

Влияние кормовой добавки «Правад» на обмен аминокислот в мышечной ткани радужной форели

Л. А. Шадыева, кандидат биологических наук, доцент кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

Е. М. Романова[✉], доктор биологических наук, профессор кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

В. В. Романов, кандидат технических наук, доцент кафедры «Информатика»

Е. В. Любомиров, аспирант кафедры «Биология, экология, паразитология, водные биоресурсы и аквакультура»

ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

432000, г. Ульяновск, бульвар Новый Венец, 1

[✉] vvr-emr@yandex.ru

Резюме. В работе представлены результаты влияния кормовой добавки «Правад» на содержание и аминокислотный состав мышечной ткани радужной форели. В основе современной интенсивной аквакультуры лежит концепция рационального кормления с применением полнорационных кормов и биологически активных кормовых добавок, стимулирующих иммунитет, повышающих выживаемость гидробионтов и качество продукции аквакультуры. Исследовали влияние поливалентной кормовой добавки «Правад» на азотистый обмен у форели, в частности на метаболизм аминокислот. Натурные испытания кормовой добавки «Правад» при выращивании товарной форели проводили на базе рыбоводного хозяйства в Ульяновской области. Эксперимент продолжительностью 2 месяца проводили в летний период 2025 г. Были сформированы две группы форели по 20 особей – экспериментальная, получавшая кормовую добавку, и контрольная, получавшая основной рацион. Исследования аминокислот в мышечной ткани радужной форели проводили на аминокислотном анализаторе Hitachi AAA 835. В ходе исследования установлено, что введение в рацион рыбы кормовой добавки «Правад» оптимизирует белковый обмен. Результаты исследований свидетельствуют о том, что синергическое влияние компонентов кормовой добавки «Правад» приводит к достоверному повышению содержания заменимых и незаменимых аминокислот в мышечной ткани радужной форели. В опытной группе рыбы на 60-е сутки применения кормовой добавки «Правад» выявлено повышение суммарного количества незаменимых аминокислот на 50 %, что существенно повышает биологическую ценность рыбы. За два месяца скармливания пищевой добавки уровень заменимых аминокислот у форели вырос на 87,2 % ($p \leq 0,05$), при этом пищевая ценность рыбы выросла на 10,84 %. Полученные результаты согласуются с данными литературных источников, имеют теоретическую и практическую значимость.

Ключевые слова: аквакультура, радужная форель, кормовая добавка «Правад», обмен аминокислот, незаменимые аминокислоты.

Для цитирования: Влияние кормовой добавки «Правад» на обмен аминокислот в мышечной ткани радужной форели / Л. А. Шадыева, Е. М. Романова, В. В. Романов, Е. В. Любомиров // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 2 (74). С. 166-172. doi:10.18286/1816-4501-2026-2-166-172

The effect of pravad feed additive on amino acid metabolism of rainbow trout muscle tissue

L. A. Shadyeva, E. M. Romanova[✉], V. V. Romanov, E. V. Lyubomirov

FSBEI HE Ulyanovsk State Agrarian University

432017, Ulyanovsk, Novyi Venets Boulevard, 1

[✉] vvr-emr@yandex.ru

Abstract. This study presents the effects of Pravad feed additive on the muscle tissue content and amino acid composition of rainbow trout. Modern intensive aquaculture is based on the concept of rational feeding using complete feeds and biologically active feed additives that stimulate immunity, improve the survivability of aquatic organisms and enhance the quality of aquaculture products. The effect of the polyvalent Pravad feed additive on nitrogen metabolism of trout, specifically amino acid metabolism, was studied. Verification tests of Pravad feed additive for rearing commercial trout were conducted at a fish farm in the Ulyanovsk region. The two-month experiment was conducted in the summer of 2025. Two groups of trout, each containing 20 individuals, were formed: an experimental group receiving a feed supplement and a control group receiving a basic diet. Amino acid levels of rainbow trout muscle tissue were analyzed using a Hitachi AAA 835 amino acid analyzer. The study found that adding Pravad to the fish diet improved protein metabolism. The results indicate that the synergistic effect of Pravad components significantly increased the content of essential and replaceable amino acids of rainbow trout muscle tissue. A 50% increase in the total amount of essential amino acids was observed on the 60th day in the experimental group, significantly enhancing the fish biological value. Over two months of feeding with the food supplement, the level of essential amino acids of trout increased by 87.2% ($p \leq 0.05$), while the nutritional value

of the fish increased by 10.84%. The obtained results are consistent with data from literary sources and have theoretical and practical significance.

Keywords: aquaculture, rainbow trout, Pravad feed supplement, amino acid metabolism, essential amino acids.

