

ЗООТЕХНИЯ И ВЕТЕРИНАРИЯ

4.2.4. Частная зоотехния, кормление, технологии приготовления кормов
и производства продукции животноводства

Научная статья

УДК 636.5:636.085

doi: <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i5pp84-89>

Оценка влияния муки из биомассы личинок *Musca domestica* на биохимический статус крови и состояние микробиоценоза кишечника цыплят-бройлеров

Ярослав Борисович Древки, Любовь Сергеевна Крылова, Елена Александровна Фауст, Сергей Васильевич Козлов, Сергей Васильевич Ларионов

Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия, e-mail: faustea@vavilovsar.ru

Аннотация. В настоящее время весьма актуален поиск альтернативных источников кормового белка, в том числе и в птицеводстве. Ранее была получена мука из биомассы личинок *Musca domestica*, выращенных на курином помете, обогащенном селеном и кобальтом в количестве 15 мг/кг. Настоящее исследование посвящено изучению влияния данной белковой кормовой добавки (при добавлении к основному рациону в количестве 10 %) на биохимические показатели крови и некоторых представителей микрофлоры кишечника цыплят-бройлеров кросса Кобб 500. Так, обогащение рациона цыплят мукой из биомассы личинок *Musca domestica* не оказало существенного влияния на биохимический статус крови подопытной птицы. При этом отмечена тенденция повышения содержания общего белка в сыворотке крови на 21,0 %. Установлена активная колонизация кишечника цыплят-бройлеров бактериями родов *Lactobacillus* (на 26,7 %) и *Enterococcus* (в 2,5 раза), а также снижение количества бактерий рода *Staphylococcus* (на 39,0 %).

Ключевые слова: *Musca domestica*; цыплята-бройлеры; альтернативный кормовой белок; мука из личинок; микробиоценоз; микрофлора кишечника; биохимические показатели крови; общий белок крови; *Lactobacillus*; *Enterococcus*; *Staphylococcus*

Для цитирования: Древки Я. Б., Крылова Л. С., Фауст Е. А., Козлов С. В., Ларионов С. В. Оценка влияния муки из биомассы личинок *Musca domestica* на биохимический статус крови и состояние микробиоценоза кишечника цыплят-бройлеров // Аграрный научный журнал. 2024. № 5. С. 84–89. <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i5pp84-89>.

ZOOTECHNICS AND VETERINARY MEDICINE

Original article

Assessment of the effect of flour from the biomass of *Musca domestica* larvae on the biochemical status of blood and the state of intestinal microbiocenosis of broiler chickens

Yaroslav B. Drevko, Lubov S. Krylova, Elena A. Faust, Sergey V. Kozlov, Sergey V. Larionov

Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov, Saratov, Russia, e-mail: faustea@vavilovsar.ru

Abstract. Currently, the search for alternative sources of feed protein, including in poultry farming, is very relevant. Previously, flour was obtained from the biomass of *Musca domestica* larvae grown on chicken manure enriched with selenium and cobalt in an amount of 15 mg/kg. This study is devoted to studying the effect of this protein feed additive (when added to the main diet in an amount of 10 %) on the biochemical parameters of the blood and some representatives of the intestinal microflora of broiler chickens of the Cobb 500 cross. Thus, enriching the chicken diet with flour from the biomass of *Musca domestica* larvae did not have a significant effect on the biochemical status of the blood of the experimental bird. At the same time, there was a tendency to increase the content of total protein in the blood serum by 21.0 %. Active colonization of the intestines of broiler chickens with bacteria of the genera *Lactobacillus* (by 26.7 %) and *Enterococcus* (by 2.5 times), as well as a decrease in the number of bacteria of the genus *Staphylococcus* (by 39.0 %) was established.

