

Перспективи використання *Hermetia illucens* Linnaeus, 1758 (Diptera: Stratiomyidae) в умовах України

Т.Ю. Маркіна, І.С. Шаламова, О.Д. Молчанова

Харківський національний педагогічний університет імені Г.С. Сковороди, Україна, 61002, м. Харків, Алчевських, 29, e-mail: t.yu.markina@gmail.com

Інженерно-технологічний інститут «Біотехніка» НААН
Україна, 67667, Одеська обл., Біляївський р-н, смт Хлібодарське,
вул. Маяцька дорога, 26, e-mail: lentochka.bio@gmail.com

УДК 595.7.082

Анотація. Наведено аналіз ефективності виробництва та використання личинок *Hermetia illucens* L. у якості перспективного біологічно повноцінного корму для тварин, та ефективного утилізатора відходів. Показана можливість промислового виробництва даного виду в умовах агропромислового комплексу України.

Ключові слова: *Hermetia illucens*, культивування, корм, утилізатор, відходи, біогумус.

Вид *Hermetia illucens* Linnaeus, 1758 або Чорний солдат (*Black Soldier Fly*) – представник ряду Diptera родини Stratiomyidae. Хоча природним ареалом поширення цього виду вважається Північна і Південна Америка, зараз *Hermetia illucens* зустрічається в усьому світі в тропічних та помірних регіонах [1], але відсутність стійкості до холоду виключає їх поширення Північною Європою [2; 3].

В останні роки личинки мухи *H. illucens* розглядаються як перспективний біологічно повноцінний корм для тварин. Особливу увагу приділяють їх використанню як потенційного джерела протеїну [4]. Комахи мають високі темпи росту, самки високопродуктивні, личинки досить ефективно перетворюють корм на біогумус, і можуть бути культивовані в промислових умовах не завдаючи збитків екосистемам. На цей час в багатьох країнах Азії, Латинської Америки та Африки, Нової Зеландії та Австралії використання комах в якості їжі стало невід’ємною частиною життя понад 2 млрд. людей.

Чорна львинка є ідеальним кандидатом для масового виробництва. Дорослі особи є надокучливими, а личинки мають широку екологічну толерантність і живуть за щільності 14 кг/м². За літературними даними свиний гній здатний прокормити більше 9 кг/м² личинок на день. Із 300 т. відходів можна отримати близько 120 т. личинок *Hermetia illucens* [5]. Личинки можуть бути використані безпосередньо в якості корму для тварин а також як продуценти сировини для фармакології, косметології та медицини.

В даний час перспективним є використання личинок *H. illucens* для вигодівлі бройлерних перепелів (*Coturnix coturnix japonica*) [6]. Добавка муки із личинок мух *H. illucens* до основного корму не впливає на сприйняття смаку м'яса, не змінює склад холестерину, в той же час збільшує вміст амінокислот в м'ясі, що сприяє поліпшенню його поживної цінності (збільшення вмісту аспарагінової кислоти, глутамінової кислоти, аланіну, серину, тирозину і треоніну).

Дослідження показали, що добавка з личинок *H. illucens* (50%) або повна заміна соєвого корму в дієтах курей несучок не впливала на здоров'я курки або її продуктивність, та не чинила негативного впливу на самі яйця [7]. Таким чином, личинки *H. illucens* є потенційною частковою заміною корму для домашньої птиці, забезпечуючи доданий білок, який можна вирощувати на гною тих же птахів, які їх споживають, одночасно утилізуючи відходи [8; 9; 10; 11].

Вирощування молодняка алігаторів (*Alligator mississippiensis*) на сушених личинках *H. illucens* показало, що вони досягають менших розмірів на цій дієті ніж у контрольних варіантах. Це було пов'язано із низькою смаковою привабливістю сушених личинок, які були вирощені для даного дослідження на рослинних відходах, тому автори рекомендують використовувати корм із *H. Illucens* тільки в якості часткової альтернативи для корму алігаторів [12].

На цей час встановлено біохімічний склад та перспективи використання біомаси личинок для вигодівлі молодого поголів'я свиней. Личинки містять корисні органічні сполуки, які мають комерційну і промислову цінність. До числа їх складових входить 42,1 % протеїну, 34,8 % ліпідів; 7,0 % сирової клітковини; 7,9 % вологи; 1,4 % вільного екстракту азоту; 14,6 % – золи; 5,0 % кальцію; 1,5 % фосфору [13]. В результаті досліджень було зроблено висновок, що нетрадиційний кормовий компонент – личинки мух *H. illucens* не завдали негативного впливу на приріст живої маси поросят, і можуть розглядатись в якості альтернативи рибної муки [14].

