

Информация об авторах

Зазнобина Татьяна Вячеславовна, научный сотрудник отдела животноводства, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН (Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, д. 66), ORCID: 0000-0001-6951-2475, e-mail: tv-kulakova@mail.ru

Ефимова Любовь Валентиновна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела животноводства, Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – обособленное подразделение ФИЦ КНЦ СО РАН (Российская Федерация, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, д. 66), ORCID: 0000-0002-3234-9747, e-mail: ljubow_wal@mail.ru

Author's Information

Zaznobina Tatyana Vyacheslavovna, Researcher the department of animal husbandry, Krasnoyarsk Agricultural Research Institute – the Separate division of the Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences" (Russian Federation, 660041, Krasnoyarsk, Svobodny Ave., 66), ORCID: 0000-0001-6951-2475, phone: 8 (391) 202-19-73, e-mail: tv-kulakova@mail.ru

Efimova Lyubov Valentinovna, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Leading Researcher the department of animal husbandry, Krasnoyarsk Agricultural Research Institute – the Separate division of the Federal Research Center "Krasnoyarsk Science Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences" (Russian Federation, 660041, Krasnoyarsk, Svobodny Ave., 66), ORCID: 0000-0002-3234-9747, phone: 8 (391) 202-19-73, e-mail: ljubow_wal@mail.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-23

ALTERNATIVE TO ANTIBIOTICS – BLACK SOLDIER FLY (HERMETIA ILLUCENS)
ANTIMICROBIAL PEPTIDES (REVIEW)

¹Shevchenko N. I., ²Guseva Yu. A., ²Vasiliev A. A., ²Pigina S. Yu., ³Nikolaev S. I.

¹Vavilovsky University

Saratov, Russian Federation

²Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Scriabin

Moscow, Russian Federation

³Volgograd State Agrarian University

Volgograd, Russian Federation

Corresponding author E-mail: yuliyguseva@yandex.ru

Received 11.12.2023

Submitted 13.02.2024

Summary

The article provides data on the antimicrobial properties of *Hermetia Illucens*. According to the studied literature, antimicrobial peptides are classified into groups. In addition, the fatty acid composition of a 15-day-old larva and the biological activity of fat were analyzed and presented. Antimicrobial and antifungal activity of black lion larvae fat in the plant food matrix.

Abstract

Introduction. In the modern world, multi-drug antibiotic resistance is an increasingly serious problem which poses a serious threat to plants, animals and humans. The unreasonable use of antibiotics has led to the spread and increase in the number of infectious diseases that existing antibiotics may not be able to cope with. Thus, there is a need for the development of new classes of antibiotics that do not induce resistance. It is necessary to find agents with new mechanisms of action for the development of such antimicrobial compounds. Antimicrobial peptides are excellent candidates for this role. Penetrating through the membranes, they affect the target protein without high specificity, which in turn reduces the probability of induced resistance to a minimum. Scientists have identified about 57 active peptides belonging to various groups of antimicrobial peptides, including defensins, cecropins, attacins and lysozyme. Defensins form the largest group of antimicrobial peptides in insects. As a rule, a defensin-like peptide contains from 34 to 43 amino acids. Antimicrobial peptides obtained from *Hermetia illucens* can become a good alternative to antibiotics for the prevention and treatment of infectious diseases, as they differ in their antimicrobial properties and are less likely to induce resistance. The lipid composition as well as the amino acid composition can be changed by different larvae diets. Larvae fat contains oleic, palmitic, lauric, myristic, stearic and palmitolic acids, which are saturated and unsaturated fatty acids, and have an intense effect against bacteria.

Keywords: *Hermetia illucens*, Black soldier fly, antimicrobial peptides, alternative antibiotics.

Citation. Shevchenko N. I., Guseva Yu. A., Vasiliev A. A., Pigina S. Yu., Nikolaev S. I. Alternative to antibiotics – Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) antimicrobial peptides (Review). *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2024. 1(73). 201-210 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-23.

Author's contribution. All authors of this research paper have directly participated in the planning, execution, or analysis of this study. All authors of this paper have read and approved the final version submitted.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

УДК 571.27:638.4:612.017.1:547.964.4:577.18:595.72

**АЛЬТЕРНАТИВА АНТИБИОТИКОВ – АНТИМИКРОБНЫЕ ПЕПТИДЫ ЧЕРНОЙ ЛЬВИНКИ
(HERMETIA ILLUCENS) (ОБЗОР)**¹Шевченко Н. И., младший научный сотрудник, аспирант²Гусева Ю. А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор²Васильев А. А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор²Пигина С. Ю., кандидат ветеринарных наук, доцент³Николаев С. И., доктор сельскохозяйственных наук, профессор¹ФГБОУ ВО Вавиловский университет

г. Саратов, Российская Федерация

²ФГБОУ ВО Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии –

МВА им. К. И. Скрябина

г. Москва, Российская Федерация

³ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ

г. Волгоград, Российская Федерация

Аннотация. В современном мире проблема лекарственной устойчивости к антибиотикам набирает обороты и представляет собой серьезную угрозу, как для растений, животных, так и для людей. Безосновательное применение антибиотиков привело к распространению и увеличению количества инфекционных заболеваний, с которыми уже имеющиеся антибиотики могут не справляться. В связи с этим, возникает потребность в создании новых классов антибиотиков, не вызывающих резистентности. Необходимо найти средства с новыми механизмами действия для разработки подобных антимикробных соединений. Прекрасными претендентами на эту роль являются антимикробные пептиды. Проникая сквозь мембраны, они воздействуют на белок-мишень без высокой специфичности, что в свою очередь сводит вероятность индуцированной резистентности на минимум. Ученые идентифицировали около 57 активных пептидов, которые принадлежат к различным группам антимикробных пептидов, включая дефензины, цекропины, аттацины и лизоцим. Самая большая группа антимикробных пептидов у насекомых является дефензин. Как правило, дефензин-подобный пептид содержит в себе от 34 до 43 аминокислот. Антимикробные пептиды, полученные из *Hermetia illucens*, могут стать хорошей альтернативой антибиотикам для профилактики и лечения инфекционных заболеваний, так как отличаются своими антимикробными свойствами и в меньшей степени склонны вызывать резистентность. Липидный состав, как и аминокислотный может быть изменен различными рационами личинок. Жир личинок содержит олеиновую, пальмитиновую, лауриновую, миристиновую, стеариновую и пальмитолеву кислоты, которые являются насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами, и оказывают подавляющее воздействие против бактерий.

