



БОЛЬШАЯ ВОСКОВАЯ МОЛЬ И ЕЕ ПРОДУКТЫ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В АКВАКУЛЬТУРЕ И СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Макавчик Светлана Анатольевна, д-р.ветеринар.наук, доц., orcid.org/0000-0001-5435-8321
Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины, Россия

РЕФЕРАТ

Данная обзорная статья посвящена биологической характеристике большой восковой моли (*Galleria mellonella*), а также ее полезным аспектам применения в аквакультуре и сельском хозяйстве.

Проведен анализ применения восковой моли и ее продуктов жизнедеятельности в качестве кормовой продукции для животных, рыб и птиц. В Европейском Союзе (ЕС) разрешено использование разных видов насекомых в качестве кормовых ингредиентов для рыб, домашних животных, птиц и свиней. Личинка восковой моли из-за высокого содержания белка и полезных микроэлементов могут быть использованы в пищевой промышленности как источник альтернативного белка. Биомассы насекомых содержит большое количество аминокислот и жирных кислот.

Большая восковая моль *Galleria mellonella* (Lepidoptera, Pyralidae) используется в качестве биомодели для лабораторных исследований, поскольку способны выживать при температуре 37 °C и их иммунная система сходна с иммунной системой млекопитающих.

Исследованы физиологические и биохимические процессы личинок *Galleria mellonella* для дальнейшего определения ферментного состава насекомого с перспективой использования проведенных исследований при утилизации отходов полимерных материалов в перерабатывающей промышленности пластиковых отходов.

Научные исследования личинок восковой моли и их продуктов жизнедеятельности выявили наличие ферментов, антибактериальных пептидов, что имеет значение в лечебном направлении. Установлена антимикробная активность в отношении грамположительных и грамотрицательных микроорганизмов, а также усиливают действие некоторых антибиотиков.

Таким образом, личинки восковой моли и их продукты жизнедеятельности обладают полезными свойствами, имеют широкий потенциал применения в различных отраслях и открывают новые возможности для дальнейшего изучения и разработки технологий на основе этого удивительного насекомого.

Ключевые слова: большая восковая моль, *Galleria mellonella*, антимикробные свойства, аквакультура, сельское хозяйство

ВВЕДЕНИЕ

Большая восковая моль (*Galleria mellonella*) – вид насекомых, который широко известен своими уникальными свойствами. Несмотря на то, что восковая моль может наносить ущерб пчеловодству, но и способна оказывать положительное воздействие в аквакультуре и сельском хозяйстве.

В данной обзорной статье рассмотрим полезные аспекты применения восковой моли и ее продуктов жизнедеятельности.

Цель работы: провести анализ литературных данных по применению в аквакультуре и сельском хозяйстве восковая моль и ее продуктов жизнедеятельности.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Личинки большой восковой молью широко используются в качестве кормовой продукции для животных, а также как хозяева для выращивания энтомофагов. Они также используются в качестве сырья для производства лечебных препаратов, а также как биомодель при проведении лабораторных исследований. Биологический метод утилизации полиэтиленовых пакетов с помощью личинок восковой моли является экологически безопасным и эффективным, так как не выделяются канцерогенные вещества [3].

Биологическая характеристика личинок боль-

шой восковой моли

Большая восковая моль, также известная как *Galleria mellonella*, является видом молевидной бабочки из семейства настоящих огнёвок (Pyralidae), который адаптирован к жизни в пчелиных ульях и является вредителем для пчеловодов [2,3].

Большая восковая моль поражает слабые семьи пчел или восковое сырье, откладывая свои яйца, а затем из яиц появляются личинки моли, которые способны повреждать пчелиные соты, обвивая их паутиной и питаясь пыльцой, пергой и мёдом [4,5].

При температуре 80°C и ниже развитие личинки приостанавливается, она перестает двигаться и впадает в анабиоз. Как только температура поднимается выше, то личинка возвращается к жизни, окукливается и превращается в бабочку. Один из этапов развития восковой моли – куколка. По массе куколки можно судить о скорости развития личинок и запасах питательных веществ, с которыми личинки переходят в стадию куколки [5].

Из куколки появляется имаго, а цвет и размер зависит от качества сот, которыми питалась моль на стадии личинки [2,3].

