:2
Вариант 3 Оп.	8,51 = 6,59	1,51 = 1	2,31 = 1	6:1:2
Вариант 4 Оп.	12,12 = 9,39	1,51 = 1	2,31 = 1	8:1:2

Показатели роста *O. niloticus*, питавшихся по четырем различным рационам, приведены в таблиц 3.

Таблица 3

Динамика массы тела и коэффициент конверсии корма при использовании экспериментальных рационов для *O. niloticus* (М - среднее значение \pm SD, стандартное отклонение, n = 5)

Показатели	Варианты диет			
	1 (контроль)	2	3	4
Средний начальный вес (г)	12,94 \pm 2,16	12,65 \pm 1,12	12,56 \pm 1,18	12,66 \pm 0,93
Средний конечный вес (г)	30,46 \pm 3,98	35,64 \pm 1,7 ^a	42,59 ^a \pm 1,58 ^{a,b}	41,97 ^a \pm 1,65 ^{a,b,c}
Увеличение массы тела (г)	17,52 \pm 0,55	22,99 \pm 0,06 ^a	29,53 ^a \pm 0,61 ^{a,b}	27,31 ^b \pm 1,57 ^{a,b,c}

*Примечание: достоверность (P >0,05) здесь и далее: а- к 1-й контрольной группе; b - 3 - й к 2- й группе; c- 4 - ой к 2- й группе; d- 4 -ой к 3-й группе.

За время проведения исследования не было зафиксировано случаев гибели. Обнаружена статистически значимая разница ($p < 0,05$) в отношении конечной средней массы и длины тела у рыб, которые получали рационы 1 (контрольный рацион), 2-й, 3-й и 4-й по сравнению с контрольной группой.

Наибольшая средняя масса тела была зафиксирована у рыб, которым дополнительно подавался изолейцин на уровне 8,51%, составив 42,59 г.

У рыб, получавших дополнительные дозы изолейцина на уровнях 12,12% и 4,9%, средняя масса тела составила соответственно 41,97 г и 35,64 г, в то время как в контрольной группе, где содержание изолейцина составляло 1,29%, средняя масса тела составила 30,46 г (таблица 3).

Представленные данные в таблице 4 объясняют, что наибольший прирост массы тела среди опытных групп был зафиксирован в группе 3-й и составил 29,53 г, что немного превышает прироста по сравнению с двумя другими

группами 2-й и 4-й, где прирост составил соответственно 22,99 г и 27,31 г по сравнению с контрольной группой, где прирост массы составил 17,52 г.

Таблица 4

Показатели эффективности при использовании экспериментальных рационов для *O. niloticus* (M - среднее значение \pm SD, стандартное отклонение, n = 5)

Показатели	Варианты диет			
	1 К	2	3	4
SGR% ¹	1,05 \pm 0,13	1,23 \pm 0,13 ^a	1,45 \pm 0,15 ^{a,b}	1,42 \pm 0,14 ^a
Прибавка в весе %	135,39 \pm 2,85	183,76 \pm 4,31	239,09 \pm 4,29 ^{a,b}	231,52 \pm 4,02 ^{a,b}
Общее потр. корма, г/рыбу	45,50 \pm 1,71	47,76 \pm 1,73	48,34 \pm 1,39 ^{a,b}	48,21 \pm 1,68
FCR ²	2,53 \pm 0,18	1,89 \pm 0,27 ^a	1,65 \pm 0,27 ^{a,b}	1,77 \pm 0,17 ^{a,b}
PER ³	1,65 \pm 0,35	1,73 \pm 0,30	1,81 \pm 0,35 ^{a,b}	1,80 \pm 0,27 ^{a,b}
PPV (%) ⁴	17,54 \pm 1,53	20,81 \pm 1,20 ^a	25,58 \pm 1,00 ^{a,b}	24,88 \pm 1,62 ^a

Результаты по удельному темпу роста (SGR%) подтвердили наблюдаемую тенденцию, показав самый высокий SGR в 3-й группе, который составил 1,45%. В 4-й и 2-й группах SGR был несколько ниже, составив 1,42% и 1,23% соответственно, тогда как в контрольной группе этот показатель равнялся 1,05%.