Ключевые слова: *Hermetia illucens*, черная львинка, антимикробные пептиды, альтернативные антибиотики.

Цитирование. Шевченко Н. И., Гусева Ю. А., Васильев А. А., Пигина С. Ю., Николаев С. И. Альтернатива антибиотиков – антимикробные пептиды черной львинки (*Hermetia illucens*) (обзор). *Известия НВ АУК*. 2024. 1(73). 201-210. DOI: 10.32786/2071-9485-2024-01-23.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились с представленным окончательным вариантом и одобрили его.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Антимикробные пептиды (АМП) представляют собой молекулы врожденной иммунной защиты организма, состоящие из 15-20 аминокислотных остатков, предотвращающих попадание патогена внутрь. Антимикробные пептиды способны выборочно действовать на бактерии, так как их катионные молекулы обладают высоким сродством к мембранам бактерий, обогащенных отрицательно заряженными компонентами – липополисахаридами и другими. За счет своей универсальной природы взаимодействий с мембранами, большинство АМП имеют широкий спектр действия и повышенной устойчивостью к адаптации со стороны микроорганизмов [2, 3, 4, 36]. Выработка резистентности у бактерий к антимикробным пептидам затруднена с учетом особенностей механизма бактерицидного действия: стремительного увеличения проницаемости мембран микроорганизмов, а также утратой их защитной функции, вызывающей осмотическое разрушение клеток [5, 8, 9]. Антимикробные пептиды не накапливаются в организме, их связывают и блокируют белки плазмы, уничто-

жают протеазы. АМП способны оказывать различные иммуномодулирующие эффекты (например, стимулируют активность естественных киллерных клеток), при этом, не угнетая функции иммунной системы организма [1, 7, 15, 19, 21]. Именно поэтому они могут выступать в качестве альтернативы антибиотикам и применяться для разработки новых классов противомикробных препаратов.

Огромное разнообразие насекомых, обладающих богатыми запасами аминокислот [6, 13, 16], позволяет нам использовать их с целью получения источников для антимикробных пептидов. Муха черная львинка (*Hermetia illucens*) как нельзя кстати подходит для использования в качестве источника АМП, так как обладает потрясающей способностью приспосабливаться и выживать в условиях с большим разнообразием микроорганизмов [26, 27, 29].

Изначально, разводить *Hermetia illucens* начали с целью развития и применения экономики замкнутого цикла в сферах биологической очистки, управления отходами, переработки промышленных побочных продуктов и биоконверсии сельскохозяйственных отходов. Разведение личинок черного солдата представляет собой экономичный способ преобразования органических остатков в источник биомолекул [14, 17, 38].

Ученые идентифицировали около 57 активных пептидов, которые принадлежат к различным группам антимикробных пептидов, включая дефензины, цекропины, аттацины и лизоцим (рисунок 1). 13 из выявленных АМП обладают антимикробной активностью; 22 противомикробной и противоопухолевой; 8 антимикробной и противовирусной; 2 антимикробной и противогрибковой; 7 противомикробной; 7 противомикробной, противоопухолевой и противовирусной активностью. Несмотря на то, что аттацины и лизоцим являются белками из-за их высокой молекулярной массы, они относятся к классам АМП, так как проявляют антибактериальную активность [18, 23, 31].

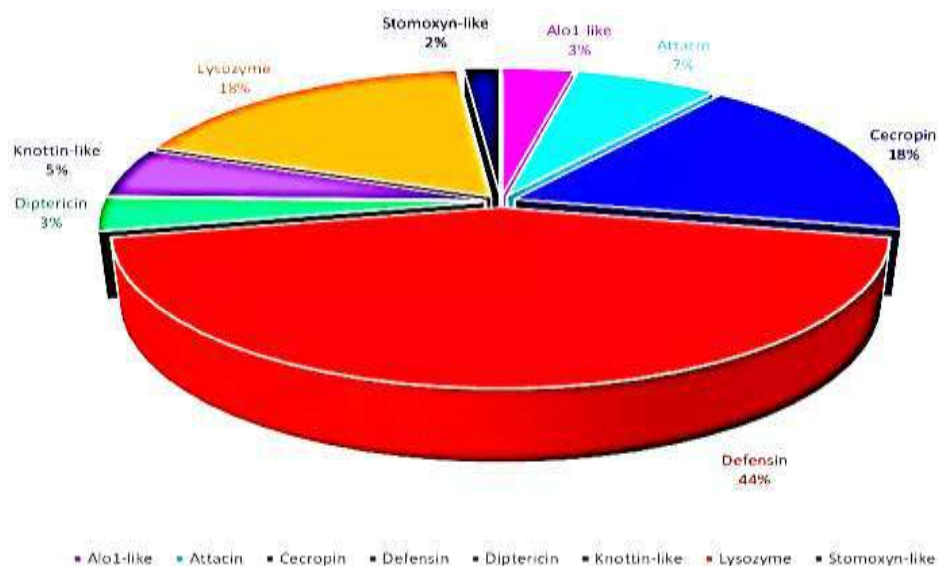


Рисунок 1 – Идентифицированные группы АМП из личинок и взрослых транскриптомов *Hermetia illucens* [38]

Figure 1 – Identified groups of antimicrobial peptides from larvae and adult transcriptomes of *Hermetia illucens*

Выделяемые из жира личинок природные биоактивные соединения, способны уничтожать устойчивые к лекарственным средствам бактерии, распространенные в сельском хозяйстве, медицине и ветеринарии, наносящие вред растениям, животным и людям [10, 20, 24, 25, 31].

Помимо АМП личинки черной львинки имеют в своем составе ценный источник биологически активных соединений, обогащенных липидами, такими как: олеиновая, лауриновая, миристиновая, линолевая, каприновая, пальмитиновая жирными кислотами и другими, где миристиновая кислота имеет широкий диапазон антибактериального действия, ларвицидной и репеллентной активностью (таблица 1).