Личинки большой восковой моли как биомодель для лабораторных исследований

Большая восковая моль *Galleria mellonella* (Lepidoptera, Pyralidae), или сотовая моль используется в качестве биомодели для изучения пато-

генности и вирулентности микроорганизмов, поскольку способны выживать при температуре 37 °C. Насекомые просты в содержании, имеют низкую стоимость и обладают врожденным иммунитетом, сходным с иммунитетом млекопитающих [2,3, 5].

Личинки насекомого обладают иммунной системой, которая во многом сходна с иммунной системой млекопитающих, что позволяет проводить на них соответствующие эксперименты [5, 14].

Личинки восковой моли и биологический метод утилизации полиэтиленовых отходов

В настоящее время существует несколько методов уничтожения полимерных отходов: сжигание, захоронение, термическое разложение, рециклинг и биodeградация. Перспективным направлением является использование вторичных пластмасс в качестве новой ресурсной базы – одно из наиболее динамично развивающихся направлений переработки полимерных материалов в мире [5,6, 11, 17].

Микробиологическая биodeградация является одним из перспективных направлений, вызываемых микроорганизмами различных систематических групп.

Установлено, что действие микроорганизмов на полимерные образцы вызывает их биodeградацию в разной степени. Группа ученых в 2016, 2017 г опубликовали результаты своих работ по биопереработке синтетических полимеров личинками большой восковой моли за счет их микроорганизмов кишечного тракта и их ферментов. Сходства между синтетическими полимерами и пчелиным воском является наличие углеводородных цепочек, поэтому личинки восковой моли способны к биodeградации [5,6, 11, 17].

Таким образом, поиск биодеструкторов для утилизации бытовых синтетических полимерных отходов является актуальным направлением.

Личинки большой восковой моли и ее продукты жизнедеятельности как перспективная биологическая добавка

Многие насекомые и личинки восковой моли являются источником белков и производство муки из насекомых быстро развивается в Китае, Европе, Северной Америке, Австралии и странах Юго-Восточной Азии. На данный момент мука из насекомых используется в качестве альтернативы рыбной муки, но остаются некоторые сложности, включая затраты и расширение производства насекомых. Однако, очевидно, что в будущем крупномасштабное выращивание и переработка насекомых для производства муки в качестве ингредиента кормов для рыб и животных окажут положительное влияние на прибыльность в аквакультуре и сельском хозяйстве.

Большая восковая моль, или сотовая моль используется в качестве корма для домашних, экзотических животных [17].

Насекомые представляют собой альтернативу более дорогим компонентам в рационе кормления сельскохозяйственных животных и птиц.

Авторы Некрасов Р.В. и др., 2024 г провели эксперимент для изучения влияния высушенных личинок *Zophobas morio* L.) и личинок восковой моли (*Galleria mellonella* L.) на показатели роста, перевариваемость питательных веществ и состав крови у растущих поросят в возрасте 39 дней и

массой тела 14,39±0,19 кг. были разделены на три группы (n=9 в каждой группе) в зависимости от пола и массы тела. Авторы заменили часть рыбной муки и зерна на 2,5% сухеных личинок жуков-чернотелок (*Zophobas morio* L.) или на 3,0% сухеных личинок восковой моли (*Galleria mellonella* L.). Замена рыбной муки биомассой насекомых в рационе кормления свиней не привела к изменению темпов роста в разных группах и не влияла на усвояемость сухого вещества, сырого протеина и сырой клетчатки ($p > 0,05$). В то же время усвояемость жира увеличилась в опытных группах с сухими личинками ($p < 0,05$). Показатели крови во всех группах были в пределах физиологической нормы. У поросят опытных групп по сравнению с контрольной группой наблюдалось повышение бактерицидной, лизоцимной активности сыворотки крови и фагоцитарной активности нейтрофилов. Таким образом, добавление в рацион сухих личинок не оказало отрицательного влияния на показатели роста подопытных поросят при одновременном улучшении их показателей неспецифического иммунитета [8].

