

**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.2024.150.67>

**МИРОВЫЕ ПРАКТИКИ И ИННОВАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ ЧЕРНОЙ ЛЬВИНКИ: ОТ ДОМАШНЕГО ФЕРМЕРСТВА ДО КРУПНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ**

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**

В связи с доказанной возможностью промышленного разведения личинок Черной львинки *Hermetia illucens L.* на различных органических субстратах представляет интерес изучение их питательных свойств и возможности эффективного использования в качестве нового кормового продукта для российского животноводства в рационах различных видов сельскохозяйственных животных. Но использование личинок мухи Черной львинки не ограничивается только производством кормов, они находят свое применение в медицине, фармакологии и в переработке пищевых и сельскохозяйственных отходов. Такое широкое применение Черной львинки обосновано биологическими особенностями этого вида, которые и становятся его преимуществами. Разводить насекомых очень просто и к тому же быстро: необходимо 20 дней для выращивания личинки. Для полного цикла воспроизводства потребуется полтора месяца.

**Ключевые слова:** Чёрная львинка, кормовой белок, животноводство, отходы, антимикробные пептиды.

**GLOBAL PRACTICES AND INNOVATIONS IN BLACK SOLDIER FLY FARMING: FROM HOME CULTIVATION TO LARGE-SCALE ENTERPRISES**

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**

Due to the proven possibility of industrial farming of Black Soldier Fly larvae *Hermetia illucens L.* on various organic substrates, it is of interest to study their nutritional properties and the possibility of their effective use as a new fodder product for the Russian livestock industry in the diets of various types of farm animals. But the use of Black Soldier Fly larvae is not limited only to the production of fodder, they find their application in medicine, pharmacology and in the processing of food and agricultural waste. Such a wide application of the Black Soldier Fly is substantiated by the biological features of this species, which become its advantages. Breeding the insects is very easy and fast: it takes 20 days to raise a larva. A month and a half is required for a complete reproduction cycle.

**Keywords:** Black Soldier Fly, feed protein, livestock, waste, antimicrobial peptides.

**Введение**

Крупная американская муха Черная львинка (лат. *Hermetia illucens*) или Черный солдатик (англ. *Black Soldier Fly*) из семейства львинок (ла. *Stratiomyidae*), насекомое, вызывающее огромный научный и практический интерес. Как показали многочисленные исследования, эти мухи абсолютно безопасны и безвредны для человека вследствие того, что взрослые особи не имеют развитого ротового аппарата и, следовательно, не кусаются, не разносят болезни. Данный вид обладает способностью питаться почти всеми видами пищевых и сельскохозяйственных отходов. Особое внимание приковано к личинкам этих мух, которые содержат около 40% белка и 35% жира, а также отличаются богатым химическим составом жирных кислот и аминокислот. Поэтому личинки мухи Black Soldier Fly могут быть рассмотрены как идеальный корм для домашних сельскохозяйственных животных и птиц, так и для рыбных ферм.

**1.1. Материалы и методы исследования**

База данных PubMed, Scopus, ELibrary, КиберЛенинка и Google Scholar. Экспериментальные и клинические исследования, мета-анализы и структурированные обзоры были отобраны с целью изучения потенциала и перспектив использования личинок Черной львинки в борьбе с отходами, в кормление животных, в медицине и фармакологии.

**Результаты и обсуждения**

Актуальной проблемой кормопроизводства является обеспечение отрасли качественным животным белком. В последние годы в мировой практике осваивается применение в кормах для животных личинок насекомых [2]. Лидером среди них являются личинки мухи Черная львинка (*Hermetia illucens*). Оценка питательности биомассы личинок черной львинки была проведена в исследовании Ушаковой Н.А. и соавт. Ими была изучена возможность использования насекомого в рационах молодняка свиней и крупного рогатого скота. По результатам исследования

было установлено, что состав биомассы личинок зависит от кормового субстрата, на котором были выращены личинки, и содержит 36–45% протеина, 20–45% жира, 6–8% хитина, 3–14% сахаров, 3–7% золы, до 4,7 г/кг Ca, 3,9 г/кг P, 0,43 г/кг Mn, широкий спектр аминокислот, в составе жирных кислот доминирует лауриновая кислота, доля ненасыщенных жирных кислот составляет около 17%. Личинки богаты биологически активными компонентами, в том числе содержат меланиновый пигмент (5,7 мг меланина на 1 г сухой массы личинок) [2].