Таблица 1 – Жирнокислотный состав 15-дневной личинки *H. Illucens* [30]

Table 1 – Fatty acid composition of the 15-day-old *H. Illucens* larva [30]

Параметры / Options	Результат (% масс./масс.) / Result (% w/w)	
	Сырой / Raw	Паровой / Steam
Содержание жира / Fat content	38,09	27,49
Насыщенные жирные кислоты: / Saturated fatty acids:		
Каприновая кислота (C10:0) / Capric acid (C10:0)	0,84	0,81
Лауриновая кислота (C12:0) / Lauric acid (C12:0)	40,29	49,18
Тридекановая кислота (C13:0) / Tridecanoic acid (C13:0)	0,02	0,03
Миристиновая кислота (C14:0) / Myristic acid (C14:0)	6,76	8,09
Пентадекановая кислота (C15:0) / Pentadecanoic acid (C15:0)	0,12	2,70
Пальмитиновая кислота (C16:0) / Palmitic acid (C16:0)	9,99	8,53
Гептадекановая кислота (C17:0) / Heptadecanoic acid (C17:0)	0,11	0,19
Стеариновая кислота (C18:0) / Stearic acid (C18:0)	1,27	1,42
Арахидиновая кислота (C20:0) / Arachidic acid (C20:0)	0,04	0,05
Бегеновая кислота (C22:0) / Behenic acid (C22:0)	0,02	0,04
Ненасыщенные жирные кислоты: / Unsaturated fatty acids:		
Миристолеиновая кислота (C14:1) / Myristoleic acid (C14:1)	0,16	0,23
Пальмитолеиновая кислота (C16:1) / Palmitoleic acid (C16:1)	2,07	2,70
Цис-10-гептадекановая кислота (C17:1) / Cis-10-heptadecanoic acid (C17:1)	0,00	0,24
Элаидиновая кислота (C18:2n9t) / Elaidic acid (C18:2n9t)	0,30	0,29
Олеиновая кислота (C18:1n9c) / Oleic acid (C18:1n9c)	7,99	5,94
Линолановая кислота (C18:2n9t) / Linolanic acid (C18:2n9t)	0,00	1,41
Линолевая кислота (C18:2n6c) / Linoleic acid (C18:2n6c)	4,02	0,03
γ -линоленовая кислота (C18:3n6) / γ -linolenic acid (C18:3n6)	0,00	0,00
Цис-11,14-эйкозедиеиновая кислота (C20:2) / Cis-11,14-Eicosadienoic acid (C20:2)	0,02	0,03
Цис-8,11,14-эйкозетриеновая кислота (C20:3n6) / Cis-8,11,14-eicosatrienoic acid (C20:3n6)	0,03	0,02
Всего жирных кислот / Total Fatty Acids	74,04	79,41

Ученые обнаружили, что гептадекановая кислота, выделенная из личинок черного солдата, успешно борется против грамположительных и грамотрицательных бактерий. Состав липидов различается в зависимости от методов обработки личинок, что в свою очередь приводит к различным профилям жирных кислот [32, 35, 37]. Липиды из личинок черной львинки являются высококачественным продуктом и не уступают своим конкурентам, полученным из других растительных и животных источников. Липидный состав, как и аминокислотный, может быть изменен различными рационами личинок. Липиды и их производные обладают антимикробными свойствами [18, 23, 28, 31].

Проведенные учеными эксперименты показали, что экстракт жира личинок черного солдата показывает антибактериальную активность по отношению к различным бактериям (табл. 2). Во время исследований был разработан специальный раствор (КВМЭ – кислотный водный метанольный экстракт) для экстракции личинок *Hermetia illucens*, способный извлекать биологически активные молекулы [10, 11, 20, 24, 31].

Таблица 2 – Содержание и опубликованная биологическая активность основных компонентов КВМЭ жира личинок *H. illucens* [31]

Table 2 – Content and published biological activity of the main components acidic aqueous methanol extract of *H. illucens* larval fat [31]

НАЗВАНИЕ СОЕДИНЕНИЯ / Connection Name	СОДЕРЖАНИЕ (%) / Content (%)	БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ / Biological activity
Октадек-9-еновая кислота (олеиновая кислота) / Octadek-9-enic acid (oleic acid)	22,22	Антибактериальный / Antibacterial
n-гексадекановая кислота (пальмитиновая кислота) / n-hexadecanoic acid (palmitic acid)	20,34	Антибактериальный / Antibacterial
Додекановая кислота (лауриновая кислота) / Dodecanoic acid (lauric acid)	18,48	Антибактериальный / Antibacterial
Тетрадекановая кислота (миристиновая кислота) / Tetradecanic acid (myristic acid)	5,59	Антибактериальный / Antibacterial
Октадекановая кислота (стеариновая кислота) / Octadecanoic acid (stearic acid)	5,34	Антибактериальный / Antibacterial
цис-9-Гексадеценная кислота (пальмитолеиновая кислота) / cis-9-Hexadecenoic acid (palmitoleic acid)	3,02	Антибактериальный / Antibacterial
1,2,3-Пропанетриол / 1,2,3-Propanetriol	6,88	Противомикробное и антисептическое средство / Antimicrobial and antiseptic agent
Гексадекановая кислота, 2-гидрокси-1- (гидроксиметил) этиловый эфир / Hexadecanoic acid, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl ester	0, 51	Противомикробный / Antimicrobial
цис-9-Гексадецен / cis-9-hexadecene	0,15	Противомикробный / Antimicrobial
9-Октадеценная кислота (Z)-, метиловый эфир (метиловый эфир олеиновой кислоты) / 9-Octadecenoic acid (Z)-, methyl ester (oleic acid methyl ester)	1,62	Противомикробный / Antimicrobial
Додекановая кислота, 2,3- дигидроксипропиловый эфир (монолаурин) / Dodecanoic acid, 2,3-dihydroxypropyl ether (monolaurin)	1,32	Противомикробный / Antimicrobial
Эйкозановая кислота (арахидиновая кислота) / Eicosanic acid (arachidic acid)	0,36	Антибактериальный, противогрибковый, антиоксидантный / Antibacterial, antifungal, antioxidant
Метиловый эфир гексадекановой кислоты (метиловый эфир пальмитиновой кислоты) / Hexadecanoic Acid Methyl Ester (Palmitic Acid Methyl Ester)	0,35	Антибактериальные и противогрибковые / Antibacterial and antifungal
Октадеценная кислота, метиловый эфир (метиловый эфир стеариновой кислоты) / Octadecenoic Acid, Methyl Ester (Stearic Acid Methyl Ester)	0,34	Противомикробный / Antimicrobial
9,12-Октадекадиеновая кислота (Z, Z) -(линолевая кислота) / 9,12-Octadecadienoic acid (Z,Z)-(linoleic acid)	0,23	Антибактериальный / Antimicrobial

Данные таблицы 2 подтверждают антибактериальную активность смеси КВМЭ и жира личинок черного солдата (полученного путем прессования живых 15-ти дневных личинок) относительно фитопатогенных бактерий. Как сообщалось ранее, жир личинок [33, 42] содержит олеиновую, пальмитиновую, лауриновую, миристиновую, стеариновую и пальмитолеиновую кислоты, которые являются насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами, и оказывают подавляющее воздействие против бактерий, что согласуется с активностью жирных кислот, указанных в таблице.

