

**ЧАСТНАЯ ЗООТЕХНИЯ, КОРМЛЕНИЕ, ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ КОРМОВ И ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА / PRIVATE ANIMAL HUSBANDRY, FEEDING, FEED PREPARATION TECHNOLOGIES AND PRODUCTION OF LIVESTOCK PRODUCTS**

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.151.65>

**ПОТЕНЦИАЛ И ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЛИЧИНОК ЧЕРНОЙ ЛЬВИНКИ В СОВРЕМЕННЫХ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КОРМОВЫХ СИСТЕМАХ**

Обзор

**Крючков И.А.<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> ORCID : 0009-0005-9085-8274;

<sup>1</sup> Российский университет дружбы народов, Москва, Российская Федерация

\* Корреспондирующий автор (dihacunattu-7998[at]yopmail.com)

**Аннотация**

Производство животного белка из личинок является актуальной научно-технической проблемой. Сегодня в мире наблюдается активный рост интереса к разработке и поиску технологий в области получения белков из альтернативных источников. Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций считает, что насекомые могут быть источником богатой белком пищи. Насекомым требуется в среднем 2 кормовые единицы для производства 1 кг живой массы. А для выращивания, например, свиней на 1 кг прироста веса расходуется от 3 до 8 кормовых единиц. Ещё одним преимуществом насекомых является то, что для их выращивания можно использовать различные отходы и дешёвое сырьё. Вид насекомых, таких как Чёрная львинка, является наиболее перспективным для промышленного производства.

**Ключевые слова:** Чёрная львинка, кормовые системы, животноводство, отходы.

**POTENTIAL AND PROSPECTS FOR UTILIZATION OF BLACK SOLDIER FLY LARVAE IN MODERN AGRICULTURAL FODDER SYSTEMS**

Review article

**Kryuchkov I.A.<sup>1,\*</sup>**

<sup>1</sup> ORCID : 0009-0005-9085-8274;

<sup>1</sup> Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russian Federation

\* Corresponding author (dihacunattu-7998[at]yopmail.com)

**Abstract**

Production of animal protein from larvae is an urgent scientific and technical problem. Today, there is an active growth of interest in the world in the development and search for technologies in the field of protein production from alternative sources. The Food and Agriculture Organization of the United Nations believes that insects can be a source of protein-rich food. Insects require an average of 2 feed units to produce 1kg of live weight. Growing pigs, for example, requires 3 to 8 feed units per kg of weight gain. Another advantage of insects is that various waste materials and cheap raw materials can be used for their cultivation. Insect species such as the Black Soldier Fly are the most promising for industrial production.

**Keywords:** Black Soldier Fly, fodder systems, animal husbandry, waste.

**Введение**

За последние два десятилетия возрос интерес к изучению насекомых в качестве корма и пищи. Их можно выращивать в больших количествах, и они обладают высоким коэффициентом биоконверсии [6]. В связи с этим большой интерес вызывают личинки сапрофитной черной мухи-солдатика (*Hermetia illucens*). Черная львинка (*Hermetia illucens*), или черный солдат (англоязычное название – Black Soldier Fly) – муха, личинки которой поедают органические продукты в большом количестве, увеличиваясь в размере за несколько дней в сотни раз. Она отличается неприхотливостью, личинки ее всеядны, способны перерабатывать разнообразные растительные и пищевые отходы, фекалии, птичий помет, стоки свиноферм [12].

Короткий жизненный цикл в сочетании с потенциалом быстрого роста личинок Черной львинки делают этот вид интересным и подходящим для условий выращивания [1]. Использование насекомых в качестве источника белка может способствовать глобальной продовольственной безопасности как в качестве корма, так и в качестве прямого источника пищи для человека.