Найбільш досліджено вплив кормів з додаванням личинок мух при вирощуванні райдужної форелі, канального сома і теляпії [15]. Попередні дослідження показали, що у випадку з райдужною фореллю личинки *H. Illucens* можуть замінити 25% рибного борошна або 38% риб'ячого жиру в кормах без будь-яких побічних ефектів. Таким чином, личинки мух є ідеальною заміною рибного борошна.

Використання личинок *Hermetia illucens* [16], (Diptera: Stratiomyidae) для переробки органічних відходів пропонується багатьма авторами як перспективна і ефективна технологія [17; 18; 19; 20; 21]. *Hermetia illucens* не вважається шкідником, і оскільки було доведено, що личинки є ефективними в переробці гною та органічних відходів було запропоновано «Систему переробки гною личинками *Hermetia illucens*» для зменшення відходів тваринництва та з подальшим створенням джерела корму для риб та інших тварин. В ході цієї ж програми був проведений експеримент щодо переробки личинками коров'ячого гною, в результаті спостерігалось зменшення на 43 %

азоту та 67 % фосфору. Така комбінація є вдалою з економічної точки зору. Окрім джерела білка для корму тварин, личинки є джерелом перетворення органічних відходів в добриво – зоогумус. Вони здатні перетворювати курячий послід на 42 % протеїну та 35 % жиру. За дослідженнями Томберліна, личинки здатні скоротити на 25 % щорічні відходи гною [1; 4; 22].

Аналіз літературних джерел показав, що на цей час питаннями промислового розведення *H. illucens* і гігієнічними аспектами застосування личинок в кормах сільськогосподарських тварин, а їх відходів – як біодобрива займаються в США, Канаді, Австрії, Німеччині, Швеції, ПАР, Китаї, Кореї. В Україні такі дослідження не проводяться. В той самий час відмічено, що велику загрозу навколишньому середовищу України завдають великі тваринницькі і птахівницькі комплекси, робота яких ставить під загрозу стан навколишнього середовища. Територія країни характеризується незвичайно високими показниками освоєння сільськогосподарських угідь, тому вирішення проблеми скорочення утворення парникових газів внаслідок сільськогосподарської діяльності має суттєве значення.

На нашу думку основна причина нагромадження великої кількості відходів в результаті сільськогосподарської діяльності, а також викидів спричинених цими відходами полягає в незадовільній організації роботи по їх утилізації. Рішенням цієї екологічної проблеми може стати переробка органічних відходів за допомогою личинок *Hermetia illucens* L. з подальшим використанням личинок в якості повноцінного корму для тварин.

У зв'язку з вищезазначеним вивчення екологічних особливостей та розробка методики розведення в штучних умовах культури *Hermetia illucens* L. (Diptera: Stratiomyidae) в умовах України є вкрай актуальним завданням.

Наші дослідження проводились впродовж 2-х років на кафедрі зоології Харківського національного педагогічного університету імені Григорія Савича Сковороди. Для утримання імаго мух використовували інсектарії рекомендованого розміру. Личинок та лялечок утримували в пластикових контейнерах. Для відкладання яєць використовували гофрований картон нарізаний смужками. Кладки яєць зберігали в чашках Петрі на Штучному живильному середовищі. Довжина світлового дня складала 12 годин. Проблема додаткового освітлення була реалізована з допомогою потужної лампи LUMEN. Відносну вологість повітря на рівні 60-70% підтримували із допомогою зволожувача повітря Вонесо. Вигодівлю проводили на ШЖС запропонованому Томберліном в 2009 році [19].

На першому етапі наших досліджень було з'ясовано оптимальні умови для утримання даної популяції. В результаті дослідження встановлено, що найвищі біологічні показники були при температурі + 25–27 °С, відносній вологості повітря 60–70 %, фотоперіоді 12 годин день 12 годин ніч.

Життєздатність личинок складала 91,8 %, маса личинки – 2,26 гр., маса лялечки – 1,6 г, співвідношення статей – 50/50 а індивідуальна плодючість становила 548 яєць у кладці. Тривалість розвитку за оптимальних умов утримання становить 14-15 діб у личинки та 10 у лялечки.

Дослідження біологічних показників культури *Hermetia illucens* за різних температур утримання показали, що зниження температури до +20 °С не впливає на життєздатність личинок внаслідок природнього розігріву субстрату, але при температурі +15 °С життєздатність значимо знизилась до 85 %. Зниження температури до +15 °С значимо вплинуло на тривалість розвитку личинок та лялечок, але у діапазоні від 24 до 26 °С суттєвих змін не відмічається. При низьких температурах маса личинок та лялечок зменшується на 0,4 г та на 0,72 г відповідно. Температура в досліджуваному діапазоні від 20-26 °С значимо не вплинула на індивідуальну плодючість самок.