Белки, жиры и мука личинок черной львинки уже выступают в качестве добавок в корма для животных и косметические средства. А, благодаря своим антимикробным свойствам, возможно, будет использоваться для производства лекарств и продуктов питания [12, 22, 25, 40].

В соответствии с данными представленными в таблице 3 становится очевидным, что биологически активные вещества жира личинок обладают антимикробной активностью. Методом диффузии в агар установлено, что жир ингибирует рост *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Candida albicans* [34, 41]. Уровень их содержания в образцах не превышает допустимой нормы, а в некоторых случаях они вообще не были выявлены.

Таблица 3 – Антимикробная активность жира личинок *Hermetia illucens* [40]

Table 3 – Antimicrobial activity of the fat of *Hermetia illucens* larvae [40]

Образец / Sample	Диаметр зоны подавления, мм / Diameter of the suppression zone, mm			
	<i>Bacillus subtilis</i> *	<i>Staphylococcus aureus</i> *	<i>Escherichia coli</i> *	<i>Candida albicans</i> *
Светлая фракция жира (BFF) / Light Fat Fraction (BFF)	12,5±1,5	0	0	10,5±0,7
Жир прямого отжима (DPF) / Direct Pressed Fat (DPF)	0	0	0	12,5±0,9
Фракция темного жира (DFF) / Dark Fat Fraction (DFF)	16,5±0,5	12,5±1,5	10,0±0,0	12,5±0,9
Белковая фракция (PF) / Protein fraction (PF)	10,0±0,3	0	0	0
Примечание / Note: <i>Bacillus subtilis</i> – сенная палочка; <i>Staphylococcus aureus</i> – золотистый стафилококк; <i>Escherichia coli</i> – кишечная палочка; <i>Candida albicans</i> – диплоидный грибок				

В ходе разработки системы моделирования с жиром личинок черного солдата для оптимизации состава и соотношения жирных кислот было обнаружено, что общее количество микроорганизмов возрастает при хранении при температуре 5°C, но наряду с этим уменьшается количество микроскопических грибов (таблица 4).

Таблица 4 – Антимикробная и противогрибковая активность жира личинок *Hermetia illucens* в растительной пищевой матрице [40]

Table 4 – Antimicrobial and antifungal activity of *Hermetia illucens* larvae fat in the plant food matrix

Показатели / Indicators	Образцы / Samples			
	№ 30, 1-й день / Day 1	№ 30, 30-й день / Day 30	№ 50, 1-й день / Day 1	№ 50, 30-й день / Day 30
Количество микроорганизмов, КОЕ/г / Number of microorganisms, CFU/g	8,8×10 ²	1,9×10 ⁷	1,6×10 ²	1,6×10 ⁶
Колиформные бактерии, КОЕ/г / Coliform bacteria, CFU/g	7,0×10 ¹	< 4,0×10 ¹	< 1,0×10 ¹	5,0×10 ¹
Общая численность мезофильных молочнокислых бактерий, КОЕ/г / Total abundance of mesophilic lactic acid bacteria, CFU/g	1,1×10 ²	< 1,0×10 ¹	8,0×10 ¹	< 1,0×10 ¹
Количество подозреваемых бифидобактерий, КОЕ/г / Number of suspected bifidobacteria, CFU/g	< 1,0×10 ¹	< 1,0×10 ¹	< 1,0×10 ¹	< 1,0×10 ¹
Общая численность сульфитредуцирующих бактерий (кловстридий), КОЕ/г / Total abundance of sulfite-reducing bacteria (Clostridium), CFU/g	< 1,0×10 ¹	< 1,0×10 ¹	< 1,0×10 ¹	< 1,0×10 ¹
Количество дрожжей, КОЕ/г / Amount of yeast, CFU/g	9,0×10 ¹	2,2×10 ⁴	< 1,0×10 ¹	3,4×10 ⁴
Количество плесневых грибов, КОЕ/г / Number of molds, CFU/g	1,1×10 ²	1,7×10 ²	4,7×10 ²	< 4,0×10 ¹
Количество микроорганизмов, КОЕ/г / Number of microorganisms, CFU/g	8,8×10 ²	1,9×10 ⁷	1,6×10 ²	1,6×10 ⁶
Образец 30. 30% всего содержания жира в растительной пищевой матрице было заменено личиночным жиром; Образец 50. 50% всего содержания жира в растительной пищевой матрице было заменено личиночным жиром. Образцы хранились при температуре +5°C / Sample 30. 30% of the total fat content of the plant-based food matrix was replaced by larval fat; Sample 50. 50% of the total fat content in the vegetable food matrix was replaced with larval fat. Samples were stored at a temperature of +5°C				

Данные, приведенные в таблице 4, говорят нам о том, что антимикробные свойства жира личинок черного солдата в пищевых системах повышают микробиологическую безопасность и стабильность микробиологических показателей.

Таким образом, можно сделать вывод, что личинки *Hermetia illucens* выступают в качестве естественного биоразрушителя, так как они находятся в среде, тесно связанной с патогенными микроорганизмами (бактериями и грибами). Условия, в которых выращиваются насекомые, оказывают существенное влияние на системы их врожденного иммунитета. Иммунная система организма черных львинок играет важную роль в их выживании: она дает им возможность адаптироваться к различным условиям окружающей среды, а также способность вырабатывать различного рода антимикробные пептиды [30, 34, 39]. Которые впоследствии могут использоваться в различных сферах нашей жизни: в сельском хозяйстве, животноводстве, ветеринарии, медицине и пищевой промышленности.