База данных PubMed, Scopus, ELibrary, КиберЛенинка и Google Scholar. Для фильтрации результатов использовались термины «личинка черной львинки», «кормовые системы» и «животноводство». Были отобраны экспериментальные и клинические исследования, метаанализы и структурированные обзоры с целью изучения потенциала и перспектив использования личинок Черной львинки в современных сельскохозяйственных кормовых системах.

**Результаты и обсуждения**

Население мира продолжает расти, в то время как площадь пахотных земель останется прежней или даже может сократиться [14]. В будущем кормовые и продовольственные ресурсы станут относительно более дефицитными [10].

В процессе производства кормов и продуктов питания образуются излишки сырья, так называемые потоки отходов. Чтобы перейти к круговой системе питания, необходимо найти ценное назначение для этих потоков отходов (рис. 1) [13]. На современном этапе в условиях роста органических отходов крайне актуальной является задача утилизации и биоконверсии. Именно насекомые являются многообещающим источником высококачественного белка, жиров и некоторых минералов, могут выращиваться в условиях высокой плотности и имеют высокий коэффициент биоконверсии [11].

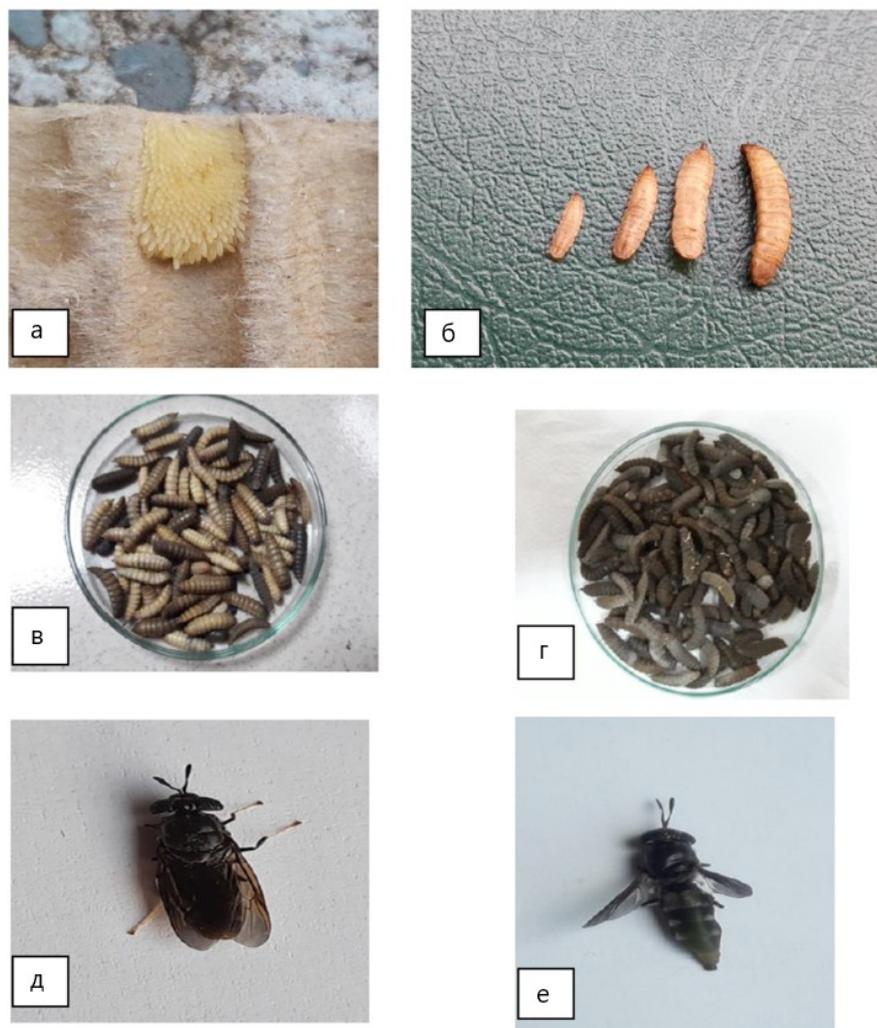


Рисунок 1 - Круговая система питания  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.151.65.1>

В подтверждение этому за последние два десятилетия произошел всплеск интереса к изучению использования насекомых в качестве корма, о чем свидетельствует экспоненциальный рост числа публикаций (693%) и цитирований (71 477%) [15].

