

Н.П. ДМИТРОВИЧ¹, Т.В. КОЗЛОВА²

**ВЛИЯНИЕ НОВЫХ РАСТИТЕЛЬНЫХ КОМПОНЕНТОВ
КОМБИКОРМОВ НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
КРОВИ КЛАРИЕВОГО СОМА¹**

*¹Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь*

*²Гродненский государственный аграрный университет,
г. Гродно, Республика Беларусь*

Известно, что эффективность выращивания рыбы напрямую зависит от использования качественных, сбалансированных и недорогих кормов. На сегодняшний день широко применяют суспензию хлореллы для улучшения рецептур комбикормов. Это связано с наличием пигментов, антиоксидантов, витаминов, витаминов и веществ для роста, которые могут стимулировать иммунную систему, увеличивать потребление и использование корма. К другим растительным компонентам, применение которых перспективно при производстве комбикормов для рыб, можно отнести рапс обыкновенный и сафлор красильный. Данные масличные культуры вводили в комбикорма в виде жмыха для обеспечения необходимого количества жиров и белка. Целью исследований, описанных в статье, было изучить влияние жмыхов рапса и сафлора и суспензии хлореллы в составе комбикормов для рыб на биохимические показатели крови молоди клариевого сома. В результате проведённых исследований установлено, что введение изучаемых компонентов в комбикорма оказывает положительное влияние на биохимические показатели и физиологическое состояние рыб.

Ключевые слова: суспензия хлореллы, биохимические показатели крови, аспаргатаминотрансфераза, аланинаминотрансфераза, африканский клариевый сом.

N.P. DMITROVICH¹, T.V. KOZLOVA²

**EFFECT OF NEW PLANT COMPONENTS OF COMBINED FEED
ON BIOCHEMICAL PARAMETERS OF BLOOD
OF THE SHARPTOOTH CATFISH**

¹Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus

²Grodno State Agrarian University, Grodno, Republic of Belarus

It is known that the efficiency of fish breeding directly depends on the use of high-

¹ Работа проведена за счёт средств бюджета Республики Беларусь в рамках Государственной программы научных исследований по договору № 71-19.

quality, well-balanced and inexpensive feed. Presently, chlorella suspension is widely used to improve compound feed formulations. This is due to the presence of pigments, antioxidants, provitamins, vitamins and growth substances that can stimulate the immune system and increase feed intake and utilization. Other plant components which are perspective in the production of mixed fodders for fish are rapeseed and safflower dye. These oil crops were introduced into compound feed in the form of cake to provide the necessary amount of fats and protein. The aim of the research was to study the effect of rapeseed and safflower cake and chlorella suspension as part of compound feed for fish on the biochemical blood parameters of juvenile sharptooth catfish. The research found that the introduction of the studied components into compound feed had a positive effect on the biochemical parameters and physiological state of fish.

Keywords: chlorella suspension, biochemical blood parameters, aspartate aminotransferase, alanine aminotransferase, sharptooth catfish.

Введение. В настоящее время всё более пристальное внимание уделяется вопросу обеспечения продовольственной безопасности. Одновременно с этим отмечена тенденция снижения объёмов вылова гидробионтов из естественных условий обитания. Решением данной проблемы может стать развитие индустриальной аквакультуры. Однако выращивание рыбы с использованием интенсивных методов невозможно без применения полноценных и сбалансированных комбикормов (особенно стартовых), по которым в настоящее время в Республике Беларусь имеется дефицит.

При производстве отечественных комбикормов зачастую используются достаточно дорогостоящие импортные компоненты, что приводит к увеличению себестоимости рыбной продукции. Исходя из этого, замена таких компонентов на более дешёвые может способствовать увеличению объёмов производства отечественных комбикормов, в том числе и для молоди ценных видов рыб.

При подборе компонентов, которые потенциально могут стать заменой дорогостоящим, например жмыхи рапса обыкновенного и сафлора красильного, необходимо учитывать не только их стоимость, но и потребности рыб в питательных веществах, содержащихся в них, а также способность пищеварительного тракта рыб переварить эти компоненты. Отмечено, что улучшение переваримости может достигаться за счёт добавления различного рода биологически активных веществ.