Библиографический список

1. Артамонов А. Ю., Рыбакина Е. Г., Орлов Д. С., Корнева Е. А. Биологическая активность и молекулярно-клеточные механизмы действия антимикробных пептидов человека и животных. Вестник Санкт-Петербургского университета. 2014. № 1 (11). С. 6.
2. Баландин С. В., Овчинникова Т. В. Антимикробные пептиды беспозвоночных. Биологические функции и механизмы действия. Биоорганическая химия. 2016. № 4 (42). Ч. 2. С. 381.
3. Бачинская В. М., Дельцов А. А., Антипов А. А. Применение препарата Абиопептид в птицеводстве и влияние его на показатели качества мяса бройлеров кросса Кобб-500. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2019. № 3 (43). С. 5-9.
4. Бутова С. Н., Сальникова В. А. Использование сапонинсодержащих растительных экстрактов в качестве альтернативы синтетическим консервантам в косметических эмульсиях. Аграрная Россия. 2017. № 9. С. 14-18.
5. Веселова А. Ю. Изучение влияния природных источников биологически активных веществ на свойства дрожжей, молочнокислых бактерий и болезни хлеба. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2018. № 2 (38). С. 73-76.
6. Гусева Ю. А., Ермаков М. Д. Химический и аминокислотный состав личинок *Zophobas morio*. Актуальные проблемы ветеринарной медицины, зоотехнии, биотехнологии и экспертизы сырья и продуктов животного происхождения: сборник трудов научно-практической конференции. Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2022. С. 446-447.
7. Зайцева В. В., Дремач Г. Э., Зайцева А. В. Эффективность применения Флоравит ВБФ в условиях производства. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2011. № 3 (11). С. 27-31.
8. Кондакова И. А., Злобин П. А., Вологжанина Е. А., Льгова И. П. Изучение действия препарата прополиса на микробную обсемененность воздуха. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2013. № 2 (18). С. 24-26.
9. Киселева Е. В., Туников Г. М. Эффективность использования современных антимикробных препаратов для лечения мастита у коров. Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П. А. Костычева. 2017. № 4 (36). С. 40-44.
10. Крылова Л. С., Ларионова О. С., Древко Я. Б. Выделение антимикробных пептидов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии из личинок *Galleria mellonella* и изучение некоторых их свойств. Биотехнология: состояние и перспективы развития: материалы IX международ. конгресса. 2017. С. 478-480.
11. Крылова Л. С., Ремизов Е. К., Смирнова К. Ю., Ларионова О. С. Индикация пептидов из биомассы личинок насекомых и изучение их антимикробной активности. Актуальные вопросы ветеринарной биологии. 2019. № 4 (44). С. 3-6.
12. Леонова В. А. Потенциальные пробиотические свойства и профили органических кислот метаболитного комплекса *L. helveticus*. Пищевая промышленность. 2024. № 1. С. 78-82.
13. Мартинсон Е. А., Алапыкин А. А., Литвинец С. Г. Изучение биохимического состава личинок *Hermetia illucens*. Наука и общество в современном мире: сборник материалов I Всероссийской научно-практической конференции. Москва: Издательство "Знание-М", 2023. С. 443-445.
14. Мечтаева Е. В., Громоздова К., Дзюбенко В. В. и др. Культивирование личинок черной львинки в субстратах, содержащих антибиотики. Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 10. С. 76-84.
15. Мешев Э. М. Перспективы изыскания новых средств для антимикробной терапии при стрептококковых инфекциях животных. Аграрная Россия. 2009. № 6. С. 26-28.
16. Михайлова М. В., Золотарев К. В., Наход В. И., Михайлов А. Н. Питательная ценность личинок черной львинки (*Hermetia illucens* Linnaeus, 1758), выращенных с использованием отходов кисломолочного производства, в качестве компонента кормов для рыб. Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2023. Т. 17. № 6(209). С. 402-411.
17. Муха черная львинка. <https://krasivosty.pro/nasekomye/59012-muha-chernaja-lvinka.html>
18. Некрасов Р. В., Чабаяев М. Г., Зеленченкова А. А., Бастратов А. И., Ушакова Н. А. Питательные свойства личинок *Hermetia illucens* L. – нового кормового продукта для молодняка свиней (*Sus scrofa domestica* Erxleben). Сельскохозяйственная биология. 2019. № 2 (54). С. 316-323.
19. Дудников А. И., Михалишин В. В., Дудников С. А. и др. Новые средства и методы противоящурной защиты. Аграрная Россия. 2001. № 3. С. 24-29.
20. Прокудина О. В., Песцов Г. В., Третьякова А. В. и др. Использование липидов *Hermetia illucens* для получения косметических средств. Вестник Таджикского национального университета. Серия естественных наук. 2023. № 4. С. 178-188.