Черная муха-солдатик (BSF) *Hermetia illucens* (Linnaeus, 1758: Двукрылые: *Stratiomyidae*) – потенциальное насекомое, которое предлагает эффективную технологию утилизации отходов [9].

Прожорливые личинки BSF способны потреблять самые разнообразные органические вещества, начиная от отходов жизнедеятельности животных и заканчивая фруктами, овощами и растительным материалом, которые превращаются в жир, белок и минералы, превращаясь в куколок, а затем и во взрослых особей [1]. Кроме того, взрослые особи *H. illucens* не считаются вредителями, поскольку у них нет функциональных ротовых органов, они не кусаются и не являются переносчиками болезней [9]. BSF считается хорошим источником питательных веществ, таких как белки, липиды, минералы [16]. Некоторые исследователи предполагают, что BSF обогащены высоким содержанием белка личинки/куколки могут использоваться в качестве рациона для различных видов рыб, кур и свиней [8].

Рисунок 2 - Различные стадии развития *H. illucens*:

а - яйцо; б - личинки разного возраста; в - преппы; г - Куколка; д - самец; е - самка

DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.151.65.2>

Наконец, технологии производства кормов из насекомых при низких затратах – отличный потенциал для предоставления возможностей трудоустройства и улучшения условий жизни как фермерам, так и городским предпринимателям [9].

Статья Некрасова Р.В. и его коллег — первое в России сообщение о влиянии личинок *H. illucens* на рост молодняка свиней [3]. Целью работы была оценка биохимического состава и питательной ценности личинок *H. illucens* в зависимости от состава субстрата, на котором они выращивались, а также оценка эффективности этих личинок в качестве заменителя рыбной муки в корме для свиней (*Sus scrofa domestica* Erxleben). Авторы данного исследования пришли к выводу, что скармливание молодняку свиней личинок черной львинки в составе сбалансированных полнорационных комбикормов (7,0%, или 70 кг/т комбикорма) положительно влияют на физиологические процессы в организме животных, их продуктивность, затраты кормов. Личинки мухи *H. illucens* можно рассматривать в качестве рациональной альтернативы традиционным высокопротеиновым кормам (в том числе рыбной муке) в рационах растущего молодняка свиней в период доращивания [3].

Целью исследования Biasato, et al. [7] было изучить влияние различных уровней включения частично обезжиренной муки из личинок черной солдатской мухи (BSF, *Hermetia illucens* L.) на показатели роста, усвояемость питательных веществ, профиль крови, морфологию кишечника и гистологические особенности поросят. Результаты эксперимента показали, что в целом не было выявлено существенных различий в показателях роста ( $P > 0,05$ ), за исключением ADFI на втором этапе, который показал линейную зависимость от увеличения количества корма BSF ( $P < 0,05$ , максимальное значение для группы BSF10). Включение в рацион BSF-корма не оказало существенного влияния на состав крови, за исключением моноцитов и нейтрофилов, которые показали линейную и квадратичную реакцию соответственно на повышение уровня BSF-корма ( $P < 0,05$ , максимум для групп BSF10 и BSF5 соответственно). С другой стороны, включение в рацион BSF-корма не повлияло на усвояемость питательных веществ, морфологию кишечника и гистологические особенности ( $P > 0,05$ ). Полученные результаты показали, что частично обезжиренную муку из личинок BSF можно использовать в качестве кормового ингредиента в рационах отъемышей без негативного влияния на их рост, усвояемость питательных веществ, состав крови, морфологию кишечника или гистологические особенности [7].