For citation: The effect of pravad feed additive on amino acid metabolism of rainbow trout muscle tissue // L. A. Shadyeva, E. M. Romanova, V. V. Romanov, E. V. Lyubomirov // Vestnik of Ulyanovsk state agricultural academy. 2026.2 (74): 166-172 doi:10.18286/1816-4501-2026-2-166-172

Введение

Аминокислоты представляют собой важнейшие органические соединения, которые обеспечивают синтез биологически активных веществ - белков, ферментов, гормонов. Кроме того, они осуществляют интеграцию основных метаболических потоков в организме. Аминокислотный обмен занимает доминирующую позицию в метаболизме живого организма по количеству и разнообразию функций в энергетическом обмене и синтезу вторичных продуктов [1].

Определяющее значение аминокислот для живого организма заключается в том, что они используются для синтеза белков, а также участвуют в образовании многих других важных биологических соединений: пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов, серотонина, меланина, гистамина, адреналина и др.

Аминокислоты обеспечивают повышение естественной резистентности живого организма к действию экстремальных факторов внешней среды, обладают иммуно- и фагоцитостимулирующим действием [2].

Незаменимые аминокислоты являются важнейшими биологически активными веществами, которые не синтезируются организмом. Соответственно основным источником незаменимых аминокислот для человека являются пищевые продукты.

Функциональное значение заменимых аминокислот заключается в том, что они поддерживают работу мозга, обеспечивают деятельность сердечно-сосудистой системы, участвуют в регенеративных процессах, росте мышц, метаболизме, обеспечивают иммунную защиту организма.

Важной особенностью является то, что при повышенных физических нагрузках, стресс-факторах, болезнях некоторые из них могут переходить в категорию незаменимых, так как их выработка не покрывает потребностей организма. Рассмотрим роль аминокислот и их значимость для организма.

Аргинин – важный регулятор физиологических процессов сердечно-сосудистой системы, являясь источником оксида азота, необходимого для регуляции кровотока, насыщения клеток кислородом, расширения сосудов и подавления негативного влияния гормонов «стресса», в частности – кортизола. Но это позитивное влияние аргинина не исчерпывается. Эта аминокислота «активирует» макрофаги, участвует в цикле мочевины и нейтрализации аммиака, активирует метаболизм, является гепатопротектором, улучшает перистальтику кишечника. Аргинин участвует в регенерации клеток и тканей, регулирует поступление коллагена и эластина в дерму, восстанавливает липидный барьер, стимулирует выработку гормона

роста; повышает чувствительность печени к инсулину и стимулирует его секрецию [3].

Лизин выполняет структурную функцию, участвуя в синтезе белка, поддерживает иммунную систему, способствуя выработке антител и лейкоцитов, способствует лучшему усвоению кальция организмом, который необходим для плавания рыб; обладает антиоксидантными свойствами [4].

Фенилаланин выполняет энергетическую функцию, участвует в передаче нервных импульсов, участие в образовании нейромедиаторов [4].

Гистидин – предшественник гистамина (участвует в иммунных реакциях), входит в состав гемоглобина, поддерживает работу нервной и иммунной систем, а также способствует детоксикации и регенерации тканей [5, 6]

Лейцин и изолейцин в организме животных выполняют структурную, энергетическую, иммунную функции, оптимизируют углеводный обмен [7].

Валин считается структурной составляющей белков, а также источником энергии для роста мышечной ткани [7].

Треонин участвует в формировании антител и иммуноглобулинов; оптимизирует липидный обмен, способствуя предотвращению накопления жира в печени; выполняет энергетическую функцию, являясь источником энергии для клеток тела, особенно мышечных волокон [8]; входит в состав коллагена и эластина, которые обеспечивают прочность кожи, костей и соединительных тканей рыб;

Триптофан жизненно необходим для выработки серотонина и мелатонина, для синтеза витамина В₃ – ниацина, играет важную роль в обеспечении функций иммунной и нервной систем.

Метионин играет ключевую роль в энергетическом обмене, белковом обмене, обладает липотропным эффектом, участвует в образовании холина и адреналина, и является предшественником аминокислот – цистина и цистеина, участвует в росте и регенерации тканей, в детоксикации организма.

Незаменимые аминокислоты являются интегрирующим звеном основных метаболических процессов живого организма. Это связано не только с энергетическим обменом и участием в синтезе нуклеиновых кислот, коллагена и других белков, но и с обеспечением клеточного и гуморального иммунитета в период активного роста и развития [8].

Уровень незаменимых аминокислот и их вовлеченность в метаболические процессы в организме рыб напрямую зависят от их поступления с пищей.

