

Н. Р. Кость, О. В. Швед, С. В. Василюк

Національний університет “Львівська політехніка”,  
кафедра технології біологічно активних сполук, фармації та біотехнології  
olha.v.shved@lpnu.ua

## ТЕСТУВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ПЕРЕРОБКИ ЛИЧИНКАМИ *HERMETIA ILLUCENS* ЗАБРУДНЕНИХ МІКОТОКСИНАМИ ВІДХОДІВ АГРОПРОМИСЛОВОГО КОМПЛЕКСУ

<https://doi.org/10.23939/ctas2024.01.165>

Наведено результати дослідження впливу непридатних для харчових і кормових потреб продуктів агропромислового комплексу, контамінованих мікотоксинами, на ріст, рівень виживання та розвиток личинок *H. illucens*. Для досліджених субстратів визначено рівень редукції субстрату личинками *H. illucens* та коефіцієнт конверсії субстрату в біомасу. Встановлено вміст мікотоксину дезоксиніваленолу (DON) в білковому борошні, одержаному з личинок *H. illucens*, що росли і розвивалися на субстраті, приготованому з додаванням контамінованої мікотоксинами кукурудзи.

**Ключові слова:** мікотоксини; метаболізм; дезоксиніваленол; утилізація відходів; безпечність кормів; Black soldier fly; *Hermetia illucens*.

### Вступ

У сучасних сільськогосподарських і промислових комплексах управління відходами, що насичені мікотоксинами, становить значну проблему. Забруднення мікотоксинами не тільки ускладнює утилізацію відходів, але й створює ризик для навколишнього середовища, здоров'я людей і тварин [1]. Комахи виду *Hermetia illucens* можуть стати потенційним рішенням окресленої проблеми завдяки їхній здатності ефективно розкладати органічні речовини [2].

*H. illucens*, також відома як Black soldier fly (BSF), – за морфологічними ознаками осоподібна муха, що належить до ряду Двокрилих (*Diptera*) родини Коловодниць (*Stratiomyidae*). У дикому середовищі поширена в екваторіальних та субекваторіальних кліматичних зонах Північної та Південної Америки, є комахою-сапротрофом. Здатність *H. illucens* до швидкої біоконверсії харчових відходів у біомасу із високим вмістом білків та жирів зумовлює її промислове вирощування з метою отримання високоякісних продуктів з доданою вартістю для різних галузей застосування [3, 4].

Щорічно вітчизняний та світовий агропромисловий комплекс зазнає значних збитків, спричинених грибами *Fusarium spp.*, що вражають зерно

основних сільськогосподарських культур, таких як кукурудза, пшениця, жито, ячмінь тощо. Непридатність зібраного врожаю, ураженого грибами *Fusarium spp.*, пояснюється накопиченням у ньому вторинних метаболітів грибів – мікотоксинів, які є надзвичайно токсичними речовинами для людей та тварин. Найпоширенішим мікотоксином, який продукують гриби роду *Fusarium*, є вомітоксин або дезоксиніваленол (DON). Вомітоксин спричиняє гострі харчові отруєння в людей і тварин, тому зерно із концентрацією цього токсину, що перевищує допустимі ліміти, вилучають із харчового ланцюга для подальшого використання [1].

Використання личинок BSFL (Black soldier fly larvae) для переробки органічних відходів розглядають як нову технологію управління відходами [5]. Згадана технологія перетворення відходів на біомасу личинок меншує суху масу відходів і генерує сировину та побічні продукти, які надалі використовують як корми для домашніх чи сільськогосподарських тварин, складові косметичних й фармацевтичних препаратів, органічні добрива і кондиціонери для покращення властивостей ґрунтів [6–10]. Уже здійснено низку досліджень щодо опису характеристик BSFL, умов їх вирощування, субстратів, методів переробки біомаси комах та

кінцевих продуктів, одержаних із личинок [11–14]. Незважаючи на те, що в питаннях промислового вирощування BSFL вже досягнуто багато успіхів, все ще недостатньо з'ясовано залишається їхня поведінка стосовно споживання певних субстратів, особливо тих, що містять різні забруднення. Цікаво також з'ясувати можливість перероблення личинками *H. illucens* забруднених побічних продуктів агропромислового комплексу у виробничих умовах, оскільки отримані результати можуть не лише стати основою для запровадження інноваційних стратегій управління відходами, а й сприяти зростанню обсягу знань про використання комах для одержання цінних продуктів.