Целью исследования Bongiorno, et al. была оценка влияния живых личинок черной мухи-солдатики (BSFL) (*Hermetia illucens*) на рост, убойные качества и показатели крови цыплят среднего возраста. В общей сложности 240 28-дневных цыплят с голой шейкой Label Rouge были разделены на четыре экспериментальные группы в соответствии с полом (самцы-самки) и отсутствием (контрольная группа, C) или присутствием (группа личинок, L) пищевой добавки, содержащей 10% живых клеток. Еженедельно птиц взвешивали и регистрировали потребление корма для расчета средней живой массы, коэффициента конверсии корма и среднесуточного прироста. В возрасте 82 дней отбирали и забивали по 2 птицы на поголовье (12 птиц на рацион). Отбирали образцы крови и оценивали характеристики туши (вес тушки, грудки, бедра, внутренних органов и выход продукции). В результате авторы исследования пришли к выводу, что добавка живых BSFL может быть успешно использована для улучшения состояния окружающей среды, не влияя на рост самцов птицы [4]. Кроме того, использование живых BSFL может повысить активность иммунных органов [8].

Nguyen, et al. (2015) исследовали влияние рациона питания на развитие личинок черной мухи-солдатики [12]. Авторы предсказали, что личинки черной мухи-солдатики смогут сократить потребление всех шести видов протестированных рационов с органическими отходами:

- 1) стандартного корма для домашней птицы;
- 2) свиной печени;
- 3) свиного навоза;
- 4) кухонных пищевых отходов;
- 5) фруктов и овощей;
- 6) разделки рыбы.

Результат исследования показал, что муха-солдатик способна потреблять и сокращать количество органических отходов и может использоваться в качестве ценного корма для животных. Необходимо продолжить изучение возможности использования чёрных мух-солдатики в качестве агента для утилизации отходов в крупномасштабной системе [12].

Перспективы использования личинок Черной львинки в кормовых системах подтверждается исследованием Nguyen et al. (2023) [9]. Их работа показывает, что личинки служат не только источником белка в корме, но и компонентом системы безотходного сельского хозяйства. Процесс био конверсии личинок потенциально сокращает количество органических отходов почти на 50–70% практически во всех видах органических отходов, включая овощи, фрукты, мясо и рыбу. Использование личинок BSF для переработки органических отходов — это инновационная и устойчивая стратегия сокращения нагрузки на свалки [10], [13], [16]. Личинки BSF проходят жизненный цикл, в течение которого они в основном функционируют как редуценты, способные преобразовывать значительное количество органических отходов в богатую белком биомассу [9].

На основании проведенных исследований Fauzi et al. (2022) продемонстрировали преимущество личинок в том, что они обладают противомикробными и противогрибковыми свойствами, тем самым повышая сопротивляемость организма животных, которых они кормят. Личинки BSF могут стать заменой рыбной муке, которая обычно используется в качестве сырья для рыбных кормов, поскольку цена на рыбную муку растёт [7].

Целью исследования Rasdi et al. (2022) являлось изучение роста BSFL с использованием трех различных пищевых субстратов: белкового, углеводного и фруктового (представляет собой смесь на основе белков и углеводов). Контроль за содержанием BSFL в различных типах пищевых отходов должен способствовать максимальному сокращению отходов и био конверсии этих материалов в биомассу насекомых (т. е. в белки и жиры).

Поэтому второй целью данного исследования являлось определение относительной скорости роста, скорости био конверсии и индекс сокращения отходов. Результаты данного эксперимента показали, что BSFL может стать полезным инструментом для сокращения количества пищевых отходов [15].

Отходы черного риса (OR), гнилого банана (RB) и курицы без костей (LBC) были успешно переработаны в течение 15 дней после испытаний. Исследование показало, что все субстраты могут быть подходящими кормами для BSFL. В ходе исследования было установлено, что показатели развития личинок с точки зрения веса и длины варьировались в зависимости от типа субстратов, лучшими были RB и OR. Кроме того, по сравнению с LBC, субстраты RB и OR продемонстрировали значительно большую скорость роста и высокую производительность для переработки биомассы. OR и RB также показали самую высокую эффективность разложения. В зависимости от доступности в регионе и потребностей в питательных веществах, OR, RB и LBC могут быть использованы для мелкомасштабного и крупномасштабного производства BSFL [15].

В частности, Vonso N.K. исследовано выращивание личинок *Hermetia illucens* на смеси фекалий (5%) и пищевых отходах (95%). Последние представлены, в основном, картофелем и макаронными изделиями, мясом и рыбой. Также присутствовали остатки овощей, фруктов, бутербродов и хлеба, бобы. Исследовались два режима кормления личинок – 40 мг или 60 мг сухого корма/личинка/день [5]. Выявлено, что выживаемость личинок насекомого была значительно выше (100%) при использовании второго режима по сравнению с режимом при меньшем количестве подаваемого субстрата (70%) [5].