Заменимые аминокислоты не требуют обязательного ежедневного поступления с пищей. Это соединения, которые организм способен

синтезировать самостоятельно (преимущественно в печени) из других веществ.

Тирозин обеспечивает гормональную регуляцию. Является предшественником тиреоидных гормонов, необходимых для нормального обмена веществ; оказывает нейромедиаторное действие, участвуя в производстве адреналина и норадреналина; обеспечивает антиоксидантную защиту [9].

Пролин. Основная функция пролина связана с синтезом коллагена. Пролин играет ключевую роль в поддержании иммунитета, выполняет энергетическую функцию, координирует углеводный обмен [9].

Серин участвует в различных метаболических процессах, включая синтез нуклеотидов, фосфолипидов и ряда важных биологически активных веществ, таких, как креатин и холин; серин также необходим для синтеза витаминов группы В и антиоксидантов, поддерживающих клеточные мембраны, в том числе в клетках нервной системы, эта аминокислота играет ключевую роль в обмене веществ в организме рыб [9].

Аланин играет важную роль в метаболических процессах в организме рыб, особенно в процессе глюконеогенеза, когда он превращается в глюкозу в печени. Это позволяет поддерживать уровень глюкозы в крови во время голодания или интенсивных физических нагрузок. Кроме того, аланин участвует в синтезе некоторых гормонов и ферментов, а также служит источником энергии для мышц и нервной системы [9].

Глицин. Общеизвестно, что глицин обладает нейропротекторным действием, антиоксидантными свойствами, стимулирует выработку антител, оптимизирует метаболизм [9].

Глутамин выполняет структурную, энергетическую функции; регулирует кислотность крови, участвуя в нейтрализации аммиака, снижает риск интоксикации организма; является источником энергии для нервных клеток и помогает поддерживать нормальное функционирование нервной системы; способствует восстановлению слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта [9].

Аспарагин играет важную роль в метаболизме аминокислот, синтезе белков, выполняет структурную функцию, играет важную роль в транспортировке и накоплении азота в организме; стимулирует созревание лимфоцитов; помогает выводить из организма токсичный аммиак; участвует в N-гликозилировании – прикреплении углеводных цепочек к белкам [9].

Цистин формирует вторичную структуру белков путем образования межцепочечных связей между полипептидными цепями; способствует нейтрализации свободных радикалов, предотвращает повреждение клеточных мембран и ДНК, входит в состав иммуноглобулинов; используется организмом для синтеза глутатиона, мощного антиоксиданта, участвующего в обезвреживании токсинов и ядов [9].

Пищевая и биологическая ценность продуктов питания определяется ценностью составляющих их веществ. В связи с этим в настоящее время наряду с традиционными схемами кормления в аквакультуре практикуется введение в рацион рыбы различных кормовых добавок.

Целью исследования стала оценка влияния кормовой добавки «Правад» на метаболизм аминокислот в организме рыб, которых по типу питания можно отнести к плотоядным.

Для достижения поставленной цели решали следующие задачи:

1. Исследовать содержание аминокислот в мышечной ткани радужной форели при использовании кормовой добавки «Правад».

2. Оценить влияние кормовой добавки «Правад» на направленность процессов, характеризующих метаболизм аминокислот в организме радужной форели.

Материалы и методы

Нами была проведена оценка влияния кормовой добавки «Правад» на содержание незаменимых и заменимых аминокислот в мясе радужной форели. Кормовая добавка «Правад» по сути является витаминизированной и включает комплекс биологически активных веществ таких, как адаптогены, пробиотики, витамины и аминокислоты.

Натурные испытания кормовой добавки «Правад» при выращивании товарной форели проводились на базе рыбоводного хозяйства «Янтарный ручей» (КФХ Дудко Оксана Анатольевна) Ульяновской области в летний период 2025 г.

Предприятие «Янтарный ручей» (КФХ Дудко Оксана Анатольевна) является рыбоводным комплексом. Комплекс представляет собой замкнутую рыбоводную установку (УЗВ), обеспечивающую непрерывную циркуляцию воды, механическую и биологическую очистку воды, насыщение воды кислородом и озоном, коррекцию температуры технологической воды и стабилизацию рН. Мощность предприятия – до 130 тонн рыбы в год.

В качестве объекта исследований выступила форель радужная (*Oncorhynchus mykiss*) в возрасте двух лет. Всего в опыте было две группы – опытная и контрольная по 20 особей в каждой, при их формировании руководствовались принципом аналогов. Продолжительность эксперимента - два месяца. Форель контрольной группы получала обычный рацион (ОР) - заводские стандартные корма фирмы AQUAREX. Рыба опытной группы дополнительно к основному рациону получала кормовую добавку «Правад» из расчета 1 доза/кг корма.