Использование в кормах суспензии хлореллы, оказывает положительное влияние на организм рыб, что, возможно, связано с улучшением вкусовых качеств корма [1], его потреблением и конверсией [2, 3, 4, 5], а также с более высокой усвояемостью минералов [6, 7]. Для хлореллы является нормой выделение в среду различных полезных метаболитов [8]. Также присутствует природный антибиотик «хлореллин», губительно влияющий на патогенную микрофлору [9]. Поэтому добавление

хлореллы именно в виде суспензии, а не в сухом или пастообразном виде, с точки зрения биологической ценности, предпочтительнее. В связи с этим использование натуральных кормовых добавок в виде суспензии хлореллы может способствовать повышению эффективности выращивания рыбы в индустриальной аквакультуре.

Целью исследований являлось определение влияния жмыхов рапса и сафлора и суспензии хлореллы в составе комбикормов для рыб на биохимические показатели крови молоди клариевого сома.

Материал и методика исследований. В качестве ингредиентов для совершенствования рецептур отечественных комбикормов для молоди клариевого сома применяли суспензию хлореллы (*Chlorella vulgaris* (Beijerinck)), жмыхи масличных культур: рапса (*Brassica napus* L.) и сафлора красильного (*Carthamus tinctorius* L.). Рецептуры комбикормов и результаты оценки их питательности опубликованы ранее [10]. В качестве контроля использовали комбикорм без суспензии хлореллы и жмыхов масличных культур.

Режим кормления молоди клариевого сома подбирали, учитывая возрастные особенности и особенности жизненного цикла. Молодь рыб кормили 3 раза в светлое время суток в 08:00, 13:00 и 18:00, что позволяло рыбе полностью переваривать потреблённый корм. Количество задаваемого комбикорма зависело от массы выращиваемых рыб и определялось рыбоводными нормами [11, 12] и рекомендациями производителей комбикормов. Также для выяснения необходимого количества комбикорма следили за скоростью и степенью его поедаемости, дабы избежать излишнего внесения корма в рыбоводные ёмкости. На протяжении опытов по выявлению влияния состава комбикормов на темп роста молодь клариевого сома кормили в количестве 1,3–1,9 % комбикорма от массы рыб.

Продолжительность опыта составляла 158 дней. Плотность посадки рыб во всех ёмкостях была одинаковой и равнялась 25 экз. на ёмкость. Объём одной ёмкости – 0,15 м³ [13].

Для определения биохимического состава крови у рыб отбирали в начале и в конце проведения опыта, соблюдая общепринятые методики. Количество биохимических компонентов крови (общий белок, триглицериды, холестерин, аланинаминотрансфераза, аспаратаминотрансфераза, щелочная фосфатаза, глюкоза, мочевины) определяли с помощью биохимического анализатора ChemWell согласно методикам, разработанным фирмой «АнализМед».

Результаты эксперимента и их обсуждение. При введении в состав комбикормов новых компонентов, в том числе растительных, необходимо строго контролировать физиологическое состояние организма. Известно, что кровь является одним из индикаторов изменений,

протекающих в организме под влиянием различных факторов. Поэтому для контроля физиологического состояния рыб использовали ряд биохимических показателей крови. Результаты биохимических исследований сыворотки крови молоди клариевого сома при кормлении опытными и контрольным комбикормами представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Биохимические показатели крови клариевого сома (n=3)

Время отбора проб	Контроль (КС)	Опытный комбикорм	
		№1 (КС + 3% рапса + 3% сафлора)	№2 (КС + 3% рапса + 3% сафлора + 3% хлореллы)
Общий белок, г/л			
Начало опыта	33,10±3,60	31,33±2,80	39,23±2,85
Конец опыта	24,53±3,35	22,07±1,20	16,57±0,70
Холестерин, ммоль/л			
Начало опыта	4,33±0,55	3,20±0,15*	4,43±0,35
Конец опыта	3,33±0,45	2,30±0,05	2,90±0,20
Аланинаминотрансфераза, ед./л			
Начало опыта	48,00±6,00	16,33±0,50***	48,33±4,50
Конец опыта	34,00±2,00	48,67±2,00*	35,00±1,50
Аспаратаминотрансфераза, ед./л			
Начало опыта	63,33±6,50	71,67±6,00*	49,33±3,00*
Конец опыта	174,33±3,00	48,00±4,50**	22,33±2,00**
Триглицериды, ммоль/л			
Начало опыта	3,50±0,60	7,67±0,45**	9,33±3,50*
Конец опыта	7,73±0,00	1,30±0,10***	1,97±0,15***
Щелочная фосфатаза, ед./л			
Начало опыта	62,33±5,50	26,33±1,50***	12,00±1,00***
Конец опыта	25,00±1,50	21,00±1,00	49,00±0,50**
Глюкоза, ммоль/л			
Начало опыта	4,83±0,65	3,57±0,15*	6,63±0,25*
Конец опыта	5,67±0,05	1,83±0,00***	4,23±0,85
Мочевина, ммоль/л			
Начало опыта	1,20±0,20	0,87±0,10	0,50±0,10*
Конец опыта	0,90±0,05	0,70±0,05	0,83±0,10

