

Влияние комплекса аминокислот и ультрадисперсных частиц диоксида кремния на рост рыб и аминокислотный состав печени

Мария Сергеевна Аринжанова¹, Елена Петровна Мирошникова²,
Азамат Ерсайнович Аринжанов², Юлия Владимировна Килякова²

¹Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, г. Оренбург, Россия, e-mail: marymiroshnikova@mail.ru

²Оренбургский государственный университет, г. Оренбург, Россия, e-mail: arin.azamat@mail.ru

Аннотация. Представлены результаты изучения влияния ультрадисперсных частиц (УДЧ) диоксида кремния (SiO₂) и комплекса незаменимых аминокислот (аргинин, лизин и метионин) в составе рациона молоди карпа на рост, аминокислотный состав печени и химический состав мышечной ткани рыб. В ходе исследований установлен синергизм действия исследуемых добавок на продуктивность роста рыб. Включение в их рацион УДЧ SiO₂ и комплекса аминокислот сопровождается изменением обмена аминокислот в организме, способствует повышению в печени как заменимых, так и незаменимых аминокислот и приводит к повышению продуктивности карпа.

Ключевые слова: кормление; аминокислоты; ультрадисперсные частицы; диоксид кремния; печень; карп.

Для цитирования: Аринжанова М. С., Мирошникова Е. П., Аринжанов А. Е., Килякова Ю. В. Влияние комплекса аминокислот и ультрадисперсных частиц диоксида кремния на рост рыб и аминокислотный состав печени // Аграрный научный журнал. 2023. № 2. С. 82–85. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp82-85>.

VETERINARY MEDICINE AND ZOOTECHNICS

Original article

Influence of a complex of amino acids and ultrafine particles of silicon dioxide on the growth of fish and the amino acid composition of the liver

Maria S. Arinzhanova¹, Elena P. Miroshnikova², Azamat E. Arinzhanov², Julia V. Kilyakova²

¹Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia, e-mail: marymiroshnikova@mail.ru

²Orenburg State University, Orenburg, Russia, e-mail: arin.azamat@mail.ru

Abstract. The paper presents the results of studies on the effect of ultrafine particles of silicon dioxide (SiO₂) and a complex of essential amino acids (arginine, lysine and methionine) in the diet of carp juveniles on growth, on the amino acid composition of the liver and the chemical composition of fish muscle tissue. In the course of the research, the synergism of the effect of the studied additives on the productivity of fish growth was established. The inclusion of ultrafine SiO₂ and a complex of amino acids in the diet of fish is accompanied by a change in the metabolism of amino acids in the body, promotes an increase in both essential and non-essential amino acids in the liver and leads to an increase in the productivity of carp.

Keywords: feeding; amino acids; ultrafine particles; silicon dioxide; liver; carp.

For citation: Arinzhanova M. S., Miroshnikova E. P., Arinzhanov A. E., Kilyakova Ju. V. Influence of a complex of amino acids and ultrafine particles of silicon dioxide on the growth of fish and the amino acid composition of the liver. Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal. 2023;(2):82–85. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2022i2pp82-85>.

Введение. Обеспечение рыб рациональным питанием, имеющим сбалансированный аминокислотный состав, – одна из главных проблем мировой аквакультуры [1]. Аминокислоты в онтогенезе рыб являются незаменимыми предшественниками для синтеза всех белков и многочисленных веществ, имеющих огромное биологическое значение, а на ранних стадиях развития – основны-





ми источниками энергии [9]. Из 20 стандартных протеиногенных L-аминокислот 9 не могут синтезироваться в организме и должны поступать с пищей или из кишечных микроорганизмов [6].

В нашем исследовании в качестве актуальных кормовых добавок рассматриваются такие незаменимые аминокислоты, как аргинин, метионин и лизин. Доказано, что среди экзогенных материалов минеральные вещества, так же как и аминокислоты, играют огромную роль в метаболизме. В кормах для животных микроэлементы используются в премиксах в виде неорганических оксидов, сульфатов и карбонатов и, таким образом действуют как катализаторы ферментативных и гормональных процессов, влияя на поддержание организма, рост и развитие костей [8, 10].

