

КОМАХИ ЯК ІНСТРУМЕНТ БІОДЕСТРУКЦІЇ ТА РАЦІОНАЛЬНОЇ УТИЛІЗАЦІЇ ОРГАНІЧНИХ ХАРЧОВИХ ВІДХОДІВ

Роксолана ДЕМЧИНСЬКА¹, Мирослава ДЕМЧИНСЬКА²

*Insects as a tool of biodestruction and rational disposal of organic food waste. – Demchynska R.O., Demchynska M.I. – The paper analyzes the possibility of using larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) for the destruction of organic food waste of various origins. The results show that the best indicators of vitality, feeding activity, and biomass growth of black soldier fly larvae were observed in the variant when the larvae were fed on an organic waste of plant origin (vegetable residues). In the option of feeding on a waste of animal origin (food scraps), high indicators of larval biomass growth were also noted. An important advantage of this method of biodestruction is the rapid increase in the biomass of black soldier fly larvae depending on the type of food substrate. The results of the research emphasize the significant practical potential of studying the biological and ecological features of *Hermetia illucens*, as well as the prospects of using the biodestruction method to solve environmental problems related to environmental pollution with household waste.*

Keywords: *Hermetia illucens*, food waste, biodestruction, biomass.

Address: 1 – Taras Shevchenko National University of Kyiv, Hlushkova Avenue, 2, Kyiv, 03127 Ukraine, e-mail: rokdem2104@gmail.com

2 – Uzhhorod National University, Department of Entomology and Biodiversity Conservation, Voloshyna str., 32, Uzhhorod, 88000 Ukraine; e-mail: myroslava.demchynska@uzhnu.edu.ua

Комахи як інструмент біодеструкції та раціональної утилізації органічних харчових відходів. – Демчинська Р.О., Демчинська М.І. – У роботі проаналізовано можливість використання личинок чорної львинки (*Hermetia illucens* L.) для біодеструкції харчових органічних відходів різного походження. Результати свідчать, що найкращі показники життєздатності, харчової активності та приросту біомаси личинок львинки спостерігалися у варіанті, коли вигодовування личинок проводили на органічних відходах рослинного походження (залишки овочів). У варіанті вигодовування на відходах тваринного походження (залишки їжі) також відмічені високі показники приросту біомаси личинок. Важливою перевагою даного методу біодеструкції є швидкий приріст біомаси личинок чорної львинки залежно від типу харчового субстрату. Результати досліджень підкреслюють значний практичний потенціал дослідження біологічних та екологічних особливостей *Hermetia illucens*, а також перспективність застосування методу біодеструкції для вирішення екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням довкілля побутовими відходами.

Ключові слова: *Hermetia illucens*, харчові відходи, біодеструкція, біомаса.

Адреса: 1 – Київський національний університет імені Тараса Шевченка, просп. Академіка Глушкова, 2, Київ, 03127 Україна, e-mail: rokdem2104@gmail.com

2 – Ужгородський національний університет, кафедра ентомології та збереження біорізноманіття, вул. Волошина, 32, Ужгород, 88000 Україна; e-mail: myroslava.demchynska@uzhnu.edu.ua

Вступ

Згідно зі звітом Європейського парламенту та Ради Європи, харчові відходи складають близько 34% загальної маси побутових відходів в Європейському Союзі. Процеси біодеструкції, включаючи компостування та анаеробне зброджування, що здатні ефективно розщеплювати органічні матеріали, зменшуючи об'єм відходів і мінімізуючи їх вплив на навколишнє середовище. Вилучення органічних відходів зі звалищ, їх біодеструкція допоможе

зменшити викиди парникових газів, забруднення ґрунту та води. Одним з можливих варіантів розв'язання нагальної проблеми утилізації органічних відходів може стати використання личинок мухи чорної львинки (*Hermetia illucens* Linnaeus, 1758) (Diptera, Stratiomyidae) для їх переробки.