Актуальным вопросом является поиск подходов к повышению качества кормов и кормовых добавок для домашней птицы. Целью работы авторов Савчук С.В., Саковцева Т.В., Сергеевкова Н.А. было изучение влияния продуктов жизнедеятельности личинок восковой моли на гематологические показатели японских перепелов. Были исследованы следующие показатели крови: лейкоциты, эритроциты, гемоглобин, гематокрит, средний объем эритроцитов, средний уровень гемоглобина. Исследования проводились в Московской сельскохозяйственной академии имени К.А. Тимирязева в 2015-2016 гг., Контрольная группа получала комбикорм ПК 5 с 6-й недели и с 6-й недели ПК-1. 1-я и 2-я опытные группы получали кормовую добавку добавку в концентрации 1 и 2 %. Продукты жизнедеятельности личинок восковой моли представляют собой темные гранулы диаметром 3-4 мм с характерным запахом. установлено положительное влияние на содержание гемоглобина, который в тестируемой группе был на 25,4 % выше, чем в контрольной [9].

Информация из зарубежных литературных источников о выращивании радужной форели и других видов рыб, обобщается о включении в кормовые рационы высушенной и/или обезжиренной биомассы насекомых. Следующие виды насекомых рекомендуются для добавления в рацион радужной форели и других видов рыб: личинки и/или куколки двукрылой мухи (*Hermetia illucens*), комнатной мухи (*Musca domestica*), личинки мучного червя (*Tenebrio molitor*), саранча и кузнечики (Acrididae), сверчки (Gryllidae) и кузнечикообразные (Tettigoniidae), куколки тутового шелкопряда (*Bombyx mori*). Представлена информация о содержании белков и жирных кислот в свежих и сухеных личинках насекомых.

Следует отметить, что мука из биомассы насекомых содержит большое количество аминокислот и жирных кислот. Представлена информация о влиянии включения муки из личинок насекомых в корм для рыб на увеличение массы молоди и взрослых особей радужной форели, усвояемость сухого вещества корма, органолептические

ские показатели рыбного филе, аминокислотный и жирнокислотный состав и другие показатели.

Установлено, что включение муки из биомассы насекомых в определенных пропорциях положительно влияет на рост и жизнедеятельность рыб, что наиболее перспективно для использования в качестве ингредиента в рационе для выращивания радужной форели в аквакультуре [9,10].

Существует производство сверчков, мучных и восковых червей (*Galleria mellonella* L.) (Hawkey et al., 2021; Nikoletta, 2019; van Huis, 2020), развивающийся сектор пищевых продуктов и кормов на основе насекомых основан на многих промышленных технологиях. В настоящее время активно разрабатываются и внедряются новые тактические приемы, направленные на индустриализацию продукции из насекомых (Hawkey et al., 2021; Nikoletta, 2019; van Huis, 2020). Для крупномасштабного производства необходимы такие важные факторы, как изучение биологии насекомых, соответствующие условия выращивания и составы кормов (Hawkey et al., 2021) [12, 14, 15].

Таким образом, использования кормов из насекомых в аквакультуре в ЕС, Китае и других странах, безусловно, приводит к росту спроса и предложения на корма из насекомых.

Личинки большой восковой моли и ее продукты жизнедеятельности как перспективное лечебное средство в ветеринарной медицине

Большое значение в лечебном плане придают комплексу протеиназ личинок восковой моли. Авторами Кароматов И.Д., Кароматов С.И., 2016 г в статье приведен обзор медицинской литературы по медицинскому применению восковой моли. Фермент церраза, с помощью которого личинка восковой моли периваривает воск, способен растворять жировоскоподобную оболочку возбудителя туберкулеза. Экстракт получают из гусениц длиной не более 1,5 мм – гусеницы, готовящиеся к окукливанию, этот фермент уже выделяют[1].

Белок аполипофорин III, другие протеиды, выделенные из эндолимфы восковой моли оказывают бактериостатическое и противомикробное действие[1, 17].

Личинки восковой моли могут служить сырьем для добытия хитина и хитозана [1, 17].

Исследования показали наличие адаптогенных, кардиопротективных, кардиотропных свойств экстрактов личинок восковой моли [1, 17].

Лизоцим, выделенный из эндолимфы восковой моли, обладает антимикробными свойствами. Личинки восковой моли обладают противостафилококковой активностью [1, 17].

Изучены синергические свойства антибиотиков и продуктов жизнедеятельности *Galleria mellonella* диско-диффузионным методом. В данном исследовании авторами отмечена высокая степень синергии по площади ингибирования с 15% растворами легкой и тяжелой фракции продукта жизнедеятельности. Доказано, что продукты жизнедеятельности ослабляют антибиотикорезистентность *E.coli* и усиливают действие некоторых антибиотиков [4].