Внедрение различных микроэлементов в кормовые рационы в животноводстве, птицеводстве и аквакультуре в последние годы привлекает все большее внимание ученых и практиков. В этой связи появляются корма для животных из все более широкого числа микронутриентов. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) классифицировала микроэлементы на три группы в зависимости от их возможной роли в питании [9]. Кремний (Si) отнесен к группе элементов, имеющих вероятное физиологическое значение. Известно, что Si является элементом связи и обеспечивает нормализацию течения жизненно важных процессов в клетках [2]. Однако механизм действия этого микроэлемента в организме гомойотермных и пойкилотермных живых существ изучен недостаточно. В связи с этим важной задачей совершенствования биотехники выращивания рыб является совмещение аминокислот и микроэлементов.

Цель данной работы – изучение влияния комплекса аминокислот (аргинин, лизин, метионин) и ультрадисперсных частиц диоксида кремния на рост карпа и аминокислотный состав печени рыб.

Методика исследований. Исследования проводили на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ОГУ. В опыт были включены три группы молоди карпа (по 30 особей в каждой группе): одна контрольная и 2 опытные. Средняя масса особей 20,0 г. Карпы контрольной группы получали основной рацион (ОР), I опытной – ОР + комплекс аминокислот (КА), II опытной – ОР + ультрадисперсные частицы (УДЧ) SiO_2 (200 мг/кг) + КА.

Основной рацион включал в себя корм КРК-110-1 производства ОАО «Оренбургский комбикормовый завод» (г. Оренбург). В качестве комплекса аминокислот использовали метионин кормовой (дозировка 10 г/кг корма), монохлоргидрат лизина (21 г/кг корма), гидрохлорид аргинина (25 г/кг корма).

Использованные УДЧ SiO_2 произведены методом плазмохимического синтеза (ООО «Плазмотерм», г. Москва). Подготовку УДЧ проводили в изотоническом растворе путем ультразвуковой обработки точной навески в течение 30 мин с помощью УЗДН-2Т (35 кГц, 300 Вт, 10 мкА, 30 мин; «НПП Академприбор», Россия).

Суточную норму кормления определяли еженедельно в зависимости от массы рыбы, температуры воды и значений растворенного в воде кислорода.

Лабораторные исследования тканей и органов проводили с использованием оборудования ЦКП ФНЦ БСТ РАН по стандартным методикам.

Статистическую обработку полученных данных осуществляли с использованием стандартных методик ANOVA (программный пакет Statistica 10.0, StatSoftInc, США) и программного пакета MS Excel 2010. Различия считались статистически значимыми при $P \leq 0,05$.

Результаты исследований. Действие кормов на рост и развитие рыб наблюдали в течение 56 суток. За это время у подопытных рыб не было зафиксировано отклонений от нормы по поведению и внешним признакам. Включение в рацион карпа КА и УДЧ SiO_2 отразилось на росте рыб. Ростостимулирующий эффект был зафиксирован лишь при совместном использовании КА и УДЧ диоксида кремния. К концу опыта установили повышение интенсивности роста на 6,3 % ($P \leq 0,05$) по сравнению с контролем (табл. 1).

Печень животных и рыб выполняет функцию депо белков, углеводов, жиров, витаминов, минеральных веществ, а также гормонов. Из печени в организм поступают соединения и структурные блоки, необходимые для синтеза сложных макромолекул. Поэтому анализ химического состава печени карпа отражает аминокислотный состав организма в целом. По химическому составу мышечной ткани можно судить о метаболических процессах, протекающих в организме.

Анализ аминокислотного состава печени карпа показал влияние КА как отдельно, так и сочетанно с УДЧ (табл. 2). В опытных группах была зафиксирована наибольшая концентрация аминокислот. Включение в рацион карпа комплекса аминокислот (аргинин, метионин, лизин) привело к достоверному повышению уровня аргинина на 0,44 % ($P \leq 0,001$), метионина на 0,15 % ($P \leq 0,01$) и лизина на 0,34 % ($P < 0,001$) относительно контрольных значений.

Показатели роста подопытных рыб

Показатель	Группа		
	контроль	КА	КА + УДЧ SiO ₂
Масса рыб в начале опыта, г	20,3±3,4	20,5±3,5	20,0±2,7
Масса рыб в конце опыта, г	65,4±7,3	67,7±6,7	69,5±3,9*
Абсолютный прирост, г	45,1	47,2	49,5
Относительный прирост, %	222,2	230,2	247,5
Среднесуточный прирост, г	0,80	0,84	0,88

* $P \leq 0,05$.