Експериментальні дослідження свідчать, що, незважаючи на відносно низький виплід личинок мух, переробка ними посліду (гною) є вигідною за рахунок

високої якості білка, значного зменшення маси посліду та перетворення залишків гною в гранульований матеріал без запаху (Čičková et al. 2015).

Личинки мухи *H. illucens* в процесі своєї харчової діяльності здатні швидко розкласти різні за походженням органічні залишки за короткий проміжок часу. Деякі автори відзначають, що личинки чорної львинки мають унікальну здатність розвиватися в чистій культурі у замкненому просторі промислового виробництва. Це робить їх перспективними для використання з біотехнологічною метою (Molchanova et al. 2021).

Невибагливі умови вирощування зробили цей вид популярним серед акваріумістів і власників тераріумів, які використовують личинки як їжу для рептилій та рибок. Крім того, личинок *H. illucens* слід розглядати як перспективний біологічно повноцінний корм для тварин. Особливу увагу приділяють їх використанню як потенційного джерела протеїну (Bondar, Sheppard 1981; Makkar et al. 2014).

Біохімічні дослідження вказують, що дорослі живі личинки чорної львинки містять 65% води, 8,09% сирого жиру, 16% сирого протеїну, а у сухому вигляді показники жиру і сирого протеїну складають, відповідно, 23% і 45%. Слід зазначити, що у складі амінокислотного профілю личинок чорної львинки знаходиться ліноленова кислота, як одна з форм омега-3 жирної кислоти (Sheppard et al. 1994). Але найціннішим є те, що у личинках міститься великий відсоток метіоніну. Метіонін є незамінною амінокислотою і більшість тварин не здатні його синтезувати, тому отримують цю амінокислоту виключно з їжею.

Аналіз літературних відомостей показав, що на цей час питаннями промислового розведення *Hermetia 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 (Markina, Shalamova 2018). У зв'язку з цим вивчення екологічних особливостей *Hermetia illucens* та можливостей їх використання в умовах України є актуальною проблемою.

Матеріал та методи

Матеріалом досліджень слугували личинки *Hermetia illucens*, яких вигодовували у

лабораторних умовах у 2019 та 2020 роках. Вирощування личинок проводили при температурі 22-24⁰С, та відносній вологості 60-70%.

В якості харчового субстрату було використано органічні відходи різної складу та походження:

- органічні відходи рослинного походження (картопля, помідори, кабачки, капуста, зелень петрушки);
- органічні відходи тваринного походження (сир, масло, ковбаса, сосиски, м'ясо курятина);
- органічні відходи хлібопекарські (сухарі, хліб білий, хліб сірий, хліб житній).

Харчовий субстрат розміщували в лотках розміром 25×40 см, не подрібнюючи, але попередньо зволожуючи. До кожного лотка додавали 100 личинок чорної львинки. Перед додаванням субстрату проводили їх зважування. В подальшому лотки оглядали щодня, відмічаючи активність личинок, зміну кольору покривів. На третю, шосту, десятю та дванадцятю добу проводили вимірювання морфометричних показників, а саме – вагу.

Результати

Вимірювання морфометричних показників личинок на різних харчових субстратах показало, що склад поживного середовища призводить до кореляції у вазі. У 2019 р. найкраще вагу набирали личинки, що вигодовувалися на субстраті з відходів рослинного походження, а найгірше – на хлібопекарських відходах, що складало 0,16 г та 0,11 г на 12 добу дослідження відповідно (Рис. 1).

Приріст біомаси на субстраті «рештки рослинного походження» за 2 тижні становив 530%, на субстраті «рештки тваринного походження» – 700%, на субстраті «рештки хлібопекарські» – близько 370%. Причому для личинок, що жилилися на рештках тваринного походження стрімка динаміка приросту спостерігається протягом першого тижня, а для тих, що жилилися на рештках рослинного походження – динаміка приросту біомаси рівномірна протягом двох тижнів.

Однак у 2020 р. при використанні в якості органічних решток тваринного походження масла, сосисок, вареної ковбаси, замість сиру, курячого м'яса та копченої ковбаси, показники зростання маси були

значно нижчими ніж, на органічних рештках рослинного походження (Рис. 2).