Суточную норму корма рассчитывали по общепринятой методике с учетом температуры воды и массы рыбы. Ежедневно контролировали поедаемость кормов и сохранность рыбы. Нанесение на корма кормовой добавки осуществляли распылением, используя пищевые закрепители, корма без

кормовой добавки обрабатывали только пищевым закрепителем.

Содержание аминокислот в мышечной ткани африканского клариевого сома проводили на аминокислотном анализаторе Hitachi AAA 835.

Исследование содержания аминокислот в мясе форели проводили на базе сертифицированной учебно-научно-испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции в Саратовском государственном университете генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова

Результаты

Нами была проведена оценка содержания спектра аминокислот в мясе радужной форели на фоне использования кормовой добавки «Правад». Перед началом эксперимента был проведен сравнительный анализ содержания аминокислот в мышцах рыбы опытной и контрольной группы (табл. 1, 2).

Таблица 1. Содержание незаменимых аминокислот в мышцах радужной форели на старте опыта и через 60 суток с начала эксперимента

НАК	Старт опыта		60 суток	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Аргинин	1,013 ± 0,06	1,02 ± 0,08	1,479 ± 0,021	1,928 ± 0,035*
Лизин	0,874 ± 0,031	0,875 ± 0,037	0,891 ± 0,032	1,304 ± 0,055*
Фенилаланин	0,528 ± 0,02	0,543 ± 0,027	0,565 ± 0,021	0,787 ± 0,039*
Гистидин	0,525 ± 0,065	0,524 ± 0,028	0,541 ± 0,067	0,812 ± 0,043*
Лейцин+изолейцин	1,57 ± 0,058	1,572 ± 0,07	1,366 ± 0,05	1,839 ± 0,015*
Метионин	0,312 ± 0,067	0,34 ± 0,03	0,362 ± 0,077	0,595 ± 0,014*
Валин	0,59 ± 0,041	0,611 ± 0,02	0,678 ± 0,048	0,91 ± 0,014*
Треонин	0,458 ± 0,126	0,452 ± 0,079	0,481 ± 0,035	0,809 ± 0,054*
Триптофан	0,149 ± 0,034	0,145 ± 0,012	0,14 ± 0,032	0,139 ± 0,012

*- достоверные отличия при $p < 0,05$

Таблица 2. Содержание заменимых аминокислот в мышцах радужной форели на старте опыта и через 60 суток с начала эксперимента

ЗАК	Старт опыта		60 суток	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Серин	0,332 ± 0,017	0,328 ± 0,015	0,38 ± 0,017	0,64 ± 0,015*
Аланин	0,723 ± 0,014	0,752 ± 0,02	0,67 ± 0,014	0,92 ± 0,02*
Глицин	0,434 ± 0,022	0,456 ± 0,017	0,46 ± 0,022	0,89 ± 0,017*
Глутамин	0,465 ± 0,045	0,46 ± 0,037	0,57 ± 0,045	0,78 ± 0,035*
Аспарагин	0,144 ± 0,01	0,131 ± 0,009	0,42 ± 0,01	0,84 ± 0,03*
Цистеин	0,083 ± 0,007	0,09 ± 0,002	0,05 ± 0,007	0,12 ± 0,002*
Пролин	0,505 ± 0,028	0,548 ± 0,012	0,48 ± 0,028	1,1 ± 0,012*
Тирозин	0,331 ± 0,03	0,343 ± 0,014	0,31 ± 0,03	0,53 ± 0,014*

*- достоверные отличия при $p < 0,05$

Согласно данным, представленным в таблицах 1, 2, значимых различий в аминокислотном спектре мышечной ткани радужной форели опытной и контрольной групп выявлено не было ($p < 0,05$).

По истечении двух месяцев с момента начала эксперимента нами был проведен сравнительный анализ аминокислотного спектра мышечной ткани радужной форели опытной группы.

Рост содержания незаменимых аминокислот в опытной группе, получавшей на протяжении двух месяцев кормовую добавку «Правад», на старте опыта и в конце опыта представлен на рисунке 1.

Суммарное содержание НАК на старте опыта в опытной группе составило 6,08 %. Через 60 дней после введения в рацион рыбы КД «Правад» сумма НАК составила 9,12 %. Таким образом, применение кормовой добавки «Правад» привело к тому, что при введении ее в рацион суммарное содержание НАК в опытной группе радужной форели выросло на 50 % ($p < 0,05$).