Личинки BSF разлагают отходы и в итоге превращаются в мух. Мухи размножаются и откладывают яйца в клетках. При выращивании BSF получается чистый, без запаха компост, который называется компостом из личинок или касготом (местное название). Компост из личинок образуется в результате разложения органических веществ

микроорганизмами, такими как бактерии, грибы и дрожжи. Он содержит и уравнивает необходимые элементы (макро- и микроэлементы) для роста растений. Преимущество компоста из личинок в том, что он содержит много азота, а также пористую и влажную среду [10].

Таким образом, подтверждается гипотеза о том, что личинки Черной львинки являются одним из самых перспективных видов организмов, способных конвертировать органические отходы в собственную биомассу. Теоретически личинки BSF могут обрабатывать широкий спектр органических материалов благодаря своим мощным ротовым органам, уникальному составу кишечной микробиоты, в том числе бактериальным видам, которых нет в микробиоте других насекомых, а также высокой активности их пищеварительных ферментов, такие как амилаза, липаза и протеаза в их слюнных железах и кишечнике [1].

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, что подтверждается исследованием Шевченко Н.И. и соав. В своей работе они показали, что липидный состав, как и аминокислотный может быть изменен различными рационами личинок. Жир личинок содержит олеиновую, пальмитиновую, лауриновую, миристиновую, стеариновую и пальмитолевую кислоты, которые являются насыщенными и ненасыщенными жирными кислотами, и оказывают подавляющее воздействие против бактерий [3].

Личинки *Hermetia illucens*, или чёрной мясной мухи (BSFL), известны высоким содержанием липидов с уникальным составом жирных кислот. Масло BSFL (SFO) обладает дополнительными преимуществами: оно оказывает незначительное воздействие на окружающую среду и является экологичным продуктом [14]. Интересные исследования были проведены Phongpradist R., et al., были изучены характеристики и косметические свойства SFO и проведено сравнение с маслом рисовых отрубей, оливковым маслом и маслом криля, которые обычно используются в косметике и добавках. Экспериментально было установлено, что SFO можно рассматривать как альтернативный масляный ингредиент в косметических продуктах с потенциальными свойствами по борьбе со старением кожи, отбеливанию и защите от UVB, что делает его потенциальным маслом-кандидатом в косметической промышленности [14].

Также, недавние исследования показали, что состав жирных кислот в маслах из BSFL разнообразен. В некоторых исследованиях сообщалось, что основными жирными кислотами в личинках *H. illucens* являются лауриновая кислота, за которой следуют пальмитиновая, олеиновая, миристиновая и линолевая кислоты [2], [6]. Кроме того, другое исследование показало, что в масле, полученном из BSFL, содержится 28,8% лауриновой кислоты, 11,1% линолевой кислоты и 0,4% линоленовой кислоты, которые были извлечены и очищены из личинок [11].

### Заключение

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. Которые впоследствии могут использоваться в различных сферах нашей жизни: в сельском хозяйстве, животноводстве, ветеринарии, медицине и пищевой промышленности.

Использование личинок мухи Черной львинки имеет большой потенциал в переработке органических отходов, будь то рыночные отходы, муниципальные органические отходы или обезвоженный фекальный осадок, в ценный корм для животных: в виде их последней личиночной стадии, так называемой препупы. Процесс биоконверсии личинок потенциально сокращает количество органических отходов почти на 50–70% практически во всех видах органических отходов, включая овощи, фрукты, мясо и рыбу.

### Конфликт интересов

Не указан.

### Рецензия

Сообщество рецензентов Международного научно-исследовательского журнала  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.67.1>

### Conflict of Interest

None declared.

### Review

International Research Journal Reviewers Community  
DOI: <https://doi.org/10.60797/IRJ.2024.150.67.1>

### Список литературы / References

1. Чой Ен Джун. Глобальные перспективы использования личинок мухи Черная львинка (blacksoldierfly) в животноводческом корме, питании, фармакологии и косметологии (обзор литературы) / Чой Ен Джун, В.В. Ли, С. Деркембаеваж [и др.] // Уральский медицинский журнал. — 2020. — № 10 (193). — С. 193–204.
2. 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.

