

УДК 636.087.36

4.3.1 Технологии машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки)

### ПОЛЕЗНЫЕ НУТРИЕНТЫ ЛИЧИНКИ HERMETIA ILLUCENS И СПОСОБЫ ИХ ПОЛУЧЕНИЯ

Мальцева Татьяна Александровна  
канд. техн. наук  
РИНЦ SPIN-код: 7418-8531  
[tamalceva@donstu.ru](mailto:tamalceva@donstu.ru)

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

Шевченко Виктория Николаевна  
канд. биол. наук  
РИНЦ SPIN-код: 5860-1478  
*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

Головки Лилия Сергеевна  
канд. мед. наук  
РИНЦ SPIN-код: 6532-6105  
*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

Саркисян Джульетта Славиковна  
Преподаватель  
РИНЦ SPIN-код: 7750-6356  
[juliasarkisyan16@yandex.ru](mailto:juliasarkisyan16@yandex.ru)  
*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

Производство комбикормов является одним из важнейших этапов ведения животноводства, птицеводства и промышленного рыбоводства. Выбор качественного, недорогого и быстро воспроизводимого кормового сырья во многом определяет качество и стоимость конечного продукта. Насекомые наибольшим образом подходят под данные критерии и могут служить источником необходимых макро – и микронутриентов комбикормового производства. В статье представлены основные нутриенты личинки мухи *Hermetia illucens*: белок, жир, антимикробные пептиды, Витамин Е и лауриновая кислота. Дана краткая характеристика и способы их получения

Ключевые слова: *HERMETIA ILLUCENS*; КОРМ; КОМБИКОРМ; АНТИМИКРОБНЫЕ ПЕПТИДЫ; АНТИМИКРОБНЫЕ СВОЙСТВА; АКВАКУЛЬТУРА

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-204-052>

UDC 636.087.36

4.3.1 Technologies machines and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences)

### USEFUL NUTRIENTS OF THE HERMETIA ILLUCENS LARVA AND WAYS TO OBTAIN THEM

Maltseva Tatyana Alexandrovna  
Cand.Tech.Sci.  
RSCI SPIN-code: 7418-8531  
[tamalceva@donstu.ru](mailto:tamalceva@donstu.ru)

*Don State Technical University, Rostov-on-Don*

Shevchenko Victoria Nikolaevna  
Cand.Biol.Sci.  
RSCI SPIN-code: 5860-1478  
*Don State Technical University, Rostov-on-Don*

Golovko Lilia Sergeevna  
Candidate of Medical Sciences  
RSCI SPIN-code: 6532-6105  
*Don State Technical University, Rostov-on-Don*

Sarkisian Dzhuletta Slavikovna  
Lecturer  
RSCI SPIN-code: 7750-6356  
[juliasarkisyan16@yandex.ru](mailto:juliasarkisyan16@yandex.ru)  
*Don State Technical University, Rostov-on-Don*

The production of compound feeds is one of the most important stages of animal husbandry, poultry farming and industrial fish farming. The choice of high-quality, inexpensive and quickly reproducible feedstock largely determines the quality and cost of the final product. Insects are most suitable for these criteria and can serve as a source of necessary macro– and micronutrients of feed production. The article presents the main nutrients of the *Hermetia illucens* fly larva: protein, fat, antimicrobial peptides, Vitamin E and lauric acid. A brief description and methods of obtaining them are given

Keywords: *HERMETIA ILLUCENS*; FEED; COMPOUND FEED; ANTIMICROBIAL PEPTIDES; ANTIMICROBIAL PROPERTIES; AQUACULTURE

## Введение

Комбикорм играет основополагающую роль в кормлении различных видов животных, птиц и рыб. Некачественный корм негативно сказывается на общем состоянии животного, потребительских свойствах мяса. Поэтому тщательный подход в выборе компонентов комбикорма и их предварительной обработке является важнейшим этапом комбикормового производства.

Корма для рыб, особенно ценных пород – осетровые, лососевые, отличаются от кормов для других животных высоким содержанием белка и жира. Содержание протеина в них достигает 50-60% и выше, жира – до 20%.

Основными источниками белка и жира в кормах являются рыбная мука и рыбий жир, которые получают из мелкой пелангической рыбы (содержание протеина 70-72%), крупной рыбы (содержание протеина 64-67%) и из продуктов переработки рыбной продукции (59-61%) [1].

По данным FAO, потребление продукции мирового рыболовства и аквакультуры для продовольственных целей возрастает, в то время, как для непищевого использования (в том числе для производства кормов) снижается. Это приводит к повышению дефицита рыбной муки и рыбьего жира, росту цен на них и фальсификации [1]. Поэтому актуальной задачей комбикормового производства является поиск альтернативных источников белка и жира, и разработка технологий, методов и способов их получения [1].

Кроме питательных свойств комбикорма, особое внимание стоит уделять их участию в формировании иммунного ответа патогенным микроорганизмам. В настоящее время учеными всего мира ведутся поиски альтернативы антибиотикам. Такими веществами выступают бактериоцины, пептиды, бактериофаги, пробиотические штаммы бактерий и прочее.