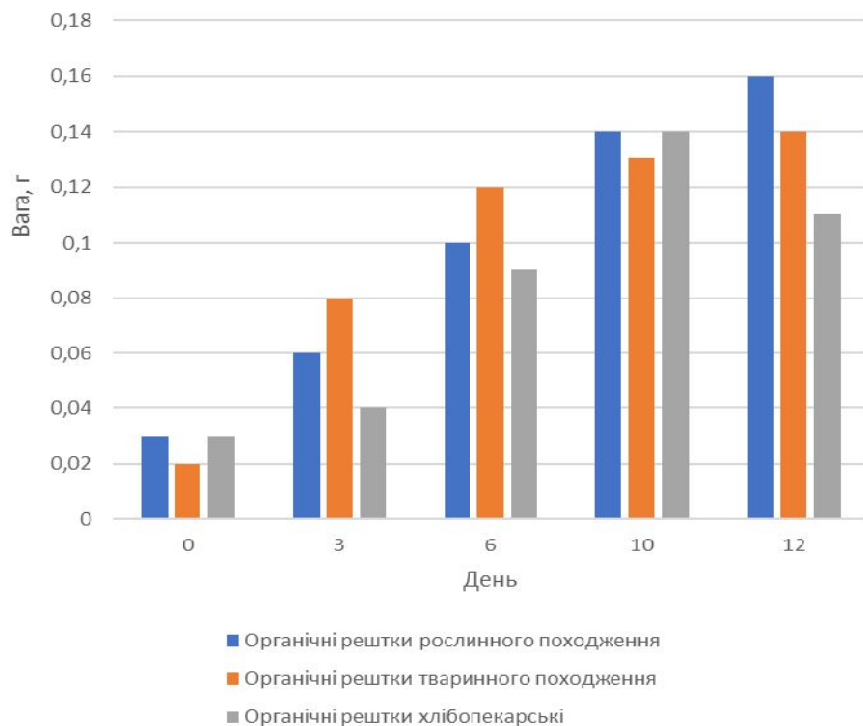


Рис 1. Показники середньої ваги личинок *Hermetia illucens* при вирощуванні на різних харчових субстратах (2019 р.)

Fig. 1. Indicators of the average weight of larvae of *Hermetia illucens* when feeding on different food substrates (2019)