**Мета дослідження** – протестувати можливість переробки личинками *H. illucens* забруднених мікотоксинами побічних продуктів агропромислового комплексу у виробничих умовах. Одне із завдань – з'ясувати здатність личинок виду *Hermetia illucens* рости, виживати, розвиватися на досліджуваних субстратах, що містили мікотоксин вомітоксин, та здатність комах його акумулювати.

#### Матеріали та методи досліджень

Дослідження виконано на виробничих потужностях ТОВ “Інсектерра” із використанням личинки популяції *Hermetia illucens*, започаткованої (встановленої) в 2023 р. Після вилуплення з яєць личинок підросували ще п'ять днів на субстраті, приготованому з пшеничних висівок та води. Під час інкубації личинки перебували у вентильованому приміщенні зі стабільними кліматичними умовами та температурою повітря на рівні 27 °С. Відтак визначали кількість личинок у суміші (субстрат-личинки) і розраховували необхідну кількість наважки з бажаною кількістю

личинок для подальшого використання в експерименті. Для вагових вимірювань користувалися лабораторними вагами Technoway TBE-2.1. На підставі результатів вимірювань розраховували необхідні наважки, в кожній з яких налічувалося приблизно 8000 тисяч п'ятиденних личинок, які надалі використовували в експерименті. Отримані наважки з личинками висипали в пластикові ящики виробництва компанії Bekkenkamp (60×40×20 см), у кожному з яких було 8 кг субстрату (з розрахунку 1000 мг субстрату / 1 личинка). Для кожного типу субстрату використовували сім ящиків ( $n=7$ ), складених один на одного на пластиковій EUR-палеті. Тривалість експерименту становила 160 год. Дослід здійснювали у вентильованому приміщенні за підтримуваної на рівні 24 °С температури та за відсутності освітлення, за винятком часу на щоденний контроль досліду.

Для приготування поживних субстратів використовували чотири інгредієнти: воду, пшеничні висівки (відходи виробництв млинів), зібрану з полів агропідприємств кукурудзу, уражену мікотоксином дезоксиніваленолом (DON) – 2,6 ppm, та спиртову барду з кукурудзи (побічний продукт виробництва біоетанолу). В цьому досліді випробовували три субстрати (див. табл. 1): *WB* – пшеничні висівки; *TCE* – мікотоксична кукурудза зі спиртовою бардою; *TCW* – уражена мікотоксинами кукурудза із пшеничними висівками. Всі субстрати готували в звичайному бетонозмішувачі з використанням водопровідної води, щоб довести вологість до оптимальних показників (70–80 %). Після приготування в кожному із субстратів визначали рівень вологості та суху частку за допомогою аналізатора вологості Radwag MA-50.R зі зразком субстрату 3 г за температури висушування 120 °С.

Таблиця 1

#### Вміст інгредієнтів у дослідних субстратах, %

	TCE	TCW	WB
Кукурудза	33%	33%	0%
Спиртова барда	67%	0%	0%
Пшеничні висівки	0%	67%	100%

Через 160 год від початку досліду 12-денних личинок відділяли від залишків субстрату та продуктів їхньої життєдіяльності за допомогою лабораторних сит із діаметром отворів 3,5 мм. Далі, окремо із кожного ящика, на платформних вагах Technoway ТВ1 зважували залишковий субстрат та масу личинок. Висушували личинки в сушильній шафі за температури 60 °С упродовж шести годин, після чого перемелювали на порошкоподібну суміш в лабораторному млинку.

Концентрацію мікотоксину дезоксиніваленолу (DON) вимірювали хроматографічно з використанням тест-смужок для визначення мікотоксинів TotalTox DON (Vomitoxin) та рідера QuickScan II компанії Envirologix згідно із протоколом, складеним виробником цього набору.

Середню масу личинок визначали діленням маси наважки (50 і більше личинок) на кількість личинок у наважці. Вимірювання виконували тричі ( $n=3$ ) для кожної з груп, які вирощували на різних субстратах.

Для визначення коефіцієнта конверсії субстрату (спожитого корму) (ККС) використовували формулу:

$$ККС = \frac{S_{(r)}}{B_{(r)}}, \quad (1)$$

де  $S$  – маса субстрату (суха речовина);  $B$  – отримана біомаса комах (волога речовина).