Насекомые уже продолжительное количество времени рассматриваются учеными как восполняемый источник кормового и пищевого белка и жира, а также как источник противомикробных веществ. Личинка мухи *Hermetia illucens* является одним из самых исследуемых насекомых в мире как сырьё для производства кормов и пищевых продуктов. Целью данного исследования является обобщение полученных данных о полезных свойствах нутриентов личинки *Hermetia illucens* как кормового сырья и технологий их получения.

**Белок и жир.** Проведенные многочисленные исследования [2, 3, 4, 6] доказали эффективность применения белка и жира личинок *Hermetia illucens* при кормлении различных видов животных, в том числе рыб. Доказано [4], что жир личинок *Hermetia illucens* оказывает иммуностимулирующее действие и позволяет предотвратить кишечный энтерит, вызванный соевым маслом, который в настоящее время применяется в кормах. Аминокислотный состав личинки мухи *Hermetia illucens* можно сравнить с аминокислотным составом рыбной муки, а также мяса [1]. Из чего можно сделать вывод о том, что личинки *Hermetia illucens* могут служить достойным источником белка и жира в комбикормовой и пищевой промышленности.

Для эффективного применения личинки мухи *Hermetia illucens* целесообразно разделять ее на жир и белковую часть. Отдельные части насекомого удобнее использовать в рецептуре комбикормов, низкое содержание жира обеспечивает устойчивость к окислению, и, соответственно, более продолжительного срока хранения.

Большое количество работ [2, 3, 4, 6] посвящено переработке личинки *Hermetia illucens* в муку из насекомых. Рассмотренные технологии сводятся к следующим операциям [2, 3, 4, 6]:

- очистка личинок от субстрата, где они выращивались путем просеивания и промывания водой;

- инактивация личинки путем замораживания при температуре минус 20°C;
- измельчение и сушка полученной биомассы (способ 1) [2] либо измельчение, разделение на фракции за счет центробежной силы, и сушка частично обезжиренного шрота [3];
- при использовании способа 1, экстракция жира проводилась растворителем – гексаном [2] или сверхкритическим CO<sub>2</sub>, который является экологически чистым методом в сравнении с методом экстракции гексаном;
- при втором способе экстракцию проводили водой [2] и далее полученный экстракт высушивали;

Вышеуказанные способы имеют ряд недостатков:

- при экстракции жира применяют различные растворители, которые негативно сказываются на качестве получаемого масла (жира): высокое содержание красящих веществ, свободных жирных кислот, фосфатидов, повышение кислотного числа [5];
- установки, в которых происходит экстракция, обладают громоздкостью и высокой стоимостью;
- процесс экстракции происходит длительное время – от 1,5 до 6 часов и в некоторых случаях при высоких значениях давления 25-35 МПа [6].

Наиболее распространённым способом получения масел и жиров является механический. Он осуществляется путём прессования на шнековых или плунжерных прессах. В промышленном производстве чаще применяют шнековые прессы. Большое количество работ посвящено обоснованию конструктивно-технологических параметров шнекового пресса для отжима масла из различных масличных культур. До недавнего времени получение жира из насекомых на шнековом прессе не рассматривалось.

В предыдущих исследованиях была разработана математическая модель, описывающая производительность и энергоёмкость шнекового пресса. На ее основании были обоснованы конструкторско-кинематические параметры процесса отжима жира и проведены экспериментальные исследования. Технология получения белка и жира из личинки мухи *Hermetia illucens* представлена на рисунке 1.



Рисунок 1 - Технология получения белка и жира из личинки мухи *Hermetia illucens*

СВЧ-нагрев осуществляется с целью быстрого нагрева прессуемого сырья до заданной температуры, необходимой для интенсивного протекания процесса и снижения давления, при котором происходит отделение жировой фракции от белковой. Экспериментально доказано, тепловая СВЧ-обработка уменьшает значения давления, при котором происходит отделение жира, с 4,5 до 1,9 МПа, т.е. почти в 2,5 раза снижая энергоёмкость процесса.

Кроме того, СВЧ-обработка оказывает обеззараживающее действие. Несмотря на высокие кормовые достоинства насекомых, в том числе Black

soldier fly (*Hermetia illucens*), сырые насекомые содержат большое количество бактерий и грибков [7]. Различные способы термической обработки (кипячение, сушка на солнце, обжаривание, сублимационная сушка) не в полной мере уничтожают патогенные микроорганизмы. Для борьбы с бактериями и грибами сырье обрабатывают ультрафиолетовыми лучами, используют высокое гидростатическое давление, проводят СВЧ-нагрев [7].