Keywords: *Musca domestica*; broiler chickens; alternative feed protein; maggot meal; microbiocenosis; intestinal microflora; biochemical blood parameters; total blood protein; *Lactobacillus*; *Enterococcus*; *Staphylococcus*

© Древки Я. Б., Крылова Л. С., Фауст Е. А., Козлов С. В., Ларионов С. В., 2024



For citation: Drevko Ya. B., Krylova L. S., Faust E. A., Kozlov S. V., Larionov S. V. Assessment of the effect of flour from the biomass of *Musca domestica* larvae on the biochemical status of blood and the state of intestinal microbiocenosis of broiler chickens. *Agrarnyy nauchnyy zhurnal = Agrarian Scientific Journal*. 2024;(5):84–89. (In Russ.). <http://dx.doi.org/10.28983/asj.y2024i5pp84-89>.

Введение. В питании высокопродуктивной мясной птицы большая роль отводится животным кормам, которые богаты протеином, минеральными веществами, витаминами [1]. Так, при составлении рационов кормления птицы в качестве источника белка используют кроме прочих и рыбную муку. Однако этот продукт дорогостоящий и часто регистрируется его фальсификация. Кроме того, добыча рыбы в необходимых для выработки кормов объемах наносит негативные последствия морской биоте [9, 13, 14]. Таким образом, весьма актуален поиск альтернативных источников белка. Например, получение кормового белка путем биоконверсии отходов сельскохозяйственной отрасли личинками мух способствует не только развитию кормопроизводства, но и решению экологических проблем, связанных с загрязнением окружающей среды [10]. О возможности использования личинок синантропных мух, в том числе *Musca domestica*, в кормлении сельскохозяйственной птицы свидетельствуют многочисленные исследования [3, 7, 14].

Цель данной работы – оценить влияние муки из биомассы личинок *Musca domestica* на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса Кобб 500, а также на количество некоторых представителей микрофлоры их кишечника.

Материалы и методы. Работа выполнена в лаборатории кафедры «Микробиология и биотехнология», а также в испытательной лаборатории по определению качества пищевой и сельскохозяйственной продукции Вавиловского университета (г. Саратов).

Мука из биомассы личинок *Musca domestica* была получена нами ранее [6]. Личинки выращивали на курином помете, обогащенном селеном и кобальтом в количестве 15 мг/кг, с последующим высушиванием в инфракрасном сушильном шкафу. Содержание сырого протеина в муке из личинок *M. domestica* – $53,42 \pm 2,27$ %; содержание кобальта и селена в биомассе личинок – $0,64 \pm 0,05$ и $0,050 \pm 0,005$ мг/кг [10]. В настоящем исследовании мы изучали влияние полученной из биомассы личинок *M. domestica* кормовой добавки на биохимические показатели крови цыплят-бройлеров кросса Кобб 500 и на количество некоторых представителей микробиоценоза кишечника.

Для проведения эксперимента были отобраны здоровые, кондиционные цыплята, выровненные по живой массе и развитию в суточном возрасте. В течение подготовительного периода (10 суток) вся подопытная птица находилась в одинаковых условиях кормления и содержания. Затем было сформировано 3 группы птицы по 50 голов в каждой. Условия содержания, плотность посадки, фронт кормления и поения, параметры микроклимата во всех группах были одинаковыми. Особенности кормления цыплят-бройлеров во время эксперимента представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Схема опыта ($n = 50$)

Table 1 – Experimental design ($n = 50$)

Группа	Рацион кормления
Контроль	Основной рацион (ОР) (обменная энергия – 310,0 ккал/100 г, сырой протеин – 23,0 %)
1-я опытная	ОР + 10 % муки из личинок <i>Musca domestica</i>
2-я опытная	ОР + 10 % рыбной муки

Так, птица контрольной группы получала основной рацион и воду в соответствии с видовой и физиологической потребностью. В 1-й опытной группе в дополнение к основному рациону скармливали муку из личинок *M. domestica* (10 % от основного рациона). Во 2-й опытной группе в дополнение к основному рациону давали рыбную муку (10 % от основного рациона). Продолжительность эксперимента – 24 дня.