Методами жидкостной хроматографии и масс-спектрометрии изучено влияние 1,1-диметилгидразина и его гидразона с ацетоном на пептидный состав гемолимфы личинок *Galleria mellonella*. Обнаружено появление в гемолимфе индуцированных низкомолекуляр-

ных пептидных продуктов, проявляющих бактерицидную активность по отношению к грамотрицательным бактериям *Escherichia coli* [7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Необходимы дополнительные исследования влияния кормов из насекомых на здоровье рыб, птиц, животных и качество пищевых продуктов.

Таким образом, личинки восковой моли и их продукты жизнедеятельности, несмотря на их негативное влияние на пчеловодство, обладают полезными свойствами, имеют широкий потенциал применения в различных отраслях и открывают новые возможности для дальнейшего изучения и разработки технологий на основе этого удивительного насекомого.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кароматов,И.Д., Восковая моль перспективное лечебное средство/ Кароматов И.Д., Кароматов С.И. // Биология и интегративная медицина.- 2016. -№3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voskovaya-mol-perspektivnoe-lechebnoe-sredstvo> (дата обращения: 05.04.2024 г.).
2. Коновалова Т. В. Лабораторное содержание и разведение большой восковой огневки *Galleria mellonella* // Российский ветеринарный журнал. - 2009. - №4. – С. 46-48.
3. Ключко Р.Т., Луганский С.Н., Блинов А.В. Борьба с большой восковой молью на пасеках // Пчеловодство. - 2019. - №3. - С. 34-36.
4. Осокина, А. С. Определение микробной чувствительности к экстрактам из личинок большой восковой моли (*Galleria mellonella* L.) и их продуктов жизнедеятельности/ Осокина А. С., Масленников И. В. // Вестник КрасГАУ. 2021. - №7 – С.172 (дата обращения: 05.04.2024 г.).
5. Осокина, А. С. Биологические основы разведения большой восковой моли (*Galleria mellonella* L.) как источника биологически активных веществ: монография / А. С. Осокина, Л. М. Колбина, А. В. Гущин. – Ижевск: Издательство Анны Зелениной, 2019. – 166 с. ISBN 978-5-6042106-5-9
6. Осокина А. С. Перспектива биодеструкции отходов из полимерных материалов с применением личинок *Galleria mellonella* L/ Осокина А. С., Бодалева А. П., Платунова Г. Р. // Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле». - 2018. - №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektiva-biodesstruktsii-othodov-iz-polimernyh-materialov-s-primeneniem-lichinok-galleriamellonella-l> (дата обращения: 05.04.2024 г.).
7. Полунин, К. Е. Влияние 1,1-диметилгидразина на индукцию пептидов гемолимфы *Galleria mellonella*/К. Е. Полунин, О. С. Федоткина, И. А. Полунина, А. К. Буряк // Коллоидный журнал – 2021 - Т. 83 - № 5 - С. 611-619
8. Некрасов, Р.В., Использование личинок *Zophobas morio* и *Galleria mellonella* в кормлении растущих свиней/ Некрасов Р.В., Чабаев М.Г., Цис Е.Ю., Никанова Д.А., Иванов Г.А.// Биологический журнал – 2022 - Т. 38 - с. e38054. [По состоянию на 5 апреля 2024 г.]. DOI 10.14393/BJ-v38n0a2022-59572.
9. Савчук, С.В. Динамика гематологических показателей японских перепелов при скармливании продуктов жизнедеятельности личинок восковой моли/ Савчук С.В., Саковцева Т.В., Сергеевкова Н.А. //Аграрная наука. 2018;(10):20-22.
10. Шайхиев, И. Г. Использование биомассы насекомых для выращивания радужной форели в аквакультуре (краткий обзор зарубежной литературы) / Шайхиев И. Г., Свергузова С. В., Сапронова Ж. Ануаровна, Святченко А. В., Ушакова Н.А.// Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2021. №1. URL: (дата обращения: 05.04.2024 г.).<https://doi.org/10.3263/0869-8155-2018-319-10-20-22>
11. Alfiko,Y.Insects as a feed ingredient for fish culture: Status and trends / Y. Alfiko, D. Xie, R. Tri Astuti, J. Wong, Le Wang// Aquaculture and Fisheries – 2022 -V7 - №2- P. 166-178