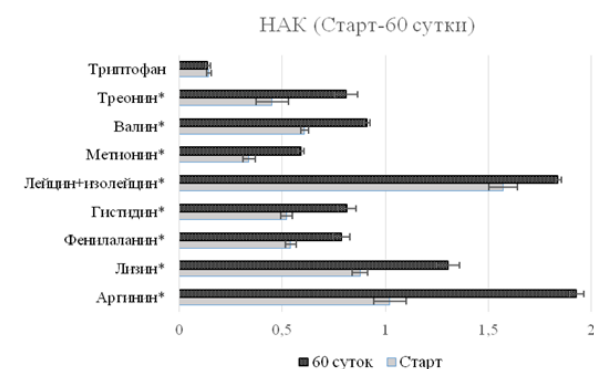


Рис. 1. Содержание НАК в мышечной ткани радужной форели опытной группы при использовании КД «Правад»

Выявлен рост большей части незаменимых аминокислот в мясе рыбы опытной группы (рис. 1), в рацион которой входила КД «Правад».

Персонализированная динамика содержания НАК в опытной группе на старте опыта и по истечении 60 суток скармливания КД «Правад» приведена ниже. Содержание аргинина в опытной группе по отношению к стартовым показателям выросло на 89,01 %, лизина- на 49,02 %, фенилаланина - на 44,9 %, гистидина- на 54,9%, лейцин + изолейцин на 16,9 %, метионина- на 75 %, валина- на 48,9 % и треонина- на 78,9 % ($p < 0,05$).

На 60-е сутки эксперимента выявлено незначительное снижение содержания триптофана в мышечной ткани радужной форели опытной группы. Его содержание на момент начала опыта составило 0,145 %, спустя 60 суток – 0,139 % ($p < 0,05$).

Сравнительное содержание ЗАК в опытной группе на старте опыта и спустя 60 дней представлено на рис. 2.

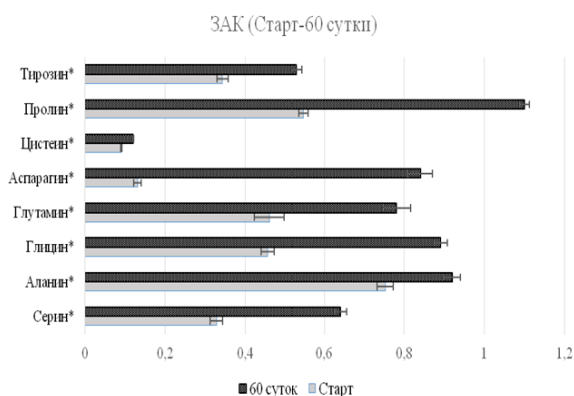


Рис. 2. Содержание ЗАК в мышечной ткани радужной форели опытной группы при использовании КД «Правад»

Суммарное содержание ЗАК на момент начала эксперимента в опытной группе рыбы составило 3,1 %, по окончании опыта -5,82 %. За период эксперимента в группе рыб, получавших кормовую добавку, прирост суммарного количества ЗАК составил 87,2 % ($p < 0,05$).

Было выявлено, что за период эксперимента, этот прирост коснулся значительного количества заменимых аминокислот (рис. 2). Преобладающий рост показали такие аминокислоты, как аспарагин, пролин, серин, глицин. Повышение содержания аспарагина и пролина превысило 100 %. Содержание серина и глицина на фоне введения в рацион рыбы КД «Правад» выросло на 95,1 % ($p < 0,05$).

Содержание глутамина, тирозина и цистина повысилось на 69,5 %, 54,2 % и 33,3 % соответственно. Содержание аланина выросло на 22,3 % по сравнению с аналогичным показателем на момент начала опыта ($p < 0,05$).

Нами была рассчитана пищевая ценность радужной форели на старте опыта и по истечении 60 суток с момента начала эксперимента. Расчет пищевой ценности проводили по формуле:

Пищевая ценность (ккал) = (белки × 4) + (жиры × 9) + (углеводы × 4).

Согласно полученным нами результатам, пищевая ценность радужной форели опытной группы на старте опыта составляла 177,1 ккал. Через 60 суток после введения в рацион кормовой добавки «Правад» пищевая ценность составила 196,3 ккал. Таким образом, прирост пищевой ценности на фоне введения в рацион радужной форели кормовой добавки «Правад» составил 10,84%.

Обсуждение

Процент прироста суммарного содержания НАК в опытной группе по сравнению с контрольной на фоне применения «Правад» составил 50 %. Нами выявлено повышение большей части спектра незаменимых аминокислот в опытной группе по сравнению с контрольной на фоне введения КД «Правад» в рацион рыбы.