Примечание: * – данные достоверно отличаются от контроля при $p < 0,05$, ** – данные достоверно отличаются от контроля при $p < 0,01$, *** – данные достоверно отличаются от контроля при $p < 0,001$.

Содержание общего белка в крови рыб, получавших как опытные комбикорма, так и контрольный, достоверно не отличалось ни в начале опыта, ни в конце. Отмечено, что у рыб, получавших опытный комбикорм № 2, колебание данного показателя было самым значительным. Содержание общего белка у рыб данной группы снизилось в 2,37 раза к концу опыта, что могло свидетельствовать о некотором снижении

жизнестойкости рыб [14]. Однако на основании того, что снижение общего белка наблюдалось во всех группах, можно предположить, что влияние оказывали не только новые растительные компоненты, но и все компоненты комбикормов в целом, а рецептуры опытных комбикормов требуют дальнейшего совершенствования.

Ещё одним показателем протекания белкового обмена является уровень мочевины. Достоверное отличие данного показателя было отмечено лишь в начале опыта у рыб опытной группы № 2, что возможно было связано с полученным стрессом при транспортировке. Однако в конце опыта данный показатель в контрольной и опытных группах рыб был примерно одинаковым.

Немаловажным показателем протекания белкового обмена у рыб также является активность аланинаминотрансферазы (АЛТ) и аспаргатаминотрансферазы (АСТ). Аминотрансферазы объединяют белковый, углеводный и жировой обмены и, следовательно, являются одним из ключевых компонентов обмена веществ. Исходя из этого, активность данных ферментов широко используется как биохимический показатель физиологического состояния организма рыб [15], а также его стрессоустойчивости и адаптационных возможностей [13, 17], а повышение активности АЛТ и АСТ может свидетельствовать о недостатке микроэлементов в мышцах и печени [18]. Кормление клариевого сома опытным комбикормом № 1 привело к значительному увеличению АЛТ в конце опыта в 1,43 раза по сравнению с контролем, что, возможно, свидетельствовало о стрессовом состоянии рыб. В свою очередь, использование контрольного комбикорма и опытного комбикорма № 2, содержащего жмыхи рапса, сафлора и суспензию хлореллы, привело к уменьшению количества данного фермента. Количество АСТ при применении опытных комбикормов было ниже, чем у рыб контрольной группы, исходя из этого можно сделать вывод о положительном влиянии опытных комбикормов на организм рыб.

Щелочная фосфатаза содержится во всех органах и тканях животных, особенно много её в костной ткани, печени, слизистой оболочке кишечника. Этот фермент используется в диагностике как индикатор повреждения печени. Увеличение количества щелочной фосфатазы в крови рыб может свидетельствовать о повреждении тканей, что является, в свою очередь, следствием возникновения стрессовых ситуаций. В крови рыб в контрольной группе и получавших опытный комбикорм № 1 количество данного фермента находилось в рамках норм для сомовых рыб [13, 19], что свидетельствовало об улучшении физиологического состояния молоди. Однако применение опытного комбикорма № 2 привело к увеличению данного показателя в 1,96 раза по сравнению с контролем и в 4,08 раза по сравнению со значением в начале опыта.

Результаты проведённых исследований согласуются с данными о ферментах сыворотки крови клариевого сома, полученными другими учеными [19, 20].

Нормальное протекание липидного обмена – залог роста и развития рыб без заболеваний и наступления патологических изменений. Повышенное содержание триглицеридов в крови рыб может свидетельствовать о нарушении функции клеток печени или липидного обмена в целом [21], а снижение уровня триглицеридов благоприятно для организма рыб [22], что и было отмечено в обеих опытных группах рыб. Содержание триглицеридов снизилось как в сравнении с началом опыта, так и по отношению к контрольной группе (в среднем в 4,94 раза).