12. Bombelli, P. In Polyethylene bio-degradation by caterpillars of the wax moth *Galleria mellonella*/ Bombelli P., Howe C.J., Bertocchini F.// *Current Biology* – 2017 - Vol. 27, iss. 8 -P. 292-293.
 13. Hawkey, K.J. Insects: A potential source of protein and other nutrients for feed and food/ K.J. Hawkey, C. Lopez-Viso, J.M. Brameld, T. Parr, A.M. Salter, H.A. Lewin, R.M. Roberts (Eds.// *Annual review of animal biosciences*. - 2021 - P. 333-354
 14. Lourenço, F. The Potential Impacts by the Invasion of Insects Reared to Feed Livestock and Pet Animals in Europe and Other Regions: A Critical Review./ Lourenço F, Calado R, Medina I, Ameixa OMCC.// *Sustainability*. –

2022 - 14(10) P.6361. <https://doi.org/10.3390/su14106361>
 15. Nikolett, H. Insects as animal feed/ Nikolett H. // *Magyar Allatorvosok Lapja*.- 2019- P. 117-128
 16. Van Huis, A. Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: A review/ A. van Huis. // *Journal of Insects as Food and Feed*. 2020--№ 6 - P. 27-44.
 17. Moghaddam, M.R. The potential of the *Galleria mellonella* innate immune system is maximized by the co-presentation of diverse antimicrobial peptides / Moghaddam M.R., Tonk M., Schreiber C., Salzig D., Czermak P., Vilcin-skas A., Rahnamaeian M. // *Biol. Chem.* - 2016, Apr 22.

LARGE WAX MOTH AND ITS LIFE PRODUCTS FOR APPLICATION IN AQUACULTURE AND AGRICULTURE

*Svetlana An. Makavchik, Dr.Habil. in Veterinary Sciences, Docent, orcid.org/ 0000-0001-5435-8321
 St. Petersburg State University of Veterinary Medicine, Russia*

This review article focuses on the biological characteristics of the wax moth (*Galleria mellonella*), as well as its application in aquaculture and agriculture.

An analysis of the use of wax moths and their waste products as feed products for animals, fish and birds was carried out. The European Union (EU) allows the use of various plant species as feed ingredients for fish, domestic animals, birds and pigs. Due to its high content of proteins and beneficial microelements, wax moth larva can be used in food products as an alternative protein. Biomass extracts contain large amounts of amino acids and fatty acids.

The large wax moth *Galleria mellonella* (Lepidoptera, Pyralidae) is used as a biomodel for laboratory research because it can survive at temperatures of 37 °C and its immune system is similar to the immune system of mammals.

The physiological and biochemical processes of *Galleria mellonella* larvae were studied to further determine the enzyme composition of the insect with the prospect of using the conducted research in the disposal of waste polymer materials in the plastic waste processing industry.

Scientific studies of wax moth larvae and their waste products have revealed the presence of enzymes and antibacterial peptides, which are of therapeutic importance. Antimicrobial activity has been established against gram-positive and gram-negative microorganisms, and also enhances the effect of some antibiotics.

Thus, wax moth larvae and their waste products have beneficial properties, have wide potential for use in various industries and open up new opportunities for further study and development of technologies based on this amazing insect.

Key words: large wax moth, *Galleria mellonella*, antimicrobial properties, aquaculture, agriculture.