3. Шевченко Н.И. Альтернатива антибиотиков — антимикробные пептиды черной львинки (*Hermetia illucens*) (обзор) / Н.И. Шевченко, Ю.А. Гусева, А.А. Васильев [и др.] // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. — 2024. — № 1 (73). — С. 201–210.
4. Bongiorno V. Black soldier fly larvae used for environmental enrichment purposes: Can they affect the growth, slaughter performance, and blood chemistry of medium-growing chickens? / V. Bongiorno, M. Gariglio, V. Zambotto [et al.] // *Front. Vet. Sci.* — 2022. — № 9. — P. 1064017.
5. Bonso N.K. Bioconversion of organic fraction of solid waste using the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) / N.K. Bonso. — Ghana, 2013. — 84 p.
6. Caligiani A. Influence of the killing method of the black soldier fly on its lipid composition / A. Caligiani, A. Marseglia, A. Sorci [et al.] // *Food Res Int.* — 2019. — № 116. — P. 276–282.
7. Fauzi M. Pengaruh Pupuk Kasgot (Bekas Maggot) Magotsuka terhadap Tinggi, Jumlah Daun, Luas Permukaan Daun dan Bobot Basah Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) / M. Fauzi, L. Hastiani, Q. Suhada [et al.] // *Agritrop.* — 2022. — № 20 (1). — P. 20–30.
8. Forte C. Black soldier fly larvae used for environmental enrichment purposes: Can they affect the growth, slaughter performance, and blood chemistry of medium-growing chickens? / C. Forte, C. Coudron, S. Bergagna [et al.] // *Front. Vet. Sci.* — 2022. — № 9. — P. 1064017.
9. Haryanto L.I. Utilization of black soldier fly's larvae for integrated waste management at farmer household / L.I. Haryanto, R. Isbintara, D.A. Juniarsih [et al.] // *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences.* — Vol. 137. — № 5. — 2023. — P. 56–65.
10. Lopes I.G. Frass derived from black soldier fly larvae treatment of biodegradable wastes. A critical review and future perspectives / I.G. Lopes, J.W. Yong, C. Lalander // *Waste Management.* — 2022. — № 142 (2022). — P. 65–76.
11. Mai H.C. Purification process, physicochemical properties, and fatty acid composition of black soldier fly (*Hermetia illucens* Linnaeus) larvae oil / H.C. Mai, N.D. Dao, T.D. Lam [et al.] // *J. Am. Oil Chemists' Soc.* — 2019. — № 96. — P. 1303–1311.
12. Nguyen T.T. Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae to Recycle Food Waste / T.T. Nguyen, J.K. Tomberlin, S. Vanlaerhoven // *Environ Entomol.* — 2015. — № 44 (2). — P. 406–410.
13. Pahmeyer M.J. An automated, modular system for organic waste utilization using *Hermetia illucens* larvae: Design, sustainability, and economics / M.J. Pahmeyer, S.A. Siddiqui, D. Pleissner [et al.] // *Journal of Cleaner Production.* — 2022. — № 379. — P. 1–8
14. Phongpradist R. The in vitro effects of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) oil as a high-functional active ingredient for inhibiting hyaluronidase, anti-oxidation benefits, whitening, and UVB protection / R. Phongpradist, W. Semmarath, K. Kiattisin [et al.] // *Front Pharmacol.* — 2023. — № 14. — P. 124.
15. Rasdi F.I. Growth and Development of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* (L.), Diptera: Stratiomyidae) Larvae Grown on Carbohydrate, Protein, and Fruit-Based Waste Substrates / F.I. Rasdi, A.R. Hua, P. Shaifuddin // *Malaysian Applied Biology.* — 2022. — № 51. — P. 57–64.
16. Salam M. Effect of different environmental conditions on the growth and development of Black Soldier Fly Larvae and its utilization in solid waste management and pollution mitigation / M. Salam, A. Shahzadi, H. Zheng [et al.] // *Environmental Technology and Innovation.* — 2022. — № 28. — P. 1–16.