Аналогичная динамика характерна для спектра заменимых аминокислот (ЗАК). Введение в рацион

рыбы КД «Правад» вызвало повышение суммарного количества ЗАК на 87,26 % по сравнению с контрольной группой.

Одним из наиболее значимых критериев пищевых продуктов является биологическая ценность белка. Особую ценность представляют незаменимые аминокислоты, которые не синтезируются в организме и поступают только с пищей.

Наши результаты согласуются с результатами, полученными Кашириной А.А. по «изучению влияния белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» на товарные качества радужной форели и установлено, что введение белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» в состав комбикормов для радужной форели оптимизирует аминокислотный состав мышечной ткани опытной рыбы. Суммарное содержание исследуемых аминокислот в опытных группах, получавших белоксодержащий кормовой концентрат «Горлинка», было на 0,483...1,651% выше аналогичных показателей рыбы контрольной группы» [10].

Полученные нами результаты также согласуются с данными, полученными Мирошниковой Е.П. с соавторами. Они исследовали влияние пробиотиков «Атыш» и «Субтилис-Ж» на аминокислотный состав мышечной ткани молоди карпа и показали, что «в среднем все показатели аминокислот в мышечной ткани молоди карпа отличаются от контроля на 6,17 %, кроме аргинина и гистидина (на 0,33 % и 3,7 %, соответственно). Установлено, что на фоне пробиотика в наибольшей мере вырос уровень таких аминокислот, как лейцин + изолейцин (9,72 %) и пролин (10,34 %)» [11].

Лебедев С. Ю. и соавторы [12] отмечают, что «при введении в рацион белкового концентрата «Агро-Матик» общая сумма аминокислот увеличилась на 0,122...0,268 % в сравнении с контрольной группой рыбы».

Аналогичные результаты получены при использовании вермимуки; Гуркина О.А. с соавторами [13] показала, что эта кормовая добавка влияет аналогично на метаболизм аминокислот в мышечной ткани осетров.

Результаты, полученные в проведенном исследовании, превосходят описанные в литературе при использовании традиционных белковых добавок. Объясняется это тем, что разработанная многокомпонентная кормовая добавка «Правад» в своем составе содержит не только витамины и аминокислоты, но и штаммы микробиоты, которая интенсивно синтезирует широкий спектр аминокислот, обогащающий рацион рыб.

Заключение

Персонализированная динамика содержания НАК в опытной группе по сравнению с контрольной спустя 60 суток с момента начала эксперимента выглядела следующим образом. Содержание аргинина в опытной группе по отношению к показателям контрольной группы выросло на 30,3 %, лизина - на

46,3 %, фенилаланина - на 39,2 %, гистидина - на 50,09 %, лейцин+изолеуцин - на 34,6 %, метионина - на 64,3 %, валина - на 34,2 %, треонина - на 68,1 % ($p < 0,05$). Практически не изменился уровень триптофана, содержание которого в опытной группе составило 0,139 %, в контрольной - 0,14 % ($p < 0,05$).

Выявленное повышение суммарного содержания ЗАК в опытной группе по сравнению с контрольной на фоне введения «Правд» в рацион рыбы показало, что выше других вырос уровень цистина. Его содержание в мышечной ткани рыбы опытной группы по отношению к контролю повысилось более, чем на 100 %. Аналогичная динамика характерна для содержания пролина. Также значительно повысилось содержание аспарагина, глицина, тирозина и серина. Прирост составил 100 %, 93,4 %, 70,9 % и 68,4 % соответственно. Содержание аланина и глутамината выросло на 37,3 % и 36,8 % соответственно ($p < 0,05$).

На основании полученных результатов мы можем сделать вывод о том, что применение кормовой добавки «Правд» в рационе радужной форели вызывает перестройки в метаболизме аминокислот, приводя к изменению их суммарного количества, появлению новых доминант, в трансформации минорных аминокислот в более значимую по уровню содержания группу. Выявлена тенденция суммарного повышения незаменимых аминокислот в мышцах рыбы первой опытной группы.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что кормовая добавка «Правд» интенсифицирует метаболизм аминокислот, увеличивает биологическую ценность мяса форели, повышая в нем содержание эссенциальных аминокислот, имеющих особую значимость для организма человека – потребителя рыбы.

Введение кормовой добавки «Правд» в рацион плотоядных рыб в аквакультуре можно рассматривать как биотехнологический метод, позволяющий конструировать рыбу как пищевой продукт с заданными потребительскими свойствами.