21. Рубан А. А., Кулишова К. Е., Дзюбенко В. В. Разработка методики определения цефтриаксона в личинках мухи черной львинки (*Hermetia illucens*) методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диод-номатричным детектором. Международная научно-практическая конференция молодых учёных и специалистов отделения сельскохозяйственных наук Российской академии наук. 2022. № 1. С. 273-276.
22. Альтернативные источники белка для производства экоскормов для рыб : № 2022623374: свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2022623652 РФ. Заявл. 01.12.2022: опубл. 23.12.2022 / Ю. А. Гусева, И. В. Поддубная, М. Д. Ермаков, Я. Е. Ярош; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н. И. Вавилова».
23. Смирнова К. Ю., Крылова Л. С., Ремизов Е. К., Горшунова С. В. Выделение антимикробных пептидов из личинок *hermetia illucens* и перспектива их использования. Международный вестник ветеринарии. 2020. № 2. С. 58-62.
24. Ткачев А. Д. Антимикробные пептиды насекомых, как перспективная альтернатива антибиотикам. Проблемы биологии, зоотехнии и биотехнологии: сборник трудов научно-практической конференции научного общества студентов и аспирантов биолого-технологического факультета. Новосибирск: Издательский центр Новосибирского государственного аграрного университета "Золотой колос", 2022. С. 227-230.
25. Туйчиев К. С., Гинатуллина Е. Н. Выращивание личинок *Zophobas morio* и *Hermetia illucens* в качестве источника кормового белка для животных. Технологии переработки отходов с получением новой продукции: материалы V Всероссийской научно-практической конференции. Киров: Вятский государственный университет, 2023. С. 100-103.
26. Ушакова Н. А., Свергузова С. В., Шайхиев И. Г. и др. Кутикула куколок черной львинки *Hermetia illucens* как биосорбент для пробиотиков. Известия Российской академии наук. Серия биологическая. 2023. № 3. С. 332-336.
27. Щукина С. Насекомые – нетрадиционный источник протеина. Животноводство России. 2018. № 6. С. 26.
28. Agnolucci M., Daghighi M., Mannelli F., Secci G., Buccioni A. Use of chitosan and tannins as alternatives to antibiotics to control mold growth on PDO Pecorino Toscano cheese rind. Food Microbiol. 2020. No 92. 103598.
29. Wang G., Mishra B., Lau K., Lushnikova T., Golla R., Wang X. Antimicrobial peptides in 2014. Pharmaceuticals. 2015. Vol. 8. Pp. 123-150.
30. Harlystiarini R. M., I Wayan Teguh Wibawan, Dewi Apri A. In Vitro Antibacterial Activity of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larva Extracts Against Gram-Negative Bacteria. Bulletin of Animal Science. 2019. No 43 (2). Pp. 125-129.
31. Heakal A. A. M. Study of the antimicrobial properties of dispersive systems based on the black soldier fly (*hermetia illucens*) larvae fat and the prospects of their use in medicine, veterinary and crop protection. Manuscript. 2022. Pp. 1-162.
32. Jing Xia, Chaorong Ge, Huaiying Y. Antimicrobial Peptides from Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Potential Antimicrobial Factors Representing an Alternative to Antibiotics in Livestock Farming. Animals. 2021. № 11 (7). Pp. 2-16.
33. Kim S. W., Less J. F., Wang L., Yan T., Kiron V., Kaushik S. J., Lei X. G. Meeting Global Feed Protein Demand: Challenge, Opportunity, and Strategy. Annu. Rev. Anim. Biosci. 2019. V. 7. Pp. 17.01-17.23.
34. Lee K.-S., Yun E.-Y., Goo T.-W. Antimicrobial Activity of an Extract of *Hermetia illucens* Larvae Immunized with *Lactobacillus casei* against *Salmonella* Species. Insects. 2020. V. 11. 704 p.
35. Liland N. S., Biancarosa I., Araujo P., Biemans D., Bruckner C. G., Waagbø R., Torstensen B. E., Lock E. Modulation of nutrient composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae by feeding seaweed-enriched media. PLoS One. 2017. № 12. Pp. 1–23.
36. Liu C., Wang, C., Yao H. Comprehensive Resource Utilization of Waste Using the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* (L.))(Diptera: Stratiomyidae). Animals 2019. V. 9. 349 p.
37. Marusich E., Mohamed H., Afanasev Y., Leonov S. Fatty acids from *Hermetia illucens* larvae fat inhibit the proliferation and growth of actual phytopathogens. Microorganisms. 2020. № 8. Pp. 1–21.
38. Moretta A., Salvia R., Scieuzo C. A bioinformatic study of antimicrobial peptides identified in the Black Soldier Fly (BSF) *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). Scientific reports. 2020. Pp. 1-14.
39. Osama E., Dingzhong Z., Qi S., Aziz S. A., Minmin C., Longyu Z., Ziniu Y., Jibin Z., Humberto L. M. Screening, Expression, Purification and Functional Characterization of Novel Antimicrobial Peptide Genes from *Hermetia illucens* (L.). PLoS ONE. 2017. V. 12. e0169582.
40. Sarkinas A., Trakselė L., Zabulionė A., Tracevicius S., Salaseviciene A. Influence of fat additives of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) larvae on the dynamics of microorganisms in model food systems. <http://www.insectum.eu/wp-content/uploads/2022/09/Foodmicro-poster-A.-%C5%A0arkinas.pdf>
41. Shirzadi H., Shariatmadari F., Torshizi M. A. K., Rahimi S., Masoudi A. A., Zaboli G., Hedayat-Evrigh N. Plant extract supplementation as a strategy for substituting dietary antibiotics in broiler chickens exposed to low ambient temperature. Arch. Anim. Nutr. 2020. V. 74. Pp. 206–221.
42. Sogari G., Amato M., Biasato I., Chiesa S., Gasco L. The Potential Role of Insects as Feed: A Multi-Perspective Review. Animals. 2019. No 9. P. 119.
43. Wimley W. C., Hristova K. Antimicrobial Peptides: Successes, Challenges and Unanswered Questions. The Journal of Membrane Biology. 2011. № 239 (1-2). Pp. 27-33.

References

1. Artamonov A. N., Rybakina E. G., Orlov D. S., Korneva E. A. Biological activity and molecular cellular mechanisms of action of antimicrobial drugs. x peptides of human and living. Bulletin of the St. Petersburg University. 2014. № 1 (11). P. 6.
2. Balandin S. V., Ovchinnikova T. V. Antimicrobial peptides of invertebrates. Part 2. Biological functions and mechanisms of action. Bioorganic chemistry. 2016. № 4 (42). P. 381.