Использование насекомых в качестве экологически чистого, богатого белком ингредиента в кормах для свиней и птицы технически осуществимо, что подтверждается исследованием Veldkamp T. And Bosch G. (2015). Было установлено, что мука из личинок черного солдата является подходящим ингредиентом в рационах для выращивания свиней, поскольку она особенно ценна благодаря содержанию аминокислот, липидов и кальция, которые следует учитывать при приготовлении сбалансированных кормов [17].

Бошаров А. и соавт. [2] провели в своем исследовании оценку продуктивного действия личинок мухи черной львинки (*Hermetia illucens* L.) при скармливании цыплятам-бройлерам кросса «Кобб 500» в составе полнорационных комбикормов. Полученные ими результаты показали, что при органолептической оценке мясных образцов, исследуемые характеристики контрольной и опытных групп достоверно не отличались, что подчеркивает отсутствие отрицательного воздействия личинки на качество мяса цыплят-бройлеров. Установлено, что наиболее эффективной дозой скармливания личинки является 3% от массы полнорационного комбикорма в течение всего периода выращивания. Использование личинок черной львинки в указанной дозировке, способствует снижению затрат кормов на 6,2% и не ухудшает качественных показателей вырабатываемой продукции, а также обеспечивает положительное действие на энергию роста цыплят кросса «Кобб 500» примерно 6,0% [2].

Ушаковой Н.А. и соавт. [5] была проведена оценка питательности биомассы личинок черной львинки и изучена возможность использования насекомого в рационах молодняка свиней и крупного рогатого скота. В опытах на поросят и телятах показано, что введение в рацион молодняка биомассы личинок *Hermetia illucens* способствовало более интенсивному росту и развитию животных. Так, абсолютный и среднесуточный приросты живой массы поросят у опытного поголовья при замене рыбной муки на муку из насекомого были выше на 6,7-14,4%, соответственно, по сравнению с аналогами из контрольной группы. У телят при использовании меланиновой белково-энергетической добавки из биомассы насекомого прибавка в приросте составила 4,2%, по сравнению с контролем [5].

Некрасова Р.В. и соавт. [4] в своем исследовании поставили цель изучить некоторые аспекты состава и бактерицидные свойства липидной фракции, полученной из биомассы личинок BSF в качестве добавки к рациону телят молочного периода выращивания. Установлено, что по своему физиологическому действию на организм изученные уровни липидной фракции личинок Чёрной львинки дополняют сбалансированное питание тёлочек в молочный период их выращивания, обеспечивая лучшую реализацию генетически обусловленного уровня приростов живой массы тела. Антимикробные свойства личинок BSF в значительной степени могут способствовать подавлению патогенных микроорганизмов. Считаем, что получение кормов и биологически активных добавок из различных видов насекомых создает основу для обеспечения кормопроизводства новым набором кормовых средств [4].

### Заключение

В заключение следует отметить, что использование насекомых в качестве устойчивого, богатого белком кормового ингредиента в рационах технически осуществимо и открывает новые перспективы в кормлении животных. До сих пор использованию насекомых в кормах для животных уделялось мало внимания. Выращивание насекомых не конкурирует с пищевыми ресурсами или землепользованием и максимизирует преимущества управления отходами за счет использования «питательных веществ из отходов» для роста насекомых. Кроме того, использование насекомых способствует естественной переработке питательных веществ. Поэтому можно предвидеть, что в ближайшие годы ожидается значительный рост производства, связанного с использованием муки из насекомых в качестве корма для животных или в других целях. Чтобы использовать насекомых в качестве кормового ингредиента в больших масштабах, важно еще больше увеличить масштабы производства насекомых при сохранении их количества и качества, но при этом следует еще больше снизить себестоимость выращивания насекомых, чтобы быть конкурентоспособными по сравнению с используемыми в настоящее время источниками белка.