На 5-й и в последний дни эксперимента проводили забор крови из подкрыльцовой вены цыплят для определения биохимических показателей крови: активности аспаратаминотрансферазы (АСТ), аланинаминотрансферазы (АЛТ) и лактатдегидрогеназы (ЛДГ), а также уровня креати-



нина, глюкозы, альбумина, общего белка, кальция и фосфора. Биохимические показатели крови определяли на биохимическом анализаторе полуавтоматического типа BioChemSA (USA) с применением реагентов линейки «Диакон-ДС» (Россия). Микробиоценоз кишечника цыплят изучали согласно методическим рекомендациям «Выделение и идентификация бактерий желудочно-кишечного тракта животных» [4]. Так, в содержимом кишечника цыплят определяли наличие представителей нормальной (*Lactobacillus*) и условно-патогенной (*Enterococcus* и *Staphylococcus*) микрофлоры. Кроме того, на протяжении всего опыта наблюдали за внешним видом и поведением цыплят, за их физиологической активностью.

Статистическую обработку результатов экспериментов проводили общепринятым методом [2]. Расчеты и построение таблиц осуществляли с помощью программы Microsoft Office Excel 2010, входящей в пакет программ Microsoft Office 2010.

Результаты исследований. В процессе опыта изучали влияние полученной ранее кормовой добавки из биомассы личинок *M. domestica* на некоторые биохимические показатели крови цыплят-бройлеров. При этом не было выявлено статистически достоверных различий большинства биохимических показателей крови птицы, получавшей альтернативный кормовой белок, по сравнению с контролем, а также в динамике эксперимента – между 5-м и 24-м днями эксперимента (таблица 2).

Таблица 2 – Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров

Table 2 – Biochemical blood parameters of broiler chickens

Показатель		Группа			Физиологическая норма
		контроль	1-я опытная	2-я опытная	
АЛТ, Е/л	1	52,40±11,35	25,40±13,19	19,4±9,8	10–30
	2	23,60±5,29	29,70±4,00	18,60±5,22	
АСТ, Е/л	1	250,30±23,83	280,90±34,04	272,00±25,19	144–298
	2	458,60±66,54	396,60±78,26	433,50±50,04	
Креатинин, ммоль/л	1	40,00±6,32	39,0±3,4	38,40±4,01	25–40
	2	45,30±11,18	33,30±3,23*	31,70±3,73*	
ЛДГ, Е/л	1	1315,90±409,93	1507,80±520,96	981,40±224,78	900–3000
	2	4057,20±1451,62	4873,20±1011,54	3605,20±917,78	
Глюкоза, ммоль/л	1	15,60±2,01	14,60±1,32	16,60±1,87	10–15
	2	11,00±1,03	14,40±2,92	16,10±1,87	
Альбумин, г/л	1	21,00±3,26	20,70±1,92	21,10±3,67	21–28
	2	29,10±5,21	26,30±4,71	24,70±4,41	
Общий белок, г/л	1	45,20±8,45	46,10±15,51	48,20±13,79	43–59
	2	50,90±9,59	61,60±12,17	36,00±3,68	
Са, ммоль/л	1	5,20±0,92	3,90±0,89	4,10±0,35	2–5
	2	6,00±0,51	5,40±0,82	5,00±1,31	
Р, ммоль/л	1	2,40±0,56	2,30±0,51	2,60±0,76	2–4
	2	3,5±1,0	2,80±1,12	3,20±1,42	

Примечание: 1–5-й дни эксперимента; 2 – 24-й день эксперимента; * $P < 0,05$ (различия статистически достоверны по отношению к контролю).