Таким чином хоча оптимальною для розвитку виду вказана температура 26-27 °С, в умовах України для зниження енергоспоживання виробництва вигодівлю личинок можна проводити при 24 °С.

В подальшому нами було вивчено можливість утилізації відходів які найчастіше зустрічаються в Харківській області. Ми випробували 8 варіантів ШЖС яке містило жом цукрових буряків, висівки пшеничні, харчові відходи компанії "Мівіна", відходи хлібопекарської промисловості (сухарі), відходи кондитерської промисловості (печиво, вафлі), суміш відходів супермаркету та свинячий гній. В результаті проведених досліджень встановлено достатньо високі показники життєздатності личинок у варіанті викормки жомом цукрових буряків та висівками пшеничними, овочами з додаванням відходів компанії «Мівіна» та найвищі показники у варіанті з органічними відходами супермаркету.

Вивчення залежності маси від типу середовища показало пряму кореляцію цих параметрів. Показано, що склад живильного середовища значимо впливає на терміни розвитку личинок. при вигодівлі висівками пшеничними та відходами кондитерської промисловості, та у варіанті вигодівлі овочами з додаванням відходів компанії «Мівіна». Тривалість стадії личинки подовжується. Значимих відмінностей в показниках індивідуальної плодючості самок на різних ШЖС не відмічено.

Таким чином нами було встановлено високу ефективність використання мухи чорний солдат для переробки органічних відходів найбільш поширених у Харківській області.

Література

1. Sheppard D.C., Newton G.L., Thompson S.A., Savage S.A value added manure management system using the black soldier fly // Biores. Tech. – 1994. – 50: 275-279.
2. Нарчук, Э.П. Новые данные по фауне мух-львинок (Diptera, Stratiomyidae) Монгольской народной республики / Э.П. Нарчук // Насекомые Монголии–1976. –Т. 4. –С.463-471.
3. Spranghers T., Noyez A., Schildermans K., De Clercq P. Cold hardiness of the black soldier fly (diptera: Stratiomyidae) J. Econ. Entomol. 2017.
4. Newton G.L., Sheppard D.C., Watson D.W., Burtle G., Dove C.R., Tomberlin J.K., Thelen E.E. 2005b: The black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a manure management //

resource recovery tool. In Proc. Symp. on the State of the Science of Animal Manure and Waste Management, San Antonio, TX, USA. – January 5–7 2005. – P:2–17.

5. Müller A., Wolf D. Gutzeit H.O. The black soldier fly, *Hermetia illucens* – a promising source for sustainable production of proteins, lipids and bioactive substances. – 2017. – DOI: 10.1515/znc-2017-0030.

6. Cullere M., Tasoniero G., Giaccone V., Miotti-Scapin R., Claeys E., De Smet S., Dalle Zotte A. Black soldier fly as dietary protein source for broiler quails: Apparent digestibility, excreta microbial load, feed choice, performance, carcass and meat traits // *Animal*. – 2016. – 10:1923–1930. – DOI: 10.1017/S1751731116001270.

7. Maurer V, Holinger M, Amsler Z, Fruh B, Wohlfahrt J, Stamer A, Leiber F. 2016. Replacement of soybean cake by *Hermetia illucens* meal in diets for layers. *J Insect Food Feed.* 2:83-90.

8. Morgan N. O., Eby H. J. Fly protein production from mechanically mixed animal wastes // *Israel J. Entomol.* – 1975. – 10, 73-81.

9. Booram, C.V., Newton G.L., Hale O.M., Barker R.W. Manure as a substrate for protein production via *Hermetia illucens* larvae // In: Proceedings of the Cornell Agricultural Waste Management Conference. Cornell University. – Ithaca, 1977. – P. 599-604 N.Y., USA.

10. Newton G.L., Booram C.V., Barker R.W., Hale O.M. Dried *Hermetia illucens* larvae meal as a supplement for swine // *Journal of Animal Science*. – 1977. – 44, 395–400.

11. Calvert C. C., Morgan N. O., Martin R. D. House fly larvae: biodegradation of hen excreta to useful products // *Poultry Sci.* – 1970. – 49, 588-9.

12. Bodri M.S., Cole E.R. Black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) as feed for the american alligator (*Alligator mississippiensis* daudin) // *Ga. J. Sci.* – 2007. – 65:82.

13. Alvarez L. The Role of Black Soldier Fly, *Hermetia illucens* (L.) (Diptera: Stratiomyidae) in Sustainable Waste Management in Northern Climates // *Electronic Theses and Dissertations*, 2012. P. 402.

14. Makkar H.P.S., Tran G., Heuzé V., Ankers P. State-of-the-art on use of insects as animal feed // *Anim. Feed Sci. Technol.* – 2014. – 197:1–33. – DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008.