Анализ результатов публикаций результаты, касающихся использования муки из насекомых в кормлении животных, указывает на то, что насекомые обладают большим потенциалом в кормлении животных. В качестве источника белка насекомые обладают достаточным количеством аминокислоты, в зависимости от вида насекомых. Наиболее распространенными лимитирующими аминокислотами являются гистидин, лизин и триптофан, которые могут быть включены в рацион.

Таким образом, для включения насекомых в качестве кормового ингредиента в пищевую цепочку рекомендуется провести дополнительные исследования их пищевой ценности, уровней включения в рационы и их функциональных свойств.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.151.65.3>

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

International Research Journal Reviewers Community  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2025.151.65.3>

### Список литературы / References

1. Артахов А.Б. Энтомоиндустрия Черной львинки / А.Б. Артахов // Вестник Российского экономического университета им. Г.В. Плеханова. — Т. 18. — № 4 (118). — 2021. — С. 61–70.
2. Башаров А.А. Результаты выращивания цыплят-бройлеров при скармливании личинок мухи черной львинки / А.А. Башаров, Э.М. Андриянова, И.Ф. Юмагузин // Генетика и разведение животных. — 2022. — № 2. — С. 5–12.

3. Некрасов Р.В. Пищевые свойства *Hermetia illucens* L. — нового корма для поросят (*Sus scrofa domestica* Erxleben) / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, Н.А. Ушакова [и др.] // *Сельскохозяйственная биология*. — 2019. — Т. 54. — № 2. — С. 316–325.
4. Некрасов Р.В. Влияние липидной фракции личинок черной мухи на продуктивность, резистентность и метаболические процессы у телят молочного периода откорма / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, Е.В. Туаева [и др.] // *Аграрная наука*. — 2023. — № 11. — С. 64–69.
5. Ушакова Н.А. Личинки черной львинки (*Hermetia illucens*) — новый компонент рациона сельскохозяйственных животных / Н.А. Ушакова, Р.В. Некрасов, А.И. Бастраков // *Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных: Материалы международной научно-практической конференции, посвящается 100-летию со дня рождения А. П. Калашникова, пос. Дубровицы, 13–16 июня 2018 года*. — пос. Дубровицы: Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л.К. Эрнста, 2018. — С. 311–312.
6. Шайхиев И.Г. Использование пищевых отходов для выращивания личинок мухи *Hermetia illucens* (краткий обзор зарубежной литературы) / И.Г. Шайхиев, С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова [и др.] // *Экономика строительства и природопользования*. — № 4 (77). — 2020. — С. 17–30.
7. Biasato I. Partially defatted black soldier fly larva meal inclusion in piglet diets: effects on the growth performance, nutrient digestibility, blood profile, gut morphology and histological features / I. Biasato, M. Renna, F. Gai [et al.] // *J Animal Sci Biotechnol*. — 2019. — № 10. — P. 12.
8. Cummins Jr V.C. Evaluation of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal as partial or total replacement of marine fish meal in practical diets for Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) / V.C. Cummins Jr, S.D. Rawles, K.R. Thompson [et al.] // *Aquaculture*. — 2017. — № 473. — P. 337–344.
9. Ferdousi L. Molecular identification and life cycle of Black Soldier fly (*Hermetia illucens*) in laboratory / L. Ferdousi, N. Sultana, Md.A. Al-Helal [et al.] // *Bangladesh Journal of Zoology*. — 2021. — № 48. — P. 429–440. — DOI: 10.3329/bjz.v48i2.52381.
10. OECD/FAO, 2022. OECD-FAO agricultural outlook 2022-2031. — Paris: OECD Publishing, 2022. — DOI: 10.1787/f1b0b29c-en.
11. Oonincx D.G. The impact of the production of mealworms as a source of protein for humans on the environment is a life cycle assessment / D.G. Oonincx, I.J. De Boer // *PloS one*. — 2012. — № 7 (12). — P. 5145.
12. Pendyurin E. Using the zoo compost of the Black Lioness as an organic fertilizer / E. Pendyurin, S. Rybina, L. Smolenskaya // *Agrarian Science*. — 2020. — P. 106–110.
13. Ruhnke I.N. Impact of on-range choice feeding with black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) on flock performance, egg quality, and range use of free-range laying hens / I.N. Ruhnke, C. Campbell, D. Iqbal [et al.] // *Animal Nutrition*. — 2018. — № 4 (4). — P. 452–460.
14. Sánchez-Muros M.J. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review / M.J. Sánchez-Muros, F.G. Barroso, F. Manzano-Agugliaro // *J Clean Prod*. — 2015. — № 65. — P. 16–27.
15. Seyedalmoosavi M.M. Growth efficiency, intestinal biology, and nutrient utilization and requirements of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae compared to monogastric livestock species: a review / M.M. Seyedalmoosavi, M. Mielenz, T. Veldkamp [et al.] // *J Animal Sci Biotechnol*. — 2022. — № 13. — P. 31.
16. Spranghers T. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates / T. Spranghers, M. Ottoboni, C. Klootwijk [et al.] // *J Sci Food Agric*. — 2017. — № 66. — P. 2594–2600.
17. Veldkamp T. Insects: a protein-rich feed ingredient in the diets of pigs and poultry / T. Veldkamp, G. Bosch // *Anim Front*. — 2015. — № 5. — P. 45–50.