Литература

1. Черная Л. В., Ковальчук Л. А., Микшевич Н. В. Роль свободных аминокислот в адаптационных процессах медицинских пиявок из природных популяций // Изучение водных и наземных экосистем: история и современность: Тезисы докладов II Международной научно-практической конференции, Севастополь, 05-09 сентября 2022 г. Севастополь: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр "Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН", 2022. С. 194-195. EDN VJBBGH.

2. Effects of fish size and diet adaptation on growth performances and nitrogen utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) juveniles given diets based on free and/or protein-bound amino acids / N. Bodin, G. Delfosse, T. T. Nang Thu, et al. // *Aquaculture*. 2012. Vol.

356-357. P. 105-115. doi: 10.1016/j.aquaculture.2012.05.030. EDN ROBBWT.

3. Разумовский Н., Соболев Д. Аминокислоты – заменимые и незаменимые // *Животноводство России*. 2020. № 2. С. 59-63. EDN SLSLSD.

4. Калинин О. В. Специфические функции незаменимых аминокислот // *Молодежь и наука*. 2016. № 1. С. 2. EDN VOWLSN.

5. Малиновский А. В. Особенности метаболизма гистидина у разных видов животных (обзор) // *Генетика и разведение животных*. 2023. № 3. С. 103-109. doi: 10.31043/2410-2733-2023-3-103-109. EDN TTPGYU.

6. Абашкина Е. Гистидин – незаменимая аминокислота в кормлении ценных пород рыб // *Комбикорма*. 2023. № 9. С. 41-42. EDN NJZYK.

7. Калинин О. В., Зуева Г. В. Специфические функции незаменимых аминокислот // *Инновационные технологии в аграрном производстве: Материалы Межрегиональной научно-практической конференции, Екатеринбург, 12-13 марта 2020 года*. Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2020. С. 68-70. EDN HORMHN.

8. Аминокислотный анализ мышечной ткани судака и щуки Волгоградского водохранилища / Ю. А. Гусева, А. А. Васильев, М. А. Камардина и др. // *Аграрный научный журнал*. 2022. № 11. С. 68-70. doi: 10.28983/asj.y2022i11pp68-70. EDN UQVHKL.

9. Черная Л. В., Ковальчук Л. А., Микшевич Н. В. Свободные аминокислоты тканей медицинских пиявок: эколого-физиологический аспект. Екатеринбург: Уральский государственный педагогический университет, 2024. 354 с. ISBN 978-5-7186-2320-8. EDN GMPSKU.

10. Каширина А. А. Влияние белоксодержащего кормового концентрата «Горлинка» на товарные качества радужной форели // *Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование*. 2024. № 5(77). С. 293-301. doi: 10.32786/2071-9485-2024-05-33. EDN IYHOMB.

11. Влияние пробиотических препаратов «Атыш» и «Субтилис-Ж» на рост и аминокислотный состав мышечной ткани молоди карпа / Е. П. Мирошникова, М. С. Зуева и др. // *Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации: материалы VI национальной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 06–07 сентября 2021 года*. Саратов: Амирит, 2021. С. 136-141. EDN VEFUDF.

12. Лебедев С. Ю., Матвеева Д. Д., Прозорова Т. В. Влияние белкового концентрата «Агро-Матик» на живую массу и качество мяса форели // *Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: Материалы Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня основания ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ, Волгоград, 08-09 февраля 2024 года*. Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2024. С. 47-53. EDN HVVUJC.

13. Оценка воздействия корма с добавлением вермикули на аминокислотный состав мышечной ткани осетров / О. А. Гуркина, И. В. Поддубная, О. Н. Руднева и др. // Международный научно-исследовательский журнал. 2024. № 6(144). doi: 10.60797/IRJ.2024.144.44. EDN EMRGAQ.

14. Сравнительная оценка эффективности использования пробиотика Натупро в кормлении форели и стерляди / Ж. В. Кошак, А. Н. Ильяшенко, С. М. Дегтярик и др. // Животноводство и кормопроизводство. 2025. Т. 108. № 4. С. 261-273. doi: 10.33284/2658-3135-108-4-261. EDN KHOZFK.

15. Содержание аминокислот в мышцах африканского клариевого сома в межнерестовый период / Л. А. Шадыева, Е. М. Романова, В. В. Романов и др. // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2020. № 4(52). С. 161-166. doi: 10.18286/1816-4501-2020-4-161-166. EDN AUEOOZ.