15. Bondari K., Sheppard D.C. Soldier fly larvae as feed in commercial fish production. *Aquaculture*. – 1981. – 24:103–109. – DOI: 10.1016/0044-8486(81)90047-8.

16. Fernanda O., Klaus D., Richard L., Joseph R.O. Assessment of diptera: Stratiomyidae, genus *Hermetia illucens* (L., 1758) using electron microscopy // *Journal of entomology and zoology studies*. – 2015. – Vol. 3(5), – P.147–152.

17. Sheppard D.C., Newton G.L. Valuable byproducts of a manure management system using the black soldier fly. A literature review with some current results // In: Proceedings of the 8th International Symposium of Animal, Agricultural and Food Processing Wastes. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph. – 2000. – MI, P.35–39.

18. Newton G.L., Sheppard D.C., Watson D.W., Burtle G., Dove R. Using the black soldier fly, *Hermetia illucens*, as a value-added tool for the management of swine manure // *Animal and Poultry Waste Management Center, North Carolina State University, Raleigh*. – 2005a. – NC. P.17.

19. Myers H.M., Tomberlin J.K., Lambert B.D., Kattes D., 2008. Development of black soldier fly (Diptera: Stratiomyidae) larvae fed dairy manure // *Environmental Entomology*, 37: 11-15.

20. Diener S., Zurbrugg C., Tockner K. Conversion of organic material by black soldier fly larvae: establishing optimal feeding rates // *Waste Manag. Res.* – 2009. – 27: 603–610.

21. Diener S., Solano N.M.S., Gutiérrez F.R., Zurbrügg C., Tockner K. Biological treatment of municipal organic waste using black soldier fly larvae. *Waste Biomass Valoriz*, 2011. – 2:357–363. – DOI: 10.1007/s12649-011-9079-1.

22. Newton G.L., Sheppard D.C., Thompson S.A., Savage S.I. 1995. The soldier fly, a beneficial insect: house fly control, manure volume reduction and nutrient recycling // Pages 106-116 in Proceedings nuisance concerns in animal manure management: Odors and flies conference. Gainesville FL, University of Florida. PRO107.

УДК 595.7.082

Т.Ю. Маркина, И.С. Шаламова

Харьковский национальный педагогический университет имени Г.С. Сковороди, Украина, 61002, г. Харьков, ул. Алчевских, 29, e-mail: t.yu.markina@gmail.com

Е.Д. Молчанова

*Инженерно-технологический институт «Биотехника» НААН
Украина, 67667, Одесская обл., Беляевский р-н, пгт Хлебодарское,
ул. Маякская дорога, 26, e-mail: lentochka.bio@gmail.com*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ *HERMETIA ILLUCENS* LINNAEUS, 1758 (DIPTERA: STRATIOMYIDAE) В УСЛОВИЯХ УКРАИНЫ

Аннотация. Приведен анализ эффективности производства и использования личинок *Hermetia illucens* L. в качестве перспективного биологически полноценного корма для животных, и эффективного утилизатора отходов. Показана возможность промышленного производства данного вида в условиях агропромышленного комплекса Украины.

Ключевые слова: *Hermetia illucens*, культивирование, корм, утилизатор, отходы, биогузмус.

UDC 595.7.082

T.YU. Markina, I.S. Chalamova

H.S. Skovoroda Kharkiv National Pedagogical University, Ukraine, 61002, Kharkiv, Alchevskiyh Str. 29, e-mail: t.yu.markina@gmail.com

E.D. Molchanova

*Engineering and Technological Institute "Biotechnica" National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine
Ukraine, 67667, Odessa region, Hlibodarske town,
Mayakaska road str., 26, e-mail: lentochka.bio@gmail.com*

PERSPECTIVES OF USE OF *HERMETIA ILLUCENS* LINNAEUS, 1758 (DIPTERA: STRATIOMYIDAE) IN CONDITIONS OF UKRAINE

Annotation. The efficiency of *Hermetia illucens* L. larvae production and use as promising biologically valuable feed for animals and an efficient waste recycler has been analyzed. The possibility of industrial propagation of this species in the agro-industrial complex of Ukraine has been demonstrated.

Key words: *Hermetia illucens*, cultivation, feed, utilizer, waste, biohumus.

Бібліографічне посилання:

Маркина Т. Ю., Шаламова І. С., Молчанова О. Д. Перспективи використання *Hermetia illucens* Linnaeus, 1758 (Diptera: Stratiomyidae) в умовах України. *Біологічний метод захисту рослин: досягнення і перспективи*: матеріали міжнар. наук.-практ. конф., з нагоди 100-річчя НААН України (Одеса, 01-05 жовтня 2018 р.). Одеса: ПП "Фенікс", 2018. С. 224–230.