Следует отметить, что нами выявлена тенденция к увеличению содержания общего белка крови, что свидетельствует об активизации обменных процессов и нарастающих процессах асси-

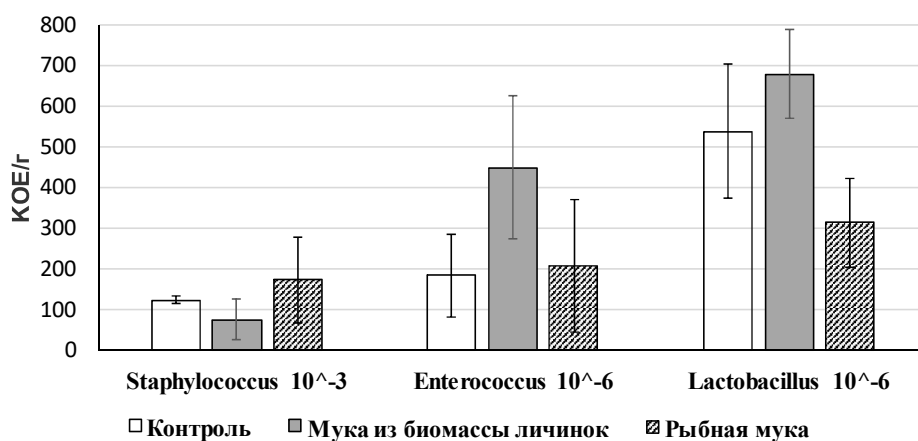


миляции к концу эксперимента. Установлено, что содержание общего белка в сыворотке крови цыплят-бройлеров, получавших муку из личинок *M. domestica*, в конце эксперимента составило $61,6 \pm 12,17$ г/л. Это выше, чем в контроле ($50,9 \pm 9,59$ г/л), на 21,0 % и на 71,1 % по отношению к цыплятам, получавшим вместе с основным рационом рыбную муку как дополнительный источник белка.

Одновременно отмечали статистически достоверное снижение содержания конечного продукта белкового обмена (креатинина) в сыворотке крови цыплят-бройлеров, получавших в дополнение к основному рациону муку из личинок *M. domestica*. Действительно, уровень креатинина в сыворотке крови цыплят, получавших альтернативный кормовой белок, к 24-му дню снизился с $39,0 \pm 3,4$ до $33,3 \pm 3,23$ ммоль/л (на 14,6 %), что на 26,5 % ниже по сравнению с контролем ($45,3 \pm 11,18$ ммоль/л). Это также подтверждает, что к концу эксперимента возрастает интенсивность процессов анаболизма. Иными словами, обогащение рациона цыплят-бройлеров мукой из личинок *M. domestica* способствует интенсификации обменных процессов в организме птицы и, как следствие, положительно влияет на мясную продуктивность.

Далее мы изучали влияние полученной ранее белковой кормовой добавки из биомассы личинок *M. domestica* на некоторых представителей микробиоценоза кишечника цыплят-бройлеров (см. рисунок).

Введение в рацион цыплят-бройлеров белковой кормовой добавки из личинок *M. domestica* способствовало снижению в кишечнике птицы 1-й опытной группы количества бактерий рода *Staphylococcus* – представителей условно-патогенной микрофлоры – на $47,65 \times 10^3$ КОЕ/г (на 39,0 %) по сравнению с контролем и на $96,93 \times 10^3$ КОЕ/г (на 56,6 %) по сравнению с аналогичным показателем цыплят, получавших рыбную муку. Такое ингибирующее действие исследуемой кормовой добавки на бактерии рода *Staphylococcus* может быть обусловлено наличием в биомассе личинок *M. domestica* антимикробных пептидов и ненасыщенных жирных кислот [11, 12, 15], а также селена [5] и кобальта, которые добавляли в субстрат для культивирования личинок. Вместе с тем, обогащение рациона цыплят-бройлеров альтернативным кормовым белком из биомассы личинок *M. domestica* оказало позитивное влияние на нормофлору кишечника птицы 1-й опытной группы, в частности, на содержание в кишечнике бактерий рода *Lactobacillus*. Нами установлено, что под влиянием исследуемой кормовой добавки количество лактобактерий в кишечнике цыплят на 26,7 % выше, чем у птицы контрольной группы, и в 2,2 раза выше по сравнению с аналогичным показателем цыплят, получавших коммерческий образец рыбной муки.