**Антимикробные пептиды.** Исследователями [8] были обнаружены антимикробные пептиды, содержащиеся в гемолимфе насекомого. Антимикробные пептиды обладают широким спектром антибактериального действия и легко вырабатывают устойчивость. Из многочисленных природных пептидов особое внимание уделяется цекропинам (кектропинам) – пептидам, впервые (в 1980 году) полученных из гемолимфы куколки гигантского тутового шелкопряда *Hyalophora cecropia* [8]. В настоящее время источников цекропинов в основном выступают насекомые. Примечательно, что в личинке *Hermetia illucens* было найдено более 50 генов, кодирующих антимикробные пептиды, 36 из которых кодируют цекропины. Это самое большое семейство антимикробных пептидов, когда-либо обнаруженных в насекомых. Для сравнения, в геноме комнатной мухи *Musca domestica* кодируются только 33 антимикробных пептида, где только 12 из них являются цекропинами [8]. Доказана высокая эффективность антимикробных пептидов в борьбе с грамотрицательными бактериями, в частности кишечной палочки *E. coli* и бактерии, вызывающей пневмонию *K. pneumoniae* [8].

Для анализа цекропин был извлечен из гемолимфы животного, очищен с помощью картриджей C18 и подвергнут ротационному выпариванию при пониженном давлении при температуре 50 °С.

**Хитин.** В высушенной личинке мухи *Hermetia illucens* содержится около 7% хитина. Хитин является ценным кормовым компонентом,

оказывающий положительное действие на прирост массы у различных видов животных, птиц и рыб, губительно воздействует на некоторые патогенные микроорганизмы рыб. Хитин также используется в качестве антидота и связующего компонента при производстве гранулированных комбикормов. В настоящее время существуют большое количество различных технологий получения хитина из насекомых, но в большинстве случаев они сводятся к использованию различных щелочей, кислот, ферментов, прессования на шнековых прессах, использования высоких и низких температур, а также вакуума (патент RU 2 526 936 C2, RU 2 680 691 C1 и др.).

**Витамин Е.** В составе жира личинки *Hermetia illucens* содержится один из важнейших витаминов, участвующих в жизненно важных репродуктивных процессах - Витамин Е. Его применение в кормлении сельскохозяйственных животных, птиц и рыб снижает кормовые затраты за счет повышения усвояемости нутриентов комбикормов. Он может быть использован непосредственно в кормах для животных, птиц и рыб в составе жира. Содержание Витамина Е в среднем достигает 25 мг/100 гр. Это не высокое содержание витамина, что делает экономически невыгодным его отделение от жира и применение как самостоятельного компонента.

**Лауриновая кислота (C12).** Основной жирной кислотой жира личинки *Hermetia illucens* является лауриновая кислота. Ее доля составляет практически половину от всех присутствующих кислот – в среднем 46-47%. Лауриновая кислота относится к насыщенным жирным кислотам, оказывает благоприятное влияние на рост липопротеинов высокой плотности в крови – так называемого «хорошего» холестерина. Лауриновая кислота обладает бактерицидными действиями и также способствует борьбе с патогенными микроорганизмами.

**Выводы.** Применение насекомых в комбикормах для различных видов животных птиц и рыб может решить не только проблему дефицита рыбной муки и рыбьего жира, но и снизить долю применения антибиотиков в животноводстве, птицеводстве и аквакультуре. Содержащиеся в личинке мухи *Hermetia illucens* лауриновая кислота, антимикробные пептиды и хитин, благодаря своим свойствам, могут быть использованы в борьбе с патогенными микроорганизмами. Витамин Е является ценным витамином, участвующим в жизненно важных функциях организма. Таким образом, проведение дальнейших исследований по усовершенствованию технологий и технических средств для переработки высокоценного кормового сырья в виде насекомых в кормовые добавки является актуальным и перспективным направлением.

**Благодарности.** Работа проведена в рамках выполнения проекта "Разработка персонафицированных кормов нового поколения с растительными и пробиотическими добавками для повышения выживаемости и улучшения здоровья рыб" (FZNE-2023-0003).

## Литература

1. Maltseva T, et al. AgriEngineering 2024, 6, 4077-4089.
2. Janssen RH, et al. J. Agricultural and Food Chemistry. 2017;65(11):2275-2278.
3. Bußler S, et al. Heliyon. 2016;2(12):e00218.
4. Biasato I, et al. Animal Feed Science and Technology. 2022;290:115341.
5. Kashiri M, et al. PLoS ONE. 2018;13(3):e0194477.
6. Kumar V, et al. Fish & Shellfish Immunology. 2021;109:116-124.
7. Cruz VA, et al. The Journal of Supercritical Fluids. 2023;195:105861.
8. Lee DH, et al. Journal of Asia-Pacific Entomology. 2020;23(1):36-43

## References

1. Maltseva T, et al. AgriEngineering 2024, 6, 4077-4089.
2. Janssen RH, et al. J. Agricultural and Food Chemistry. 2017;65(11):2275-2278.
3. Bußler S, et al. Heliyon. 2016;2(12):e00218.
4. Biasato I, et al. Animal Feed Science and Technology. 2022;290:115341.
5. Kashiri M, et al. PLoS ONE. 2018;13(3):e0194477.
6. Kumar V, et al. Fish & Shellfish Immunology. 2021;109:116-124.
7. Cruz VA, et al. The Journal of Supercritical Fluids. 2023;195:105861.
8. Lee DH, et al. Journal of Asia-Pacific Entomology. 2020;23(1):36-43