### Список литературы на английском языке / References in English

1. Artahov A.B. Jentomoindustrija Chernoj l'vinki [Entomoindustry of the Black Soldier Fly] / A.B. Artahov // *Vestnik Rossijskogo jekonomicheskogo universiteta im. G.V. Plehanova* [Bulletin of the G.V. Plekhanov Russian University of Economics]. — Vol. 18. — № 4 (118). — 2021. — P. 61–70. [in Russian]
2. Basharov A.A. Rezul'taty vyrashhivanija cypljat-brojlerov pri skarmlivanii lichinok muhi chernoj l'vinki [Results of growing broiler chickens when fed larvae of the black soldier fly] / A.A. Basharov, Je.M. Andrijanova, I.F. Jumaguzin // *Genetika i razvedenie zhivotnyh* [Genetics and Breeding of Animals]. — 2022. — № 2. — P. 5–12. [in Russian]
3. Nekrasov R.V. Pishhevyje svojstva *Hermetia illucens* L. — novogo korma dlja porosjat (*Sus scrofa domestica* Erxleben) [Nutritional properties of *Hermetia illucens* L. – a new fodder for piglets (*Sus scrofa domestica* Erxleben)] / R.V. Nekrasov, M.G. Chabaev, N.A. Ushakova [et al.] // *Sel'skohozjajstvennaja biologija* [Agricultural Biology]. — 2019. — Vol. 54. — № 2. — P. 316–325. [in Russian]
4. Nekrasov R.V. Vlijanie lipidnoj frakcii lichinok chernoj muhi na produktivnost', rezistentnost' i metabolicheskie processy u teljat molochnogo perioda otkorma [Influence of lipid fraction of black soldier fly larvae on productivity, resistance and metabolic processes in calves of dairy fattening period] / R.V. Nekrasov, M.G. Chabaev, E.V. Tuaeva [et al.] // *Agrarnaja nauka* [Agrarian Science]. — 2023. — № 11. — P. 64–69. [in Russian]
5. Ushakova N.A. Lichinki chernoj l'vinki (*Hermetia illucens*) — novyj komponent raciona sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh [Larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) – a new component of the diet of farm animals] / N.A. Ushakova, R.V. Nekrasov, A.I. Bastrakov // *Fundamental'nye i prikladnye aspekty kormlenija sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhaetsja 100-letiju so dnja rozhdenija A. P. Kalashnikova, pos. Dubrovicy, 13–16 ijunya 2018 goda* [Fundamental and applied aspects of feeding farm animals: Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, dedicated to the 100th anniversary of the birth of A. P.