REFERENCES

1. Karomatov, I.D., Wax moth is a promising remedy / Karomatov I.D., Karomatov S.I. // *Biology and integrative medicine*. - 2016. - No. 3. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/voskovaya-mol-perspektivnoe-lechebnoe-sredstvo> (access date: 04/05/2024).
 2. Konovalova T.V. Laboratory maintenance and breeding of the large wax moth *Galleria mellonella* // *Russian Veterinary Journal*. - 2009. - No. 4. – pp. 46-48.
 3. Klochko R.T., Lugansky S.N., Blinov A.V. Fighting large wax moths in apiaries // *Beekeeping*. - 2019. - No. 3. - pp. 34-36.
 4. Osokina, A. S. Determination of microbial sensitivity to extracts from the larvae of the great wax moth (*Galleria mellonella* L.) and their waste products / Osokina A. S., Maslennikov I. V. // *Bulletin of KrasGAU*. 2021. - No. 7 – P.172 (date of access: 04/05/2024).
 5. Osokina, A. S. Biological principles of breeding the great wax moth (*Galleria mellonella* L.) as a source of biologically active substances: monograph / A. S. Osokina, L. M. Kolbina, A. V. Gushchin. – Izhevsk: Anna Zelenina Publishing House, 2019. – 166 p. ISBN 978-5-6042106-5-9
 6. Osokina A. S. Prospects for the biodestruction of waste from polymeric materials using *Galleriamellonella* L larvae/ Osokina A. S., Bodaleva A. P., Platonova G. R. // *Bulletin of the Udmurt University. Series "Biology. Geosciences"*. - 2018. - No. 4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/perspektiva-biostrokturirovaniya-otkhodov-iz-polimernykh-materialov-s-primeneniyem-lichinok-galleriamellonella-l> (date of access: 04/05/2024).
 7. Polunin, K. E. Effect of 1,1-dimethylhydrazine on the induction of hemolymph peptides by *Galleria mellonella*/K. E. Polunin, O. S. Fedotkina, I. A. Polunina, A. K. Buryak // *Colloid Journal* - 2021 - T. 83 - No. 5 - P. 611-619
 8. Nekrasov, R.V., Use of *Zophobas morio* and *Galleria mellonella* larvae in feeding growing pigs / Nekrasov R.V., Chabaev M.G., Tsis E.Yu., Nikanova D.A., Ivanov G.A. // *Biological Journal* - 2022 - T. 38 - p. e38054. [Accessed April 5, 2024]. DOI 10.14393/BJ-v38n0a2022-59572.

9. Savchuk, S.V. Dynamics of hematological parameters of Japanese quails when feeding waste products of wax moth larvae / Savchuk S.V., Sakovtseva T.V., Sergeenkov N.A. // *Agricultural science*. 2018;(10):20-22.
 10. Shaikhiev, I. G. The use of insect biomass for growing rainbow trout in aquaculture (a brief review of foreign literature) / Shaikhiev I. G., Sverguzova S. V., Sapronova Zh. Anuarovna, Svyatchenko A. V., Ushakova N. A. // *Bulletin of ASTU. Series: Fisheries*. 2021. No. 1. URL: (access date: 04/05/2024).<https://doi.org/10.3263/0869-8155-2018-319-10-20-22>
 11. Alfiko, Y. Insects as a feed ingredient for fish culture: Status and trends / Y. Alfiko, D. Xie, R. Tri Astuti, J. Wong, Le Wang // *Aquaculture and Fisheries* – 2022 -V7 - №2- P. 166-178
 12. Bombelli, P. In Polyethylene bio-degradation by caterpillars of the wax moth *Galleria mellonella*/ Bombelli P., Howe C.J., Bertocchini F.// *Current Biology* – 2017 - Vol. 27, iss. 8 -P. 292-293.
 13. Hawkey, K.J. Insects: A potential source of protein and other nutrients for feed and food/ K.J. Hawkey, C. Lopez-Viso, J.M. Brameld, T. Parr, A.M. Salter, H.A. Lewin, R.M. Roberts (Eds.// *Annual review of animal biosciences*. - 2021 - P. 333-354
 14. Lourenço, F. The Potential Impacts by the Invasion of Insects Reared to Feed Livestock and Pet Animals in Europe and Other Regions: A Critical Review./ Lourenço F, Calado R, Medina I, Ameixa OMCC.// *Sustainability*. – 2022 - 14(10) P.6361. <https://doi.org/10.3390/su14106361>
 15. Nikolett, H. Insects as animal feed/ Nikolett H. // *Magyar Allatorvosok Lapja*.- 2019- P. 117-128
 16. Van Huis, A. Insects as food and feed, a new emerging agricultural sector: A review/ A. van Huis. // *Journal of Insects as Food and Feed*. 2020--№ 6 - P. 27-44.
 17. Moghaddam, M.R. The potential of the *Galleria mellonella* innate immune system is maximized by the co-presentation of diverse antimicrobial peptides / Moghaddam M.R., Tonk M., Schreiber C., Salzig D., Czermak P., Vilcin-skas A., Rahnamaeian M. // *Biol. Chem.* - 2016, Apr 22.