3. Bachinskaya V. M., Deltsov A. A., Antipov A. A. The use of the drug Abiopeptide in poultry farming and its influence on the quality indicators of meat of Cobb-500 cross broilers. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev. 2019. No. 3 (43). Pp. 5-9.
4. Butova S. N., Salnikova V. A. The use of saponin-containing plant extracts as an alternative to synthetic preservatives in cosmetic emulsions. Agrarian Russia. 2017. No. 9. Pp. 14-18.
5. Veselova A. Yu. Study of the influence of natural sources of biologically active substances on the properties of yeast, lactic acid bacteria and bread diseases. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University named after P. A. Kostychev. 2018. No. 2 (38). Pp. 73-76.
6. Guseva Yu. A., Ermakov M. D. Chemical and amino acid composition of Zophobas Morio larvae. Actual problems of veterinary medicine, animal science, biotechnology and expertise of raw materials and products of animal origin: Proceedings of the scientific and practical conference. Moscow: Agricultural Technologies, 2022. Pp. 446-447.
7. Zaitseva V. V., Dremach G. E., Zaitseva A. V. Efficiency of using Floravit VBF in production conditions. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University. 2011. No. 3 (11). Pp. 27-31.
8. Kondakova I. A., Zlobin P. A., Vologzhanina E. A., Lgova I. P. Study of the effect of a propolis preparation on microbial contamination of the air. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University. P.A. Kostycheva. 2013. No. 2 (18). Pp. 24-26.
9. Kiseleva E. V., Tunikov G. M. Efficiency of using modern antimicrobial drugs for the treatment of mastitis in cows. Bulletin of the Ryazan State Agrotechnological University. 2017. No. 4 (36). Pp. 40-44.
10. Krylova L. S., Larionova O. S., Drevko Ya. B. Isolation of antimicrobial peptides by high-performance liquid chromatography from larvae in Galleria mellonella and the study of some of their properties. Biotechnology: state and prospects of development: materials of the IX International. congress. 2017. Pp. 478-480.
11. Krylova L. S., Remizov E. K., Smirnova K. Y., Larionova O. S. Indication of peptides from insect larval biomass and study of their antimicrobial activity. Current issues of veterinary biology. 2019. № 4 (44). Pp. 3-6.
12. Leonova V. A. Potential probiotic compounds and penetrated the organic filter of the L. helveticus metabolic complex. Writing forgiveness. 2024. No. 1. Pp. 78-82.
13. Martinson E. A., Alalykin A. A., Litvinenko S. G. The study of the biochemical composition of Hermetia illucens larvae. Science and society as a whole world: Collection of materials and All-Russian Scientific and Practical Conference. Moscow: Publishing house "Znanie-M", 2023. Pp. 443-445.
14. Mechtaeva E. V., Gromozdova K., Dzyubenko V. V., et al. Cultivation of black lion larvae in substrates containing antibiotics. Siberian Bulletin of Agricultural Science. 2023. Vol. 53. No. 10. Pp. 76-84.
15. Meshev E. M. Prospects for finding new agents for antimicrobial therapy for streptococcal infections of animals. Agrarian Russia. 2009. No. 6. Pp. 26-28.
16. Mikhailova M. V., Zolotarev K. V., Nakhod V. I., Mikhailov A. N. Nutritional value of larvae of the black lion (Hermetia illucens Linnaeus, 1758), grown using waste from fermented milk production, as a component of fish feed. Fish farming and fisheries. 2023. Vol. 17. No. 6 (209). Pp. 402-411.
17. The Black Soldier Fly. <https://krasivosti.pro/nasekomye/59012-muha-chernaja-lvinka.html>
18. Nekrasov R. V., Chabaev M. G., Zelenchenkova A. A., Bastrakov A. I., Uakova N. A. Nutrients of Hermetia Illucens L. larvae – a new software product for a young pig (Sus scrofa domesticus Erxleben). Agricultural biology. 2019. № 2 (54). Pp. 316-323.
19. Dudnikov A. I., Mikhailishin V. V., Dudnikov S. A., et al. New means and methods of anti-foot and mouth disease protection. Agrarian Russia. 2001. No. 3. Pp. 24-29.
20. Prokudina O. V., Pestsov G. V., Tretyakova A. V., et al. The use of Hermetia illucens lipids for the study of cosmetics. Bulletin of the Tajik National University. Series of Natural Sciences. 2023. No. 4. Pp. 178-188.
21. Ruban A. A., Kulishova K. E., Dzyubenko V. V. Development of a methodology for the determination of ceftriaxone in the larvae of the black lion fly (Hermetia illucens) by high-performance liquid chromatography with a diode-matrix detector. Scientific and practical International Conference of young scientists and specialists of the Department of Agricultural Sciences of the Russian Academy of Sciences. 2022. № 1. Pp. 273-276.
22. Alternative protein sources for the production of eco-feeds for fish : No. 2022623374: Certificate of state registration of the database No. 2022623652 RF; application 01.12.2022; publ. 23.12.2022 / Yu. A. Guseva, I. V. Poddubnaya, M. D. Ermakov, Ya. E. Yarosh; applicant Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Saratov State University of Genetics, Biotechnology and Engineering named after N. I. Vavilov".
23. Smirnova K. H., Krylova L. S., Remizov E. K., Gorgunova S. V. Isolation of antibodies from hermetia illucens larvae and their application. International Bulletin of Veterinary Medicine. 2020. No 2. Pp. 58-62.
24. Tkachev A. D. Antimicrobial peptides of insects as a promising alternative to antibiotics. Problems of biology, animal science and biotechnology: Proceedings of the scientific and practical conference of the Scientific Society of Students and postgraduates of the Faculty of Biology and Technology. Novosibirsk: Publishing Center of Novosibirsk State Agrarian University "Zolotoy Kolos", 2022. Pp. 227-230.
25. Tuichiev K., Ginatullina E. N. Growing larvae of Zophobas Morio and Hermetia illucens as a source of feed protein for animals. Waste processing technologies to obtain new products: materials in the V All-Russian Scientific and practical conference. Kirov: Vyatka State University, 2023. Pp. 100-103.
26. Uakova N. A., Sverguzova S. V., Khayiev I. G., et al. Cuticle of pupae of the black lioness Hermetia illucens as a biosorbent for probiotics. Because of the Russian Academy of Sciences. The series is biological. 2023. No. 3. Pp. 332-336.
27. Shchukina S. Insects – an unconventional source of protein. Animal Husbandry of Russia. 2018. No. 6. P. 26.
28. Agnolucci M., Daghighi M., Mannelli F., Secci G., Buccioni A. Use of chitosan and tannins as alternatives to antibiotics to control mold growth on PDO Pecorino Toscano cheese rind. Food Microbiol. 2020. No 92. 103598.
29. Wang G., Mishra B., Lau K., Lushnikova T., Golla R., Wang X. Antimicrobial peptides in 2014. Pharmaceuticals. 2015. Vol. 8. Pp. 123-150.