Холестерин также является показателем протекания липидного обмена в организме, обеспечивая стабильность клеточных мембран [15], однако высокое его содержание в крови рыб может препятствовать нормальному протеканию обмена веществ, изменяя её вязкость и проходимость сосудов [21]. В ходе проведения опыта содержание холестерина снизилось у рыб как в контрольной, так и в опытных группах, что может свидетельствовать о хорошем их физиологическом состоянии.

Повышение содержания глюкозы в крови может свидетельствовать об интенсивном распаде гликогена печени или малом использовании глюкозы тканями, а понижение – о полном использовании запасов гликогена печени или активном потреблении глюкозы тканями организма [23]. Резкое повышение содержания глюкозы может также указывать на стрессовое состояние рыб [14, 24, 25]. У сомовых рыб содержание глюкозы в крови может варьировать в довольно широких пределах [15], однако у рыб, употреблявших комбикорм № 2, значение данного показателя было ближе к таковому у рыб, выращиваемых в эталонных условиях [19], что свидетельствовало о положительном влиянии компонентов комбикормов.

Заключение. Таким образом, в результате проведённых исследований установлено, что введение суспензии хлореллы, жмыхов рапса и сафлора в комбикорма для молоди клариевого сома оказывает достоверное влияние на такие биохимические показатели крови как АСТ, АЛТ, щелочная фосфатаза, триглицериды, глюкоза. Применение опытных комбикормов в целом оказывало положительное влияние на физиологическое состояние молоди клариевого сома. Одновременно с этим можно отметить, что большинство показателей имели значения более близкие к нормам и свидетельствовали о нормальном физиологическом состоянии рыб при кормлении их опытным комбикормом № 2, содержащим жмыхи рапса, сафлора и суспензию хлореллы.

Литература

1. Jahn, S. Investigation of economic efficiency from Chlorella biomass in the piglet

production / S. Jahn, D. Sparborth, H. J. Thieme // Abstracts of 2nd European Workshop Biotechnology of Microalgae, Bergholz-Rehbrücke, 11–12 Sept. 1995 / IGV Inst. Für Getreideverarbeitung [et al.]. – Bergholz-Rehbrücke, 1995. – P. 108–111.

2. Третьяков, Е. А. Применение суспензии хлореллы в питании ремонтных телок / Е. А. Третьяков, М. В. Механикова, Т. С. Кулакова // Молодой учёный. – 2016 – № 6-5. – С. 102–105.

3. A little green helpmate / S. Jahn [et al.] // NeueLandwirtschaft. – 2005. – Vol. 1. – P. 64–65.

4. Storandt, R. Algae in animal production / R. Storandt, O. Pulz, H. Franke // Tierernährung–Ressourcen und neueAufgaben : Expo 2000, Hannover, 15-16 Juni 2000 :Workshop / Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft, Tierärztliche Hochschule Hannover, Inst. Für Tierernährung ; hrsg. J. Kamphues. – Braunschweig, 2000. – S. 31.

5. Yan, L. Effect of fermented *Chlorella* supplementation on growth performance, nutrient digestibility, blood characteristics, fecal microbial and fecal noxious gas content in growing pigs / L. Yan, S. U. Lim, I. H. Kim // Asian-Australasian J. of Animal Sciences. – 2012. – Vol. 25, № 12. – P. 1742–1747.

6. Effect of dietary natural supplements on immune response and mineral bioavailability in piglets after weaning / I. Taranu [et al.] // Czech J. of Animal Science. – 2012. – Vol. 57, № 7. – P. 332–347.

7. The effects of *Chlorella vulgaris* supplementation on growth performance, blood characteristics, and digestive enzymes in Koi (*Cyprinus carpio*) / M. Khani [et al.] // Iranian J. of Fisheries Sciences. – 2017. – Vol. 16, № 2. – P. 832–834.

8. Станчев, П. И. Экзометаболиты водорослей и их биологически активные вещества / П. И. Станчев // Гидробиология. – 1980. – № 10. – С. 70–77.

9. Сальникова, М. Я. Хлорелла – новый вид корма / М. Я. Сальникова. – Москва : Колос, 1977. – 95 с.

11. Скляров, В. Я. Кормление рыб: справочник / В. Я. Скляров, Е. А. Гамыгин, Л. П. Рыжков. – Москва : Легк. и пищ. пром-сть, 1984. – 120 с.