Kalashnikov, Dubrovitsy settlement, 13-16 June 2018]. — Dubrovitsy settlement: All-Russian Research Institute of Animal Husbandry named after Academician L.K. Ernst, 2018. — P. 311–312. [in Russian]

6. Shajhiev I.G. Ispol'zovanie pishhevyyh othodov dlja vyrashhivaniya lichinok muhi *Hermetia illucens* (kratkij obzor zarubezhnoj literatury) [Use of food waste for rearing the larvae of the fly *Hermetia illucens* (a brief review of foreign literature)] / I.G. Shajhiev, S.V. Sverguzova, Zh.A. Saponova [et al.] // *Jekonomika stroitel'stva i prirodopol'zovaniya* [Economics of Construction and Nature Management]. — № 4 (77). — 2020. — P. 17–30. [in Russian]

7. Biasato I. Partially defatted black soldier fly larva meal inclusion in piglet diets: effects on the growth performance, nutrient digestibility, blood profile, gut morphology and histological features / I. Biasato, M. Renna, F. Gai [et al.] // *J Animal Sci Biotechnol.* — 2019. — № 10. — P. 12.

8. Cummins Jr V.C. Evaluation of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae meal as partial or total replacement of marine fish meal in practical diets for Pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) / V.C. Cummins Jr, S.D. Rawles, K.R. Thompson [et al.] // *Aquaculture.* — 2017. — № 473. — P. 337–344.

9. Ferdousi L. Molecular identification and life cycle of Black Soldier fly (*Hermetia illucens*) in laboratory / L. Ferdousi, N. Sultana, Md.A. Al-Helal [et al.] // *Bangladesh Journal of Zoology.* — 2021. — № 48. — P. 429–440. — DOI: 10.3329/bjz.v48i2.52381.

10. OECD/FAO, 2022. OECD-FAO agricultural outlook 2022-2031. — Paris: OECD Publishing, 2022. — DOI: 10.1787/f1b0b29c-en.

11. Oonincx D.G. The impact of the production of mealworms as a source of protein for humans on the environment is a life cycle assessment / D.G. Oonincx, I.J. De Boer // *PloS one.* — 2012. — № 7 (12). — P. 5145.

12. Pendyurin E. Using the zoo compost of the Black Lioness as an organic fertilizer / E. Pendyurin, S. Rybina, L. Smolenskaya // *Agrarian Science.* — 2020. — P. 106–110.

13. Ruhnke I.N. Impact of on-range choice feeding with black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) on flock performance, egg quality, and range use of free-range laying hens / I.N. Ruhnke, C. Campbell, D. Iqbal [et al.] // *Animal Nutrition.* — 2018. — № 4 (4). — P. 452–460.

14. Sánchez-Muros M.J. Insect meal as renewable source of food for animal feeding: a review / M.J. Sánchez-Muros, F.G. Barroso, F. Manzano-Agugliaro // *J Clean Prod.* — 2015. — № 65. — P. 16–27.

15. Seyedalmoosavi M.M. Growth efficiency, intestinal biology, and nutrient utilization and requirements of black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae compared to monogastric livestock species: a review / M.M. Seyedalmoosavi, M. Mielenz, T. Veldkamp [et al.] // *J Animal Sci Biotechnol.* — 2022. — № 13. — P. 31.

16. Spranghers T. Nutritional composition of black soldier fly (*Hermetia illucens*) prepupae reared on different organic waste substrates / T. Spranghers, M. Ottoboni, C. Klootwijk [et al.] // *J Sci Food Agric.* — 2017. — № 66. — P. 2594–2600.

17. Veldkamp T. Insects: a protein-rich feed ingredient in the diets of pigs and poultry / T. Veldkamp, G. Bosch // *Anim Front.* — 2015. — № 5. — P. 45–50.