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

1. Choj En Dzhun. Global'nye perspektivy ispol'zovaniya lichinok muhi Chernaja l'vinka (blacksoldierfly) v zhivotnovodcheskom korme, pitanii, farmakologii i kosmetologii (obzor literatury) [Global prospects for the use of larvae of black soldier fly in animal feed, nutrition, pharmacology and cosmetology (literature review)] / Choj En Dzhun, V.V. Li, S. Derkembavazh [et al.] // *Ural'skij medicinskij zhurnal [Ural Medical Journal].* — 2020. — № 10 (193). — P. 193–204. [in Russian]
2. Ushakova N.A. Lichinki chernoj l'vinki (*Hermetia illucens*) — novyj komponent racional'nogo sel'skohozjajstvennykh zhivotnykh [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'skohozjajstvennykh zhivotnykh: Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, posvjashhaetsja 100-letiju so dnja rozhdenija A.P. Kalashnikova, pos. Dubrovicy, 13–16 ijunja 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]
3. Shevchenko N.I. Al'ternativa antibiotikov — antimikrobnye peptidy chernoj l'vinki (*Hermetia illucens*) (obzor) [Alternative to antibiotics – antimicrobial peptides of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) (review)] / N.I. Shevchenko, Ju.A. Guseva, A.A. Vasil'ev [et al.] // *Izvestija Nizhnevolszhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie [Proceedings of the Nizhnevolszhskiy Agro-university complex: Science and Higher Professional Education].* — 2024. — № 1 (73). — P. 201–210. [in Russian]
4. Bongiorno V. Black soldier fly larvae used for environmental enrichment purposes: Can they affect the growth, slaughter performance, and blood chemistry of medium-growing chickens? / V. Bongiorno, M. Gariglio, V. Zambotto [et al.] // *Front. Vet. Sci.* — 2022. — № 9. — P. 1064017.
5. Bonso N.K. Bioconversion of organic fraction of solid waste using the larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) / N.K. Bonso. — Ghana, 2013. — 84 p.
6. Caligiani A. Influence of the killing method of the black soldier fly on its lipid composition / A. Caligiani, A. Marseglia, A. Sorci [et al.] // *Food Res Int.* — 2019. — № 116. — P. 276–282.

7. Fauzi M. Pengaruh Pupuk Kasgot (Bekas Maggot) Magotsuka terhadap Tinggi, Jumlah Daun, Luas Permukaan Daun dan Bobot Basah Tanaman Sawi Hijau (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*) [Effect of Magotsuka Cassava (Former Maggot) Fertilizer on Height, Number of Leaves, Leaf Surface Area and Wet Weight of Green Mustard Plants (*Brassica rapa* var. *Parachinensis*)] / M. Fauzi, L. Hastiani, Q. Suhada [et al.] // *Agritrop*. — 2022. — № 20 (1). — P. 20–30. [in Indonesian]
8. Forte C. Black soldier fly larvae used for environmental enrichment purposes: Can they affect the growth, slaughter performance, and blood chemistry of medium-growing chickens? / C. Forte, C. Coudron, S. Bergagna [et al.] // *Front. Vet. Sci.* — 2022. — № 9. — P. 1064017.
9. Haryanto L.I. Utilization of black soldier fly's larvae for integrated waste management at farmer household / L.I. Haryanto, R. Isbintara, D.A. Juniarsih [et al.] // *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*. — Vol. 137. — № 5. — 2023. — P. 56–65.
10. Lopes I.G. Frass derived from black soldier fly larvae treatment of biodegradable wastes. A critical review and future perspectives / I.G. Lopes, J.W. Yong, C. Lalander // *Waste Management*. — 2022. — № 142 (2022). — P. 65–76.
11. Mai H.C. Purification process, physicochemical properties, and fatty acid composition of black soldier fly (*Hermetia illucens* Linnaeus) larvae oil / H.C. Mai, N.D. Dao, T.D. Lam [et al.] // *J. Am. Oil Chemists' Soc.* — 2019. — № 96. — P. 1303–1311.
12. Nguyen T.T. Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae to Recycle Food Waste / T.T. Nguyen, J.K. Tomberlin, S. Vanlaerhoven // *Environ Entomol.* — 2015. — № 44 (2). — P. 406–410.
13. Pahmeyer M.J. An automated, modular system for organic waste utilization using *Hermetia illucens* larvae: Design, sustainability, and economics / M.J. Pahmeyer, S.A. Siddiqui, D. Pleissner [et al.] // *Journal of Cleaner Production*. — 2022. — № 379. — P. 1–8
14. Phongpradist R. The in vitro effects of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*) oil as a high-functional active ingredient for inhibiting hyaluronidase, anti-oxidation benefits, whitening, and UVB protection / R. Phongpradist, W. Semmarath, K. Kiattisin [et al.] // *Front Pharmacol.* — 2023. — № 14. — P. 124.
15. Rasdi F.I. Growth and Development of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* (L.), Diptera: Stratiomyidae) Larvae Grown on Carbohydrate, Protein, and Fruit-Based Waste Substrates / F.I. Rasdi, A.R. Hua, P. Shaifuddin // *Malaysian Applied Biology*. — 2022. — № 51. — P. 57–64.
16. Salam M. Effect of different environmental conditions on the growth and development of Black Soldier Fly Larvae and its utilization in solid waste management and pollution mitigation / M. Salam, A. Shahzadi, H. Zheng [et al.] // *Environmental Technology and Innovation*. — 2022. — № 28. — P. 1–16.