Показатели микробиоценоза кишечника цыплят-бройлеров
Indicators of intestinal microbiocenosis of broiler chickens

Аналогичные данные получены и в отношении бактерий рода *Enterococcus*. Под влиянием альтернативного кормового белка из личинок *M. domestica* их количество в кишечнике птицы 1-й опытной группы возросло в 2,5 раза по сравнению с контролем. Это можно рассматривать как позитивный эффект, так как энтеробактерии, в свою очередь, не только принимают участие в метаболических процессах, но и оказывают антагонистическое действие на патогенные бактерии, что также подтверждается данными, полученными нами в отношении бактерий рода *Staphylococcus*.





Заключение. Полученные нами данные свидетельствуют о положительном влиянии добавленной к основному рациону цыплят-бройлеров муки (в количестве 10 %) из биомассы личинок *Musca domestica*, выращенных на курином помете, обогащенном селеном и кобальтом в количестве 15 мг/кг.

Исследуемая белковая кормовая добавка не оказывает существенного влияния на биохимический статус крови подопытной птицы. Однако при этом отмечена тенденция повышения содержания общего белка в сыворотке крови на 21,0 %. Установлено также, что добавление альтернативного кормового белка в рацион цыплят-бройлеров способствовало активной колонизации кишечника птицы бактериями родов *Lactobacillus* и *Enterococcus* и снижению количества бактерий рода *Staphylococcus*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Использование МЕГАПРО Н 60 в комбикормах для бройлеров / Е. Н. Андрианова [и др.] // Птицеводство. 2012. № 4. С. 19–20.
2. Лакин Г. Ф. Биометрия. М.: Высш. шк., 1990. 352 с. https://mf.bmstu.ru/assets/files/soil_books/uchebnik10.pdf.
3. Ларионова О. С., Сарычева А. С. Использование альтернативного кормового белка из личинок *Musca domestica* в птицеводстве // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2020. № 4. С. 3–14.
4. Методические рекомендации «Выделение и идентификация бактерий желудочно-кишечного тракта животных» от 11.05.2004 №13-5-02/1043. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293723/4293723844.pdf>.
5. Мишанин Ю. Ф., Кочерга А. В., Мишанин М. Ю. Содержание селена в мясопродуктах кур при различном его уровне в кормовом рационе // Известия ВУЗов. Пищевая технология. 2006. № 5. С. 82.
6. Патент 2671165 Российская Федерация, А01К67/033. Способ получения биомассы личинок *Musca domestica* для получения кормовой муки / Ларионова О. С., Фауст Е. А., Древкин Я. Б. [и др.]; патентообладатель ФГБОУ ВО «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова». № 2017137041; заявл. 23.10.2017; опублик. 29.10.2018; Бюл. № 31. 5 с.
7. Charlton A. J., Dickinson M., Wakefield M. E. Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal feed // J Insects Food Feed. 2015. Vol. 1. No. 1. P. 7–16.
8. Dynamics of Amino Acid Profile of *Musca domestica* Larva During Cultivation on Substrate Enriched with Microelements / A. Kovtunova, Ya. Drevko, E. Faust, A. Bannikova, O. Larionova // Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences. 2018. Vol. 88. No. 3. P. 1257–1264.
9. Kariuki M. B. Analysis of market performance: a case of «OMENA» fish in selected outlets in Kenya M.Sc // Agric and Appl Econ. 2011. P. 44.
10. Khan S. R., Khan U., Sultan A. Evaluating the suitability of maggot meal as a partial substitute of soya bean on the productive traits, digestibility indices and organoleptic properties of broiler meat // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2016. Vol. 100. P. 649–656.
11. Matsuzaki K. Control of cell selectivity of antimicrobial peptides // Biochim Biophys Acta. 2009. Vol. 1788. No. 8. P. 1687–1692.
12. Meneguetti B. T., Machado L. D., Oshiro K. G. Antimicrobial peptides from fruits and their potential use as biotechnological tools—a review and outlook // Front. Microbiol. 2017. Vol. 7. P. 1–13.
13. Tacon A. G., Metian M. Fishing for feed or fishing for food: increasing global competition for small pelagic forage fish // Ambio. 2009. Vol. 38. P. 294–302.
14. Van Huis A. Potential of insects as food and feed in assuring food security // Annu Rev Entomol. 2013. Vol. 58. P. 563–583.
15. Wimley W. C., Hristova K. Antimicrobial peptides: successes, challenges and unanswered questions // J Membr Biol. 2011. Vol. 239. No. 1–2, P. 27–34.