References

1. Chernaya, L. V., Kovalchuk, L. A., Mikshevich, N. V., The Role of free amino acids in adaptation processes of medicinal leeches from natural populations // Study of Aquatic and Terrestrial Ecosystems: History and Modernity: Abstracts of the II International scientific and practical conference, Sevastopol, September 5-9, 2022. Sevastopol: Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Research Center Institute of Biology of the Southern Seas of the Russian Academy of Sciences named after A.O. Kovalevsky, 2022. P. 194-195. EDN BJBGGH.

2. Effects of fish size and diet adaptation on growth performance and nitrogen utilization of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* W.) juveniles given diets based on free and/or protein-bound amino acids / N. Bodin, G. Delfosse, T. T. Nang Thu, et al. // Aquaculture. 2012. Vol. 356-357. P. 105-115. doi: 10.1016/j.aquaculture.2012.05.030. EDN ROBBWT.

3. Razumovsky N., Sobolev D. Amino acids - replaceable and essential // Animal breeding of Russia. 2020. No. 2. P. 59-63. EDN SSLSOD.

4. Kalinin O. V. Specific functions of essential amino acids // Youth and Science. 2016. No. 1. p. 2. EDN VOWLSN.

5. Malinovsky A. V. Features of histidine metabolism in different animal species (review) // Genetics and Animal Breeding. 2023. No. 3. P. 103-109. doi: 10.31043/2410-2733-2023-3-103-109. EDN TTPGYY.

6. Abashkina E. Histidine – an essential amino acid in feeding valuable fish breeds // Combined feeds. 2023. No. 9. P. 41-42. EDN NJIZYK.

7. Kalinin O. V., Zueva G. V. Specific functions of essential amino acids // Innovative technologies in agricultural production: Proceedings of the Interregional scientific and practical conference, Yekaterinburg, March 12-13, 2020. Yekaterinburg: Ural State Agrarian University, 2020. P. 68-70. EDN HORMHN.

8. Amino acid analysis of muscle tissue of pike perch and pike of the Volgograd Reservoir / Yu. A. Guseva, A. A. Vasiliev, M. A. Kamardina, et al. // Agrarian scientific

journal. 2022. No. 11. P. 68-70. doi: 10.28983/asj.y2022i11pp68-70. EDN UQVHKL.

9. Chernaya L. V., Kovalchuk L. A., Mikshevich N. V. Free amino acids of medicinal leeches tissues: ecological and physiological aspect. Yekaterinburg: Ural State Teacher training University, 2024. 354 p. ISBN 978-5-7186-2320-8. EDN GMPSKU.

10. Kashirina A. A. Influence of Gorlinka protein-containing feed concentrate on commercial qualities of rainbow trout // Izvestiya of the Lower Volga Agrarian University Complex: Science and Higher Professional Education. 2024. No. 5 (77). P. 293-301. doi: 10.32786/2071-9485-2024-05-33. EDN IYHOMB.

11. The effect of Atysh and Subtilis-Zh probiotic preparations on growth and amino acid composition of muscle tissue of juvenile carp / E. P. Miroshnikova, M. S. Zueva, et al. // The state and development paths of aquaculture in the Russian Federation: Proceedings of the VI National Scientific and Practical Conference, St. Petersburg, September 6-7, 2021. Saratov: Amirit, 2021. P. 136-141. EDN VEFUDF.

12. Lebedev S. Yu., Matveeva D. D., Prozorova T. V. The effect of Agro-Matik protein concentrate on live weight and meat quality of trout // Innovative technologies in the agro-industrial complex in the context of digital transformation: Proceedings of the International scientific and practical conference dedicated to the 80th anniversary of the foundation of the Volgograd State Agrarian University, Volgograd, February 8-9, 2024. Volgograd: Volgograd State Agrarian University, 2024. P. 47-53. EDN HVVUJC.

13. Evaluation of the effect of feed with the addition of vermicompost on amino acid composition of sturgeon muscle tissue / O. A. Gurkina, I. V. Poddubnaya, O. N. Rudneva, et al. // International research journal. 2024. No. 6(144). doi: 10.60797/IRJ.2024.144.44. EDN EMRGAQ.

14. Comparative evaluation of the effectiveness of using Natupro probiotic in feeding trout and sterlet / Zh. V. Koshak, A. N. Ilyashenko, S. M. Degtyarik, et al. // Animal Husbandry and Feed Production. 2025. Vol. 108. No. 4. P. 261-273. doi: 10.33284/2658-3135-108-4-261. EDN KHOZFK.

15. The content of amino acids in the muscles of African clariid catfish in the inter-spawning period / L. A. Shadyeva, E. M. Romanova, V. V. Romanov, et al. // Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy. 2020. No. 4(52). P. 161-166. doi: 10.18286/1816-4501-2020-4-161-166. EDN AUEOOZ.