Для розрахунку рівня редукції субстрату (PPC) личинками в ході біоконверсії використовували формулу:

$$PPC = (1 - \frac{F_{(r)}}{S_{(r)}}) \times 100 \%, \quad (2)$$

де  $F$  – маса субстрату після біоконверсії личинками (суха речовина);  $S$  – маса субстрату перед біоконверсією (суха речовина).

Щоб визначити рівень виживання (PB), послуговувалися формулою:

$$PB = \left( \frac{Lv_{поч}}{Lv_{кінь}} \right) \times 100 \%, \quad (3)$$

де  $Lv_{поч}$  – кількість личинок на початку експерименту;  $Lv_{кінь}$  – кількість личинок у кінці експерименту після їх підрахунку.

Середній добовий приріст (СДБ) розраховували за формулою:

$$СДБ = \frac{M}{t}, \quad (4)$$

де  $M$  – середня маса однієї личинки;  $t$  – тривалість досліду, діб.

Числові результати дослідження подано як середнє арифметичне та стандартне відхилення ( $M \pm \sigma$ ). Розрахунки виконано в програмі Google Sheets. Основні показники порівнювали з показниками контрольної групи, використовуючи  $t$ -критерій Стьюдента. Статистичні аналізи здійснено з використанням мови програмування Python (версія 3.10.12) у середовищі Google Colab. Для опрацювання та аналізу даних послуговувалися загальнодоступними бібліотеками аналізу даних.

### Результати досліджень та їх обговорення

Результати цього дослідження демонструють порівняння впливу різних субстратів, одержаних із використанням непридатної для кормового чи харчового використання кукурудзи, на ріст, розвиток, рівень редукції субстрату, рівень виживання, коефіцієнт конверсії субстрату в біомасу для личинок Black soldier fly. Окрім того, вони відображають можливість комах метаболізувати мікотоксини, перетравлюючи їх.

Найкращим субстратом для розвитку личинок був субстрат ТСW, на якому середня маса личинок становила  $137 \pm 4,8$  мг, що є доволі хорошим результатом для промислового вирощування личинок *H. illucens*. Натомість найгіршим результатом з погляду середньої маси однієї особини був субстрат ТСЕ, на якому личинки доростили лише до маси  $105 \pm 2,11$  мг. Таку низьку середню масу личинок можна пояснити тим, що відходи виробництва продуктів бродіння містять невелику кількість доступних для комах цукрів після сахарифікації зернової сировини. Хоча в барді й залишається багато цукрів, проте вони перебувають в малодоступній для комах формі волокон лігніну, целюлози чи геміцелюлози.

Позаяк у BSFL невелика здатність перетравлювати багаті на рослинні волокна субстрати, яка частково пояснюється наявністю в травному тракті комах целюлолітичних бактерій, що редукують молекули целюлози на доступні цукри [15], личинки, що розвивались на контрольному субстраті (лише пшеничні висівки) без додавання зараженої мікотоксинами кукурудзи, в середньому важили ( $112 \pm 2,34$ ) мг.

Загалом комахі найкраще ростуть, якщо використовують повністю або частково збалансований субстрат для росту. Такі субстрати, на відміну

від моноінгредієнтних, багаті на білки та мають високу енергетичну цінність, водночас збалансовані за нутрієнтним складом [16]. У наших дослідженнях кращий розвиток личинок, який спостерігався на висівках порівняно з бардою, можна пояснити наявністю ендосперму пшениці, крохмалю, глютену та інших поживних залишків після переробки зерна. Отримані дані дають підстави стверджувати, що наявність контамінованої кукурудзи не спричиняє статичного впливу на розвиток личинок і їхню здатність ефективно рости. Проте важливі й решта інгредієнтів, які запропоновано використовувати для приготування поживно цінних субстратів з контамінованою мікотоксинами кукурудзою.

Дані про середню масу личинок використовували для розрахунку приросту маси за певний часовий проміжок. Важливо зазначити, що комахи розвиваються нерівномірно. Для прикладу проаналізуємо розвиток за сім днів. У перші три дні та в останній день ріст був несуттєвим. Але з четвертого по шостий день вони росли надзвичайно швидко й ефективно, часто з виділенням надмірної кількості тепла [16]. Згідно з отриманими в ході досліджень даними щоденний приріст личинок *H. illucens* становив (19,5±0,7), (15±0,3) та (16±0,3) мг/день для кожного із субстратів TCW, TCE і WB відповідно (табл. 2). Найкращий приріст, як і середню масу личинок, забезпечував субстрат TCW, найгірший – TCE і посередній – WB.