Значения SGR для 2-й и 1-й групп, составившие 1,23% и 1,19% соответственно, были статистически значимо отличными ($p < 0,05$) от всех остальных групп.

Увеличение массы тела было значительно выше в 3-й и 4-й группах по сравнению с другими группами. Рыбы, получавшие экспериментальные корма (3-я и 4-я группы), хорошо их потребляли, за исключением рыб из 1-й и 2-й групп, получавших рационы с 34,0% белка и изолейцином на уровне 8,51%. В этих группах общее потребление корма на одну рыбу составило 47,76 г и 45,50 г соответственно, что значительно ниже ($p < 0,05$) по сравнению с показателями в 3-й и 4-й группах, которые составили 48,34 г и 48,21 г соответственно (см. таблицу 5).

Наилучшие значения коэффициента конверсии корма (FCR) были зафиксированы в 3-й, 4-й и 2-й группах, составив 1,65, 1,77 и 1,89 соответственно, по сравнению с контрольной группой, где FCR равнялся 2,53. Коэффициент полезного действия белка (PER) также значительно различался в зависимости от используемых рационов, следуя аналогичной тенденции. Рыба, получавшая 3-й вариант диеты, показала лучший PER (1,81), за которой следовали 4-й и 2-й варианты (1,80 и 1,73 соответственно), с незначительными различиями между группами.

Вывод. Оптимальный уровень введения изолейцина в корм для тилапии составляет 1,55 г/кг корма (8,51%).

Установлено, что при добавлении аминокислоты изолейцина в рацион конверсия корма снижается на 0,64 пункта при добавлении 1,42 г/кг корма (что

составляет 4,9%), на 0,88 пункта при добавлении 1,55 г/кг корма (что составляет 8,51%), и на 0,76 пункта при добавлении 1,68 г/кг корма (что составляет 12,12%).

Библиографический список

1. Mobsby, D., Steven, H. A., & Curtotti, R. (2020). Australian fisheries and aquaculture outlook 2020. Abares Canberra, 9. / Chan, C. Y., Tran, N., Pethiyagoda, S., Crissman, C. C., Sulser, T. B., & Phillips, M. J. (2019). Prospects and challenges of fish for food security in Africa. *Global food security*, 20, 17-25.

2. Yusoff, F. M., Abdullah, A. F., Aris, A. Z., & Umi, W. A. D. (2021). Impacts of COVID-19 on the aquatic environment and implications on aquatic food production. *Sustainability*, 13(20), 11281.

3. Tacon, A. G., Halwart, M., Tacon, A. G. J., & Halwart, M. (2007). Cage aquaculture: a global overview. *Cage aquaculture: Regional reviews and global overview*, 498, 3.

4. Boyd, C. E., D'Abramo, L. R., Glencross, B. D., Huyben, D. C., Juarez, L. M., Lockwood, G. S., ... & Valenti, W. C. (2020). Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. *Journal of the World Aquaculture Society*, 51(3), 578-633.

5. Lall, S. P., & Dumas, A. (2022). Nutritional requirements of cultured fish: Formulating nutritionally adequate feeds. In *Feed and feeding practices in aquaculture* (pp. 65-132). Woodhead publishing.

6. Пономарев, С. В. Индустриальное рыбоводство / С. В. Пономарев, Ю. Н. Грозеску, А. А. Бахарева. – 2-е изд., испр. и доп. – СПб. : Лань, 2013. – 420 с.

7. Desai, A. S. The effects of water temperature and ration size on growth and body composition of fry of common carp, *Cyprinus carpio* / A. S. Desai, R. K. Singh // *Journal of thermal Biology*. – 2009. – Vol. 34. – Iss. 6. – P. 276-280. doi:10.1016/j.jtherbio.2009.03.005.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОТЕАЗЫ В КОРМЛЕНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ

Хамви Мохамад Навар, аспирант кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУМСХА имени К.А. Тимирязева, nawarhamwi@gmail.com

Научный руководитель: Шаповалов Сергей Олегович, профессор кафедры кормления животных ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, s.sharovalov@cherkizovo.com

Аннотация: Протеин является одним из важнейших компонентов составляющих рационы цыплят-бройлеров и понимание важности использования правильно сбалансированных по протеину и аминокислотам кормов для птицы считается первоочередной задачей.