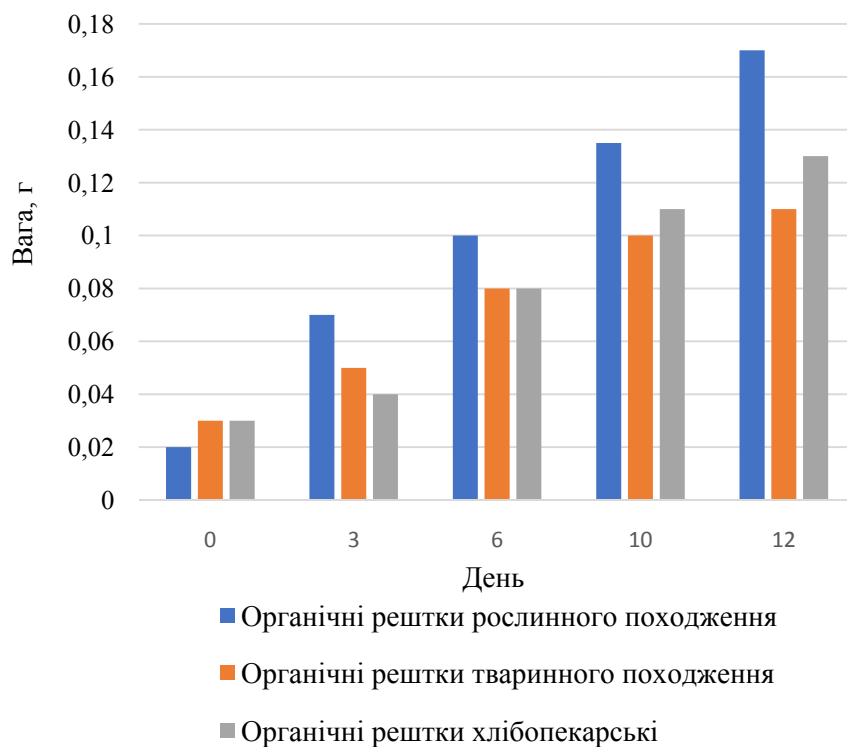


Рис 2. Показники середньої ваги личинок *Hermetia illucens* при вирощуванні на різних харчових субстратах (2020 р.)

Fig. 2. Indicators of the average weight of larvae of *Hermetia illucens* when feeding on different food substrates (2020)

На нашу думку, це може бути пов'язано з в'язкою консистенцією масла, що уповільнювало рух личинок, а також могла впливати якість продуктів. Останнє, вочевидь, можна пояснити тим, що масло, сосиски та ковбаси містять значну кількість харчових добавок, різні види емульгаторів та стабілізаторів, що може погіршувати їх «смакові якості» для личинок львинки.

Серед решток рослинного походження личинки *H. illucens* надавали більшу перевагу капусті та помідорам, в порівнянні з картоплею. Крім того, на рослинних відходах (капуста+помідори+зелень петрушки) відмічали значне зростання активності личинок. Молчанова О.Д. з співавторами [2] вказують, що різна поживна цінність використаного харчового субстрату обумовлювала відмінності у біологічних показниках культури комах, що потребує подальшого більш ретельного дослідження.

Приріст біомаси на субстраті «рештки рослинного походження» за 2 тижні становив 850%, на субстраті «рештки тваринного походження» – 366%, на субстраті «рештки хлібопекарські» – 430%.

Через 12 діб проведених досліджень відмічали зміну забарвлення покривів личинок та зниження активності, що є характерним для стадії передлялечки.

Висновки

Загалом можна констатувати, що личинки мухи *H. illucens* в процесі живлення спроможні розкласти різні за походженням органічні залишки за короткий проміжок часу. Результати проведених досліджень дозволяють стверджувати, що найкращі показники життєздатності, харчової активності та приросту біомаси личинок чорної львинки були зафіксовані при вигодовуванні їх на органічних відходах рослинного походження (залишки овочів) – приріст біомаси у 2-2,3 рази більший, ніж на інших харчових субстратах.

Отримані результати також свідчать про перспективність застосування методу біодеструкції з використанням комах для вирішення екологічних проблем, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища побутовими харчовими відходами.

ČIČKOVÁ, H., NEWTON, G.L., LACY, R.C., KOZÁNEK, M. (2015) The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Management*, 35, 68–80. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.09.026

MOLCHANOVA, O.D., MARKINA, T.Yu., BARKAR, V.P., TRIBUNTSOVA, O.B. (2021) Pererobka vidkhodiv roslynnoho pohodzhennia lychynkamy mukhi chorna lvyinka. *Visnyk ahrarnoi nauki Prychornomia*, 3, 66–74. DOI: 10.31521/2313-092X/2021-3(111)-8

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

MAKKAR, H.P.S., TRAN, G., HEUZÉ, V., ANKERS, P. (2014) State-of-the-art on use of

insects as animal feed. *Animal Feed Science and Technology*, 197, 1–33. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2014.07.008

SHEPPARD, D.C., NEWTON, G.L., THOMPSON, S.A., SAVAGE, S.A. (1994) Value added manure management system using the black soldier fly. *Bioresource Technology*, 50, 275–279. DOI: 10.1016/0960-8524(94)90102-3

MARKINA, T.Yu., SHALAMOVA, I.S. (2018) Ekolohichni osoblyvosti ta metodyka rozvedennia *Hermetia illucens* Linnaeus 1758 (Diptera, Stratiomyidae) u shtuchnykh umovakh. *Proceedings of IX Congress of Ukrainian Entomological Society*, August 20-23, 2018, Kharkiv, Ukraine: 75–76.