Таблиця 2

**Параметри росту та виживання личинок *H. illucens*, визначені на різних кормових середовищах**

Субстрат*	Середня маса личинок, мг	Приріст, мг/доба	Коефіцієнт конверсії корму	Рівень виживання личинок, %	Рівень редукції субстрату, %
TCW	137±4,8 <sup>a</sup>	19,5±0,7 <sup>a</sup>	2,1±0,14 <sup>a</sup>	96,5±7,02	56,0±1,83
TCE	105±2,11 <sup>b</sup>	15±0,3 <sup>b</sup>	3,2±0,23 <sup>b</sup>	84,2±6,36 <sup>b</sup>	45,8±1,72 <sup>b</sup>
WB	112±2,34	16±0,3	2,5±0,17	95,7±5,97	58,4±2,60

\* TCW – пшеничні висівки 67 %, контамінована вомітином кукурудза 33 %.

TCE – спиртова барда 67 %, контамінована вомітином кукурудза 33 %.

WB – пшеничні висівки 100 %.

a – статистично вірогідна різниця між контрольною групою WB і дослідною групою TCW.

b – статистично вірогідна різниця між контрольною групою WB і дослідною групою TCE.

Цікаво також з'ясувати рівень виживання личинок, які ростуть на трьох перелічених вище субстратах. Виявилося, що найвищий рівень виживання ((96,5±7,02) %) спостерігався на субстраті з суміші пшеничних висівок та мікотоксичної кукурудзи. Попередньо прогнозували, що мікотоксин деоксиніваленол спричинятиме підвищену смертність порівняно з контрольною групою. Контрольна група, що розвивалася лише на пшеничних висівках, продемонструвала рівень виживання (95,7±5,97) %, що дуже схоже на показник личинок, які росли на субстраті TCW. Натомість рівень виживання личинок на субстраті TCE був приблизно на 10 % нижчим, ніж на TCW та контрольному WB, і становив (84,2±6,36) %. Частково нижчий рівень виживання на кормі із вико-

ристанням спиртової барди можна пояснити тим, що у структурі барди містилось менше волокон, які утримують воду, тому не виникають зони так званої “вільної води”, в якій потенційно могла втопитися частина личинок. Попри те, що личинки BSF вимогливі до вологості субстрату на рівні 60–80 %, вони не здатні виживати повністю у воді.

Рівень редукції субстрату є показником, що відображає ефективність зменшення початкової кількості певної сировини в кінці біоконверсії комахами чи іншими тваринами. Цей показник часто використовують у тваринництві. Варто зауважити, що значення 100 % неможливо досягти через те, що: 1) початкову сировину личинки не здатні повністю спожити, оскільки комахи не

можуть з'їсти тверді покриви насіння зернових культур; 2) личинки, як і інші тварини, продукують виділення, які мають певну масу. Найвищий рівень зменшення кількості субстрату личинками спостерігали для контрольного субстрату WB і він становив  $(58,4 \pm 2,60)$  %, а це означає, що зі 100 % початкової маси (суха речовина) залишилось лише 41,6 %, разом із екскрементами комах. Найгірший результат отримано для субстрату TCE –  $(45,8 \pm 1,72)$  %, що свідчить про низьку ефективність утилізації цих типів відходів личинками BSF, які використовували для приготування субстрату. Наближений до контрольної групи показник КРС одержано для субстрату TCW –  $(56,0 \pm 1,83)$  %. Це свідчить про те, що з'являється потенційна можливість ефективної промислової утилізації кукурудзи, забрудненої мікотоксинами із використанням личинок комах *H. illucens*. Важливо лише скласти правильну рецептуру субстрату, щоб забезпечити максимально ефективну утилізацію сировини одночасно з хорошим набором маси личинками.

Останнім показником, який брали до уваги в цьому дослідженні, був коефіцієнт конверсії субстрату в біомасу. Цей критерій відображає необхідну кількість сухих речовин певного субстрату для отримання одиниці приросту маси організму, що споживає цей субстрат. В ході наших досліджень найнижчий показник ККС під час росту личинок виявлено на субстраті TCW –  $2,1 \pm 0,14$ . Найвище значення ККС спостерігали для субстрату TCE –  $3,2 \pm 0,23$ . Для субстрату, що складався лише із пшеничних висівок, ККС становив  $2,5 \pm 0,17$ , що є гіршим результатом порівняно з ефективністю субстрату TCW. Ці значення важливі для визначення економічної ефективності роботи підприємств з утилізації агропромислових відходів за допомогою комах *H. illucens* і прийняття рішення про те, чи варто використовувати певну сировину.