Таблица 1

Аминокислотный состав печени карпа, %

Показатель	Группа		
	контроль	I опытная	II опытная
Аргинин	1,04±0,02	1,48±0,03***	1,25±0,03***
Аланин	1,87±0,04	2,17±0,08**	2,21±0,07**
Валин	2,13±0,03	2,50±0,05**	2,44±0,04**
Глицин	1,96±0,05	2,23±0,08*	2,25±0,09*
Гистидин	0,71±0,02	0,73±0,03	0,82±0,04*
Лизин	0,89±0,01	1,23±0,03***	1,15±0,02***
Лейцин + изолейцин	4,28±0,1	4,67±0,3	4,98±0,4*
Метионин	0,88±0,02	1,03±0,03**	1,06±0,04**
Пролин	1,56±0,04	1,83±0,04**	1,86±0,06**
Тирозин	1,03±0,01	1,14±0,02***	1,22±0,04***
Треонин	1,63±0,04	1,88±0,06**	1,91±0,07**
Серин	1,74±0,05	1,88±0,07	1,93±0,08*
Фенилаланин	1,35±0,03	1,44±0,04	1,60±0,05**

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$; *** $P \leq 0,001$.

Кроме того, в I опытной группе отмечали повышение уровня тирозина на 0,11 % ($P \leq 0,001$), пролина – на 0,27 % ($P \leq 0,01$), валина – на 0,37 % ($P \leq 0,01$), аланина – на 0,30 % ($P \leq 0,01$), глицина – на 0,27 % ($P \leq 0,05$), треонина – на 0,25 % ($P \leq 0,01$), лейцина + изолейцина – на 0,39 % относительно контроля.

Динамика повышения уровня аминокислот во II опытной группе относительно контрольных значений подтвердила синергизм действия УДЧ SiO₂ и КА. Похожие данные были получены в эксперименте на цыплятах-бройлерах [4]. Нами установлено достоверное повышение уровня аргинина на 0,21 % ($P \leq 0,001$), лизина – на 0,26 % ($P \leq 0,001$), метионина – на 0,18 % ($P \leq 0,01$), гистидина – на 0,11 % ($P \leq 0,05$), тирозина – на 0,19 % ($P \leq 0,001$), лейцина + изолейцина – на 0,70 % ($P \leq 0,05$), валина – на 0,31 % ($P \leq 0,01$), серина – на 0,19 % ($P \leq 0,05$), пролина – на 0,30 % ($P \leq 0,01$), аланина – на 0,34 % ($P \leq 0,01$), глицина – на 0,29 % ($P \leq 0,05$), треонина – на 0,28 % ($P \leq 0,01$) и фенилаланина – на 0,25 % ($P \leq 0,01$) относительно контроля.

Таким образом, поступление в организм рыб комплекса аминокислот и УДЧ активизирует обмен веществ, в частности через синтез оксида азота (NO), который обусловлен в первую очередь гормонально опосредованным действием аргинина на иммунную систему, а также наличием метионина как регулятора окислительно-восстановительных реакций [3]. В результате повышаются метаболизм в тканях и органах и доступность нутриентов корма для клеток иммунной системы.

Установлено, что аргинин, метионин и лизин благоприятно влияют на работу печени, способствуя росту и размножению клеток, и, как следствие, на физиологическое состояние рыб [7], о чем может свидетельствовать повышение уровня аминокислот в печени.

Анализ химического состава мышечной ткани рыб показал достоверное снижение количества белка в опытных группах относительно контроля (табл. 3) на 3,42 % (I группа) и 4,70 % (II группа), что может быть связано с активизацией белкового обмена на фоне поступления в организм комплекса аминокислот.

Заключение. Совместное использование в кормлении рыб комплекса аминокислот и ультрадисперсных частиц диоксида углерода позволяет увеличить продуктивность особей на 6,3 % по



Химический состав мышечной ткани карпа, %

Группа	Показатель			
	влага	жир	протеин	зола
Контроль	80,05±1,75	2,62±0,19	15,52±1,02	0,97±0,02
I опытная	79,32±1,93	4,02±0,31**	12,10±1,05*	0,96±0,01
II опытная	80,35±2,34	2,44±0,13	10,82±0,95*	0,98±0,03

* $P \leq 0,05$; ** $P \leq 0,01$.