12. Щербина, М. А. Кормление рыб в пресноводной аквакультуре / М. А. Щербина, Е. А. Гамыгин. — Москва : Изд-во ВНИРО, 2006. — 360 с.

13. Выращивание молоди клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) с применением комбикормов, содержащих суспензию хлореллы и жмыхи масляных культур / Т. В. Козлова, А. И. Козлов, Н. П. Дмитриевич, Н. А. Кузнецов, Е. В. Нестерук // Рыбоводство и рыбное хозяйств. – 2021. – № 9. – С. 50–63.

14. Ахметова, В. В. Оценка морфологической и биохимической картины крови карповых рыб, выращиваемых в ООО «Рыбхоз» Ульяновского района Ульяновской области / В. В. Ахметова, С. Б. Васина // Вестник Ульяновской гос. с.-х. акад. – 2015. – № 3 (31). – С. 53–58.

15. Пронина, Г. И. Референсные значения физиолого-иммунологических показателей гидробионтов разных видов / Г. И. Пронина, Н. Ю. Корягина // Вестник Астраханского гос. техн. ун-та. Сер.: Рыб. хоз-во. – 2015. – № 4. – С. 103–108.

16. Бичарева, О. Н. Активность сывороточных аминотрансфераз у карповых рыб / О. Н. Бичарева // Естественные науки. – 2011. – № 1 (34). – С. 96–101.

17. Species and sex-specific variation in the antioxidant status of Tench, *Tinca tinca*; Wels catfish, *Silurus glanis*; and Sterlet, *Acipenser ruthenus* (Actinopterygii) reared in cage culture / R. Panicz [et al.] // Acta Ichthyologica et Piscatoria. – 2017. – Vol. 47, № 3. – P. 213–223.

18. Гулиев, Р. А. Особенности динамики трансфераз крови и их взаимосвязь с микроэлементным составом некоторых прудовых рыб Астраханской области / Р. А. Гулиев // Естественные науки. – 2011. – № 1 (34). – С. 114–117.

19. Abalaka, S. E. Evaluation of the haematology and biochemistry of *Clarias gariepinus* as biomarkers of environmental pollution in Tiga dam, Nigeria / S. E. Abalaka // Brazilian archives of biology and technology. – 2013. – Vol. 56, № 3. – P. 371–376.

20. Власов, В. А. Пробиотик в комбикорме для клариевого сома / В. А. Власов //

Комбикорма. – 2013. – № 4.– С. 61–63.

21. Дмитривич, Н. П. Применение новых компонентов в комбикормах для молоди клариевого сома (*Clarias gariepinus* Burchell) / Н. П. Дмитривич // Вестник Полесского гос. ун-та. Сер. прир. наук. – 2022. – № 1. – С. 48–54.

21. Мухрамова, А. А. Оценка состояния молоди русского осетра по рыбоводно-биологическим параметрам и биохимическим показателям крови после кормления экспериментальными кормами / А. А. Мухрамова // Вестник Казахского нац. ун-та. Сер. эколог. – 2012. – № 1 (33). – С. 103–106.

22. Брыченкова, И. В. Влияние обогащения кормов фосфором на обмен веществ и рост молоди радужной форели в условиях замкнутых систем / И. В. Брыченкова // Экологическая физиология и биохимия рыб : тез. докл. VII Всесоюз. конф., Ярославль, май 1989 г. – Ярославль, 1989. – Т. 1. – С. 57–58.

23. Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб / В. С. Смирнов [и др.]. – Петрозаводск : Карелия, 1972. – 167 с. – (Труды / М-ва рыб. хоз-ва СССР, Сев. науч.-исслед. ин-т озерного и реч. рыб. хоз-ва (СевНИИОРХ) ; т. 7).

24. Бикташева, Ф. Х. Биохимические показатели крови рыб озера Асылыкуль (Россия, Респ. Башкортостан) / Ф. Х. Бикташева // Междунар. журн. прикладных и фундаментальных исследований. – 2010. – № 9. – С. 107–108.

25. Шалак, М. В. Физиолого-репродуктивный статус производителей осетровых рыб в преднерестовый период в условиях аквакультуры / М. В. Шалак, Н. А. Садомов // Вестник Белорусской гос. с.-х. академии. – 2010. – № 3. – С. 102–105.

Поступила 15.03.2023 г.