Оскільки найпридатнішим для промислового застосування субстратом з додаванням контамінованої мікотоксинами кукурудзи виявився субстрат TCW, ми вирішили зробити з личинок, що на ньому росли і розвивалися, кінцевий продукт – білкове борошно й проаналізувати його на вміст мікотоксину дезоксиніваленолу (DON). Для приготування борошна використали лише групу личинок, що росли на субстраті TCW.

Аналіз на вміст дезоксиніваленолу (DON) в зразку білкового борошна засвідчив відсутність зазначеного мікотоксину ( $0,00$  ppm) при тому, що початковий вміст мікотоксину в кукурудзі був на рівні  $2,6$  ppm. Ці результати вказують на здатність личинок *H. illucens* не накопичувати в собі мікотоксини в первинному вигляді після росту на субстратах з їх високим вмістом, однак залишається до кінця не з'ясованим, чи личинки метаболізують мікотоксини за допомогою ферментів своєї травної системи, чи мікотоксини переходять в інші хімічні форми, або ж утворюють комплекси з білками, а тому і не визначені використаними методами діагностики. Ці механізми стануть предметом наших подальших досліджень.

### Висновки

Результати дослідження демонструють можливість утилізації личинками комах *H. illucens* відходів агропромислового комплексу, забруднених мікотоксинами, що зумовлює перспективність подальшого перетворення біомаси комах на цінні продукти з високою доданою вартістю.

Під час вирощування личинок на субстраті TCW, що містив мікотоксини, не виявлено негативного впливу на ріст, порівняно із личинками контрольної групи. Середня маса личинок, вирощених на субстраті із висівок та контамінованої кукурудзи, була статистично вищою, ніж личинок, вирощених на контрольному субстраті чи субстраті TCE. Коефіцієнт конверсії субстрату був найнижчим у разі використання контамінованої дезоксиніваленолом кукурудзи в субстраті та відрізнявся від коефіцієнта конверсії субстрату контрольної групи.

Показано, що личинки *H. illucens* не накопичують мікотоксини в первинному вигляді після росту на субстратах з їх високим вмістом. Результати дослідження можна застосовувати для вирощування комах із репродукційними цілями та для підтримання популяції, а також для одержання цінних продуктів. Такий підхід до вирощування личинок *H. illucens* сприятиме зниженню виробничих витрат і свідчить про перспективи застосування отриманих результатів.

### Reference

1. Steinkellner, H., Binaglia, M., Dall'Asta, C., Gutleb, A. C., Metzler, M., Oswald, I. P., Parent-Massin, D., Alexander, J. (2019). Combined hazard assessment of mycotoxins and their modified forms applying relative