REFERENCES

1. Use of MEGAPRO N 60 in compound feed for broilers / E. N. Andrianova, L. M. Prisyazhnaya, D. A. Obodov, S. S. Sadvshchikova. *Poultry farming*. 2012;(4):19–20. (In Russ.).
2. Lakin G. F. Biometrics. Moscow; Graduate School, 1990. 352 p. (In Russ.).
3. Larionova O. S., Sarycheva A. S. The use of alternative feed protein from *Musca domestica* larvae in poultry farming. *Feeding of farm animals and feed production*. 2020;(4):3–14. (In Russ.).
4. Methodological recommendations «Isolation and identification of bacteria in the gastrointestinal tract of animals» dated 11.02.2004 No. 13-5-02/2043. <https://meganorm.ru/Data2/1/4293723/4293723844.pdf>. (In Russ.).
5. Mishanin Yu. F., Kocherga A. V., Mishanin M. Yu. Selenium content in chicken meat products at different levels in the feed ration. *Izvestiya VUZov. Food technology*. 2006;(5):82. (In Russ.).
6. Patent 2671165 Russian Federation, A01K67/033. A method for obtaining biomass of *Musca domestica* larvae for obtaining feed flour / Larionova O. S., Faust E. A., Drevko Ya. B. et al.; patent holder: Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N.I. Vavilov. No. 2017137041; application 23.10.2017; publ. 29.10.2018; Byul. No. 31. 5 p. (In Russ.).
7. Charlton A. J., Dickinson M., Wakefield M. E. Exploring the chemical safety of fly larvae as a source of protein for animal feed. *J Insects Food Feed*. 2015;1(1):7–16.
8. Dynamics of Amino Acid Profile of *Musca domestica* Larva During Cultivation on Substrate Enriched with Microelements / A. Kovtunova, Ya. Drevko, E. Faust, A. Bannikova, O. Larionova. *Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences*. 2018;88(3):1257–1264.
9. Kariuki M. B. Analysis of market performance: a case of «OMENA» fish in selected outlets in Kenya M.Sc. *Agric and Appl Econ*. 2011:44.
10. Khan S. R., Khan U., Sultan A. Evaluating the suitability of maggot meal as a partial substitute of soya bean on the productive traits, digestibility indices and organoleptic properties of broiler meat. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2016;(100):649–656.
11. Matsuzaki K. Control of cell selectivity of antimicrobial peptides. *Biochim Biophys Acta*. 2009;1788(8):1687–1692.
12. Meneguetti B. T., Machado L. D., Oshiro K. G. Antimicrobial peptides from fruits and their potential use as biotechnological tools—a review and outlook. *Front. Microbiol*. 2017;(7):1–13.
13. Tacon, A. G., Metian M. Fishing for feed or fishing for food: increasing global competition for small pelagic forage fish. *Ambio*. 2009.(38):294–302.
14. Van Huis A. Potential of insects as food and feed in assuring food security. *Annu Rev Entomol*. 2013;(58):563–583.
15. Wimley W. C., Hristova K. Antimicrobial peptides: successes, challenges and unanswered questions. *J Membr Biol*. 2011;239(1–2):27–34.

Статья поступила в редакцию 19.01.2024; одобрена после рецензирования 20.02.2024; принята к публикации 27.02.2024.

The article was submitted 19.01.2024; approved after reviewing 20.02.2024; accepted for publication 27.02.2024.