сравнению с контролем. Комплекс используемых биодобавок повышает обмен веществ в органах и тканях, вследствие чего в печени повышается уровень как заменимых, так и незаменимых аминокислот (валин, лейцин, изолейцин, треонин, фенилаланин).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №22-26-00281).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Васильев А. А., Поддубная И. В., Семькин А. С. Эффективность использования иммуностимулирующего препарата в кормлении осетровых рыб при выращивании в установке замкнутого водоснабжения // *Аграрный научный журнал*. 2018. № 9. С. 47–50.
2. Еремин С. В. Влияние нанобиологической кормовой добавки «Набикат» в рационах цыплят-бройлеров на их продуктивность и гематологические параметры // *Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета*. 2016. № 121. С. 2165–2176.
3. Кошак Ж. В., Рукшан Л. В., Кошак А. Э. Качество промышленных комбикормов для осетровых рыб и сохранение в них метионина при экструдировании // *Вестник Могилевского государственного университета продовольствия*. 2020. № 1(28). С. 49–59.
4. Мустафина А. С. Влияние ультрадисперсного диоксида кремния на аминокислотный состав мяса и печени цыплят-бройлеров // *Животноводство и кормопроизводство*. 2020. Т.103. № 3. С. 8–15. DOI: 10.33284/2658-3135-103-3-8.
5. Шейбак В. М., Павлюковец А. Ю. Аргинин и иммунная система – возможные механизмы взаимодействия // *Вестник Витебского государственного медицинского университета*. 2013. Т. 12. № 1. С. 6–13.
6. Absorptive transport of amino acids by the rat colon / Y. Chen et al. // *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. 2020. Vol. 318(1). P. 189–202. DOI: 10.1152/ajpgi.00277.2019.
7. The dietary lysine requirement for optimum protein retention differs with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) strain / S. Lee et al. // *Aquaculture*. 2020. Vol. 514. P. 734483.
8. Li P., Wu G. Composition of amino acids and related nitrogenous nutrients in feedstuffs for animal diets // *Amino Acids*. 2020. Vol. 52(4). P. 523–542. DOI: 10.1007/s00726-020-02833-4.
9. Serum copper profile in patients with type 1 diabetes in comparison to other metals / R. Squitti et al. // *J Trace Elem Med Biol*. 2019. Vol. 56. P.156–161.
10. Waal H. O. The mineral nutrition of livestock (3rd edn) - E.J. Underwood & N.F. Suttle (eds) // *African Journal of Range & Forage Science*. 1999. Vol.16. P. 47–48.

REFERENCES

1. Vasiliev A. A., Poddubnaya I. V., Semykina A. S. The effectiveness of the use of an immunostimulating drug in feeding sturgeons when grown in a recirculating water supply system. *Agrarian scientific journal*. 2018;(9):47–50. (In Russ.).
2. Eremin S.V. The effect of nano biological feed supplement “Nabikat” in rations of broiler chickens on their productivity and hematological parameters. *Polythematic online scientific journal of Kuban State Agrarian University*. 2016;(121):2165–2175. (In Russ.)
3. Koshak Z.V., Rukshan L.V., Koshak A.E. Quality of commercial mixed feeds for sturgeon and retention of methionin in the feeds during extrusion. *Bulletin of Mogilev State University of Food Technologies*. 2020;1(28):49–59. (In Russ.)
4. Mustafina A. S. Ultrafine silica dioxide alters amino acid composition of broiler meat and liver. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2020;103(3):8–15. (In Russ.).
5. Sheibak V. M., Pavlyukovets A.Y. Arginine and the immune system – possible mechanisms of interaction. *Bulletin of the Vitebsk State Medical University*. 2013; 12(1):6–13. (In Russ.).
6. Absorptive transport of amino acids by the rat colon / Y. Chen et al. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol*. 2020;318(1):189–202. DOI: 10.1152/ajpgi.00277.2019.
7. The dietary lysine requirement for optimum protein retention differs with rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss* Walbaum) strain / S. Lee et al. *Aquaculture*. 2020;514:734483.
8. Li P., Wu G. Composition of amino acids and related nitrogenous nutrients in feedstuffs for animal diets. *Amino Acids*. 2020;52(4):523–542. DOI: 10.1007/s00726-020-02833-4.
9. Serum copper profile in patients with type 1 diabetes in comparison to other metals / R. Squitti et al. *J Trace Elem Med Biol*. 2019;56:156–161.
10. Waal H. O. The mineral nutrition of livestock (3rd edn) - E.J. Underwood & N.F. Suttle (eds). *African Journal of Range & Forage Science*. 1999;16:47–48.

Статья поступила в редакцию 29.05.2022; одобрена после рецензирования 17.06.2022; принята к публикации 24.06.2022. The article was submitted 29.05.2022; approved after reviewing 17.06.2022; accepted for publication 24.06.2022.