- potency factors: Zearalenone and T2/HT2 toxin. *Food Chem. Toxicol.*, 131, 110599. DOI: 10.1016/j.fct.2019.110599
2. Gold, M., Cassar, C. M., Zurbrugg C., Kreuzer M., Boulos S., Diener S., Mathys A. (2020). Biowaste treatment with black soldier fly larvae: Increasing performance through the formulation of biowastes based on protein and carbohydrates. *Waste Manag.* 102, 319–329. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.10.036
  3. Eggink, K. M., Lund, I., Pedersen, P. B., Hansen, B. W., & Dalsgaard, J. (2022). Biowaste and by-products as rearing substrates for black soldier fly (*Hermetia illucens*) larvae: Effects on larval body composition and performance. *PLoS ONE*, 17(9):e0275213. DOI: 10.1371/journal.pone.0275213
  4. Kaczor, M., Bulak, P., Proc-Pietrycha, K., Kirichenko-Babko, M., & Bieganski, A. (2023). The Variety of Applications of *Hermetia illucens* in Industrial and Agricultural Areas-Review. In *Biology(Basel)*, 12 (1), 25. DOI: 10.3390/biology12010025.
  5. Gold, M., Spiess, R., Zurbrugg, C., Kreuzer, M., Mathys A. (2018). Digestibility of different dietary fibres by black soldier fly larvae Bornimer Agrartech. Berichte, 100, 129.
  6. Setti, L., Francia, E., Pulvirenti, A., Gigliano, S., Zaccardelli, M., Pane, C., Caradonia, F., Bortolini, S., Maistrello, L., Ronga D. (2019). Use of black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.), Diptera: Stratiomyidae) larvae processing residue in peat-based growing media *Waste Manage.*, 95, 278–288. DOI: 10.1016/j.wasman.2019.06.017
  7. Leong, S. Y., Rahman, S., Kutty, M., Malakahmad, A., Tan C. K. (2016). Feasibility study of biodiesel production using lipids of *Hermetia illucens* larva fed with organic waste *Waste Manag.*, 47, 84–90. DOI: 10.1016/j.wasman.2015.03.030
  8. Vilcinskis A. (2013). Yellow biotechnology I: insect Biotechnologie in Drug Discovery and Preclinical Research Berlin, Germany: Springer.
  9. Barragan-Fonseca, K. B., Dicke, M., van Loon J. J. A. (2017). Nutritional value of the black soldier fly (*Hermetia illucens* L.) and its suitability as animal feed – a review *J. Insects Food Feed*, 3, 105–120. DOI: 10.3920/JIFF2016.0055
  10. Wang, Y.-S., Shelomi M. (2017). Review of black soldier fly (*Hermetia illucens*) as animal feed and human food. *Foods*, 6(10), 91. DOI: 10.3390/foods6100091
  11. Lalander, C., Diener, S., Zurbrugg, C., Vinnerås, B. (2019). Effects of Feedstock on Larval Development and Process Efficiency in Waste Treatment with Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*). *J. Clean. Prod.*, 208, 211–219. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.10.017
  12. Dzepe, D., Nana, P., Kuietche, H. M., Kimpara, J. M., Magatsing, O., Tchuinkam, T., Djouaka, R. (2021). Feeding Strategies for Small-Scale Rearing Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens*) as Organic Waste Recycler. *SN Appl. Sci.*, 3, 252. DOI: 10.1007/s42452-020-04039-5
  13. Leni, G., Caligiani, A., Sforza, S. (2019). Killing Method Affects the Browning and the Quality of the Protein Fraction of Black Soldier Fly (*Hermetia illucens*) prepupae: A Metabolomics and Proteomic Insight. *Food Res. Int.*, 115, 116–125. DOI: 10.1016/j.foodres.2018.08.021
  14. Bloukounon-Goubalan, A. Y., Saidou, A., Chrysostome, C. A. A. M., Kenis, M., Amadji, G. L., Igué, A. M., Mensah, G. A. (2020). Physical and Chemical Properties of the Agro-Processing by-Products Decomposed by Larvae of *Musca Domestica* and *Hermetia illucens*. *Waste Biomass Valorization*, 11, 2735–2743. DOI: 10.1007/s12649-019-00587-z
  15. Kim, E., Park, J., Lee, S. and Kim, Y. (2014). Identification and physiological characters of intestinal bacteria of the black soldier fly, *Hermetia illucens*. *Korean Journal of Applied Entomology*, 53: 15–26. DOI: 10.5656/KSAE.2013.09.0.049
  16. Barragan-Fonseca, K. B., Dicke, M. and Van Loon, J. J. (2018). Influence of larval density and dietary nutrient concentration on performance, body protein, and fat contents of black soldier fly larvae (*Hermetia illucens*). *Entomologia Experimentalis et Applicata* 166: 761–770. DOI: 10.1111/eea.12716

N. R. Kost, O. V. Shved, S. V. Vasylyuk

Lviv Polytechnic National University,

Department of Technology of Biologically Active Substances, Pharmacy and Biotechnology

#### TESTING THE OPPORTUNITY OF RECYCLING OF MYCOTOXIN-CONTAMINATED WASTE OF AGRICULTURAL COMPLEX BY *HERMETIA ILLUCENS* LARVAE

A study of the effects on the growth, survival rate and development of *H. illucens* larvae contaminated with mycotoxins by-products of the agro-industrial complex is presented. For the investigated substrates, the level of substrate reduction by larvae and substrate conversion ratio in *H. illucens* biomass were determined. The content of the mycotoxin deoxynivalenol (DON) in protein meal produced from *H. illucens* larvae that grew and developed on a substrate prepared with the addition of mycotoxin contaminated corn was investigated.

**Key words:** mycotoxins; mycotoxins metabolism; deoxynivalenol; waste recycling; feed safety; Black soldier fly; *Hermetia illucens*.