30. Harlystiarini R. M., I Wayan Teguh Wibawan, Dewi Apri A. In Vitro Antibacterial Activity of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) Larva Extracts Against Gram-Negative Bacteria. *Bulletin of Animal Science*. 2019. No 43 (2). Pp. 125-129.
31. Heakal A. A. M. Study of the antimicrobial properties of dispersive systems based on the black soldier fly (*hermetia illucens*) larvae fat and the prospects of their use in medicine, veterinary and crop protection. *Manuscript*. 2022. Pp. 1-162.
32. Jing Xia, Chaorong Ge, Huaiying Y. Antimicrobial Peptides from Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) as Potential Antimicrobial Factors Representing an Alternative to Antibiotics in Livestock Farming. *Animals*. 2021. № 11 (7). Pp. 2-16.
33. Kim S. W., Less J. F., Wang L., Yan T., Kiron V., Kaushik S. J., Lei X. G. Meeting Global Feed Protein Demand: Challenge, Opportunity, and Strategy. *Annu. Rev. Anim. Biosci.* 2019. V. 7. Pp. 17.01–17.23.
34. Lee K.-S., Yun E.-Y., Goo T.-W. Antimicrobial Activity of an Extract of *Hermetia illucens* Larvae Immunized with *Lactobacillus casei* against *Salmonella* Species. *Insects*. 2020. V. 11. 704 p.
35. Liland N. S., Biancarosa I., Araujo P., Biemans D., Bruckner C. G., Waagbø R., Torstensen B. E., Lock E. Modulation of nutrient composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae by feeding seaweed-enriched media. *PLoS One*. 2017. № 12. Pp. 1–23.
36. Liu C., Wang, C., Yao H. Comprehensive Resource Utilization of Waste Using the Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* (L.))(Diptera: Stratiomyidae). *Animals* 2019. V. 9. 349 p.
37. Marusich E., Mohamed H., Afanasev Y., Leonov S. Fatty acids from *Hermetia illucens* larvae fat inhibit the proliferation and growth of actual phytopathogens. *Microorganisms*. 2020. № 8. Pp. 1–21.
38. Moretta A., Salvia R., Scieuzo C. A bioinformatic study of antimicrobial peptides identified in the Black Soldier Fly (BSF) *Hermetia illucens* (Diptera: Stratiomyidae). *Scientific reports*. 2020. Pp. 1-14.
39. Osama E., Dingzhong Z., Qi S., Aziz S. A., Minmin C., Longyu Z., Ziniu Y., Jibin Z., Humberto L. M. Screening, Expression, Purification and Functional Characterization of Novel Antimicrobial Peptide Genes from *Hermetia illucens* (L.). *PLoS ONE*. 2017. V. 12. e0169582.
40. Sarkinas A., Trakselė L., Zabulionė A., Tracevicius S., Salaseviciene A. Influence of fat additives of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) larvae on the dynamics of microorganisms in model food systems. <http://www.insectum.eu/wp-content/uploads/2022/09/Foodmicro-poster-A.-%C5%A0arkinas.pdf>
41. Shirzadi H., Shariatmadari F., Torshizi M. A. K., Rahimi S., Masoudi A. A., Zaboli G., Hedayat-Evrigh N. Plant extracts supplementation as a strategy for substituting dietary antibiotics in broiler chickens exposed to low ambient temperature. *Arch. Anim. Nutr.* 2020. V. 74. Pp. 206–221.
42. Sogari G., Amato M., Biasato I., Chiesa S., Gasco L. The Potential Role of Insects as Feed: A Multi-Perspective Review. *Animals*. 2019. No 9. P. 119.
43. Wimley W. C., Hristova K. Antimicrobial Peptides: Successes, Challenges and Unanswered Questions. *The Journal of Membrane Biology*. 2011. № 239 (1-2). Pp. 27-33.

Информация об авторах

Шевченко Наталия Ивановна, младший научный сотрудник, аспирант, ФГБОУ ВО Вавиловский университет (Российская Федерация, 410012, г. Саратов, пр. им. Петра Столыпина, д. 4, корпус. 3), e-mail: natali9371@yandex.ru

Гусева Юлия Анатольевна, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Кормление и кормопроизводство», ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина» (Российская Федерация, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23), e-mail: yuliyguseva@yandex.ru

Васильев Алексей Алексеевич, доктор сельскохозяйственных наук, эксперт экспертного совета ВАК при Минобрнауки России по зоотехническим и ветеринарным наукам, профессор, заведующий кафедрой «Кормление и кормопроизводство», ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина» (Российская Федерация, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23), e-mail: alekseyvasiliev@yandex.ru

Пигина Светлана Юрьевна, кандидат ветеринарных наук, доцент кафедры «Эпизоотологии и организация ветеринарного дела», проректор по учебной, воспитательной работе и молодежной политике, ФГБОУ ВО «Московская государственная академия ветеринарной медицины и биотехнологии – МВА им. К. И. Скрябина» (Российская Федерация, 109472, г. Москва, ул. Академика Скрябина, д. 23).

Николаев Сергей Иванович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры «Кормление и разведение сельскохозяйственных животных», ФГБОУ ВО Волгоградский ГАУ (Российская Федерация, 400002, г. Волгоград, пр. Университетский, д. 26), e-mail: nikolaevvolgau@yandex.ru

Author's Information

Shevchenko Natalia Ivanovna, junior researcher, graduate student of the Vavilovsky University (Russian Federation, 410012, Saratov, Petra Stolypin Ave., 4, building. 3), e-mail: natali9371@yandex.ru

Guseva Yulia Anatolyevna, Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the Department of Feeding and Feed Production, Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Scriabin (Russian Federation, 109472, Moscow, Akademika Skryabina str., 23), e-mail: yuliyguseva@yandex.ru

Vasiliev Aleksey Alekseevich, Doctor of Agricultural Sciences, Expert of the Expert Council of the Higher Attestation Commission under the Ministry of Education and Science of Russia on zootechnical and veterinary sciences, Professor, Head of the Department of Feeding and Feed Production of the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Scriabin (Russian Federation, 109472, Moscow, Akademika Skryabina str., 23), e-mail: alekseyvasiliev@yandex.ru

Pigina Svetlana Yurievna, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department of Epizootology and Organization of Veterinary Affairs, Vice-Rector for Educational, Educational Work and Youth Policy of the Moscow State Academy of Veterinary Medicine and Biotechnology – MVA named after K. I. Scriabin (Russian Federation, 109472, Moscow, Akademika Skryabina str., 23).

Nikolaev Sergey Ivanovich, professor of the department "Feeding and breeding of farm animals" of the "Volgograd State Agrarian University" (Russian Federation, 400002, Volgograd, pr-t. Universitetsky, 26), e-mail: nikolaevvolgau@yandex.ru